

10 - 11 Dezembro  
Lisboa, Portugal

www/Internet 2016

# Atas das Conferências Ibero Americanas

Edited by  
Flávia Maria Santoro  
Paula Miranda  
Mário Dantas  
Cristiano Costa  
Pedro Isalas

## COMPUTAÇÃO APLICADA 2016

**CONFERÊNCIAS IADIS IBERO-AMERICANAS**

**WWW/INTERNET 2016**

**e**

**COMPUTAÇÃO APLICADA  
2016**



**ATAS DAS CONFERÊNCIAS IADIS IBERO-AMERICANAS**

**WWW/INTERNET 2016**

**e**  
**COMPUTAÇÃO APLICADA**  
**2016**

**LISBOA, PORTUGAL**

**10 – 11 DEZEMBRO, 2016**

Organizada por  
**IADIS**

**International Association for Development of the Information Society**

Copyright 2016

IADIS Press

Todos os direitos reservados

Este trabalho está sujeito a direitos de autor. Todos os direitos são reservados, no todo ou em parte, mais especificamente os direitos de tradução, reimpressão, reutilização de ilustrações, re-citação, emissão, reprodução em microfilme ou de qualquer outra forma, e armazenamento em bases de dados. A permissão para utilização deverá ser sempre obtida da IADIS Press. Por favor contactar [secretariat@iadic.org](mailto:secretariat@iadic.org).

Editado por Flávia Maria Santoro, Paula Miranda, Mário Dantas, Cristiano Costa  
e Pedro Isaías

Editor Associado: Luís Rodrigues

ISBN: 978-989-8533-59-3

# ÍNDICE

|                    |      |
|--------------------|------|
| PREFÁCIO           | xi   |
| COMITÉ DO PROGRAMA | xiii |
| PALESTRA CONVIDADA | xvii |

## ARTIGOS LONGOS

|   |    |
|---|----|
| PROBLEMA DE PROGRAMAÇÃO INTEGRADA DE HORÁRIOS E RECURSOS ORGANIZACIONAIS<br><i>Arminda Pata e Ana Moura</i>   | 3  |
| LA ACCESIBILIDAD WEB DE LA BANCA ESPAÑOLA. UNA VISIÓN DEL LADO DEL USUARIO<br><i>Juan González Perogil</i>  | 11 |
| RELAÇÕES ENTRE A VARIÁVEL DE MORTALIDADE INFANTIL ATÉ AOS 5 ANOS E VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS E DEMOGRÁFICAS, DISPONÍVEIS EM BASES ABERTAS<br><i>Ana Travassos Ichihara, Leandro Augusto da Silva e Nizam Omar</i>   | 19 |
| INVESTIGAÇÃO SOBRE O PERFIL INTERATIVO E EVASIVO DO DISCENTE POR MEIO DE TÉCNICAS DE MINERAÇÃO DE DADOS EDUCACIONAIS<br><i>Alana M. Morais e Danielle C. Medeiros</i>   | 28 |
| PUBLICAÇÃO DE DADOS GOVERNAMENTAIS ABERTOS CONECTADOS: UM ESTUDO DE CASO NO ÂMBITO DA SAÚDE PÚBLICA BRASILEIRA<br><i>Marlon E. Camilo dos Santos, Lucélia de Souza, Josiane M. Hauagge Dall'Agnol, Sandro Rauntenberg, Gisane A. Michelon e Paula Daiane P. Machula</i>   | 36 |
| APRENDIZADO DE ONTOLOGIAS A PARTIR DE FOLKSONOMIAS<br><i>Lucas José Campos Lorenzetti, Josiane M. Hauagge Dall'Agnol, Gisane A. Michelon, Lucélia de Souza e Sandro Rauntenberg</i>   | 45 |
| CONTROLE DE VERSÃO E ALTERAÇÃO NO GERENCIAMENTO DE CONFIGURAÇÃO DE SOFTWARE UTILIZANDO METODOLOGIAS ÁGEIS: APLICAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE FRAMEWORK DE RASTREABILIDADE DE GRÃOS<br><i>Luma Alves Lopes, Denise do Rocio Maciel, Claudio Roberto Agner, Mônica Cristine Scherer Vaz e Maria Salete Marcon Gomes Vaz</i> | 53 |
| VOCÊ ACREDITA NA LEI DE CONWAY?<br><i>Diogo Adriel Lima Ferreira, Adailton Magalhães Lima e Rodrigo Quites Reis</i>   | 61 |

|   |     |
|---|-----|
| HONEYHASHES E HONEYTICKETS  | 69  |
| <i>Fabio Luiz da Rocha Moraes, Robson de Oliveira Albuquerque, Flávio Elias Gomes de Deus e Rafael Timóteo de Sousa Júnior</i>  |     |
| MINERAÇÃO DE DADOS EDUCACIONAIS NO ENSINO A DISTÂNCIA GOVERNAMENTAL   | 77  |
| <i>Vinícius Coutinho G. Coelho, João Paulo C. L. da Costa, Daniel Alves da Silva, Rafael T. de Sousa Júnior, Fábio L. L. de Mendonça e Daniel G. Silva</i>                                  |     |
| TECNOLOGIA SAT: CONCEITO, APLICAÇÃO E HOMOLOGAÇÃO   | 85  |
| <i>Marcel Danilo Alves Siqueira, Douglas Aguiar do Nascimento, Angelina Penteado de Oliveira, Marcelo Luiz Alves Fernandez, Simone Terra da Costa e Vidal Augusto Zapparoli Castro Melo</i> |     |
| USO DO MPEG-DASH EM VÍDEOS VOLTADOS PARA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA   | 93  |
| <i>Rodrigo Damasceno Marangon e Eduardo Barrére</i>   |     |
| IMPEACHMENT DE DILMA ROUSSEFF: CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES A RESPEITO DA INFLUÊNCIA DAS GRANDES REDES DE COMUNICAÇÃO SOBRE OS USUÁRIOS DO TWITTER  | 101 |
| <i>Felipe de Oliveira Sampaio, Adriana Cesário de Faria Alvim e Vânia Maria Félix Dias</i>  |     |
| COMPARTILHAMENTO DE INFORMAÇÕES E CONHECIMENTO ENTRE PARES UTILIZANDO ALINHAMENTO ONTOLOGICO NEGOCIADO  | 109 |
| <i>Leandro Pupo Natale e Nizam Omar</i>   |     |
| TDD APLICADO À AUTOMAÇÃO DE SISTEMAS WEB DINÂMICOS  | 117 |
| <i>Francisco Vitor Lopes da Frota, Daniel Alves, Robson de Oliveira Albuquerque, Rafael Timóteo de Sousa Júnior, Edna Dias Canedo e Dário Santos</i>  |     |
| APLICATIVO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS VOLTADO PARA REGISTRO DE OCORRÊNCIAS  | 125 |
| <i>Igor Roberto Guilherme e Daniela Gibertoni</i>   |     |
| CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DE REDES DO FUTURO   | 133 |
| <i>Welton Vasconcelos Araújo e Diego Lisboa Cardoso</i>   |     |
| DIVERSIDADE ESPACIAL DOS USUÁRIOS EM REDES GEOSSOCIAIS: ESTUDO DE CASO EM CIDADES BRASILEIRAS   | 141 |
| <i>Aline Morais</i>   |     |
| ONTOLOGIAS NO SUPORTE À CARACTERIZAÇÃO DE PROCESSOS: UMA PROPOSTA DE ESTUDO   | 149 |
| <i>Livia Marangon Duffles Teixeira e Elisângela Cristina Aganette</i>   |     |
| A APLICAÇÃO DE ONTOLOGIAS EM NEFROLOGIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA  | 157 |
| <i>Cecília Neta Alves Pegado Gomes, Luciana Ferreira da Silva, João Agnaldo do Nascimento, Sérgio Ribeiro dos Santos e Elaine Cristine Alves Pegado</i>                                     |     |
| UMA ARQUITETURA DE REFERÊNCIA PARA PROCESSAMENTO DE EVENTOS COMPLEXOS EM NEAR-REALTIME UTILIZANDO SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE REGRAS DE NEGÓCIO  | 165 |
| <i>Leandro Mendes Ferreira e Maurício Tavares Santana Lins</i>  |     |
| SISTEMA DE MONITORAMENTO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS UTILIZANDO RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS   | 173 |
| <i>Fernando Mariano, Nicole Oliveira, Bruno Miguel Moraes e Joice Seleme Mota</i>   |     |

|  |     |
|--|-----|
| LA CADENA DE CUSTODIA INFORMÁTICO FORENSE<br><i>Luis Enrique Arellano González y María Elena Darahuge</i>  | 181 |
| PROPOSTA DE UM FRAMEWORK ESTRATÉGICO PARA O PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE USABILIDADE<br><i>Daniela Gibertoni e Renan Augusto Carlucci</i>  | 189 |
| DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO WEB POR MEIO DE LEAN STARTUP E UX DESIGN<br><i>Pablo Wigert Ferreira Zaniolo e Daniela Gibertoni</i>   | 197 |
| A API W3C WEB SPEECH EM APP PARA ALERTA DE DESASTRES NATURAIS<br><i>Lucas Debatin, Aluizio Haendchen Filho, Wagner Correia e Pedro Sidnei Zanchett</i>   | 205 |
| CONSTRUÇÃO DE UM ROBÔ JOGADOR COM SISTEMA EMBARCADO E SENSORES<br><i>Andréa Teresa Riccio Barbosa, Igor Santo Andrea Visioli, Luiz Henrique Claudino Silva, Larissa Fernandes Marâes e Fabio Iaione</i>  | 213 |
| UM MODELO DE ONTOLOGIA PARA RASTREABILIDADE DA ERVA-MATE (ILEX PARAGUARIENSIS ST. HILL) ORGÂNICA<br><i>Silvia Ribeiro Mantuan, José Amande Silva, Alaine Margarete Guimarães e Maria Salete Marcon Gomes Vaz</i>                               | 221 |
| ANÁLISE DE EVASÃO NOS CURSOS SUPERIORES DE COMPUTAÇÃO: UMA ABORDAGEM USANDO ANÁLISE DE SOBREVIVÊNCIA E ALGORITMO APRIORI<br><i>Raphael Magalhães Hoed e Marcelo Ladeira</i>  | 229 |
| MODELO DE NUBE HÍBRIDA (HYBRID CLOUD) DE INFRAESTRUCTURA COMO SERVICIO PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DE LA PLATAFORMA SANDBOX - UFPS<br><i>Fredy H. Vera-Rivera, Boris R. Perez-Gutierrez y Victor M. Urbina</i>                                 | 237 |
| MINERÍA DE DATOS EN LA IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE TUMOR QUE PUEDE DESARROLLAR UN PACIENTE CON BASE EN SU INFORMACIÓN GENÉTICA<br><i>Jorge Armando Zinzun Flores, Josué Figueroa González y Silvia B. González Brambila</i>                     | 245 |
| TÉCNICAS DE VISÃO COMPUTACIONAL PARA IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE PLANTAS: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA<br><i>Marco Aurelio Pellens, Marcelo da Silva Hounsell e André Tavares da Silva</i>                                     | 252 |
| ANÁLISE DE OBJETOS A PARTIR DA EXTRAÇÃO DA MEMÓRIA RAM DE SISTEMAS SOBRE ANDROID RUNTIME (ART)<br><i>Alberto Magno Muniz Soares e Rafael Timóteo de Sousa Jr.</i>  | 261 |
| NETWORK DESIGN GENETIC ALGORITHM (NDGA) APLICADO EM REDES DE TELECOMUNICAÇÕES<br><i>Emerson de Souza Campos, Victor Honorato Cunha, Maria José Pereira Dantas, Lucas de Carvalho Guimarães, Celso Aurélio Lima e Bruno Quirino de Oliveira</i> | 269 |

## ARTIGOS CURTOS

|  |     |
|--|-----|
| ISENSA - PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA MONITORIZAÇÃO INTELIGENTE<br><i>João M. L. P. Caldeira, Vasco N. G. J. Soares, Pedro D. Gaspar e Ricardo Fontes</i>   | 283 |
| SOFTWARE LIBRE Y APRENDIZAJE MÓVIL EN CONTEXTOS COLABORATIVOS PARA LA ENSEÑANZA DE PROGRAMACIÓN EN EL PRIMER AÑO UNIVERSITARIO<br><i>María Laura Massé Palermo, Carina Jimena Reyes, Jorge Federico Ramírez, Claudio Ariel Vargas y Cecilia Natalia Espinoza</i> | 289 |
| PAINEL DE INDICADORES DE DESEMPENHO PARA AS IFES – INSTITUIÇÕES FEDERAIS DE ENSINO SUPERIOR BRASILEIRAS<br><i>Paulo Henrique Santini e José Gilson de Almeida Teixeira Filho</i>   | 295 |
| GESTÃO DO CONHECIMENTO: UMA ANÁLISE DA INTERAÇÃO EM UM AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM<br><i>Leandro do Nascimento Lima da Silva, Cristine Martins Gomes de Gusmão e Ana Rafaela da Costa Ribeiro Lins</i>  | 300 |
| PROPOSTA DE ESTRUTURA PARA SISTEMA DE INFORMAÇÃO COM BASE EM ESTUDO DE PROTOCOLOS DE QUEDA<br><i>Cristine Martins Gomes de Gusmão, Leandro do Nascimento Lima da Silva, Ingrid Bruno Nunes e Pablo Ramon Amorim Pessoa e Silva</i>                               | 305 |
| OS SISTEMAS E TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E OS CLUSTERS. UMA ABORDAGEM AO CLUSTER DE ENERGIA OFFSHORE EM PORTUGAL<br><i>Ana Pego</i>   | 310 |
| ESTUDO DE CASO DE PROCESSAMENTO DE ETL EM PLATAFORMA BIG DATA<br><i>Maurício Tavares Santana Lins e Leandro Mendes Ferreira</i>  | 315 |
| ANALISIS DE TECNICAS DE STREAMING DE VIDEO USANDO RASPBERRY PI<br><i>Pablo Vera, Rocío Rodríguez, Daniel Giulianelli, Pablo Cammarano y Federico Vallés</i>  | 321 |
| MODELO PARA LA GENERACIÓN DE ANIMACIÓN DE PERSONAJES A PARTIR DE TEXTO<br><i>Nohora Elizabeth Garzón Morales, Wilman Helioth Sánchez Rodríguez y Eduard Leonardo Sierra-Ballén</i>   | 325 |
| MONITORAMENTO DA OCUPAÇÃO TERRITORIAL NO NORDESTE DE SANTA CATARINA UTILIZANDO RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS<br><i>Filipe João Rodrigues, Pedro P. Ferreira, Rafael Valentim, Casemiro José Mota e Joice Seleme Mota</i>   | 329 |
| EVACUAÇÃO DA BOATE KISS: UMA SIMULAÇÃO MULTIAGENTE DO CENÁRIO REAL EM RELAÇÃO AO IDEAL<br><i>Vinicius M Silva, Marcos V Scholl, Bruna A Corrêa, Diana F Adamatti e Sebastião C P Gomes</i>   | 334 |
| ESPECIFICAÇÃO DE GEOINFORMAÇÃO NO FRAMEWORK DE RASTREABILIDADE<br><i>Silvia Ribeiro Mantuani, Mônica Scherer Vaz e Maria Salete Marcon Gomes Vaz</i>   | 339 |

|  |     |
|--|-----|
| USO DE MÁQUINA DE VETOR DE SUPORTE PARA ESTIMATIVA DE INDICES DE VEGETAÇÃO EM IMAGENS OBTIDAS POR AERONAVE REMOTAMENTE TRIPULADA   | 343 |
| <i>Alaine Margarete Guimarães, Gustavo Perin, Malcon Miranda Mikami, Gislaine Gabardo, Silvana Ohse e Marluce Gonçalves Cortez</i>   |     |
| REDES SOCIAIS: COMO OS ADOLESCENTES LIDAM COM A VIDA NA INTERNET   | 348 |
| <i>Rodrigo de Oliveira Soares, Cláudia Aline Soares Monteiro, Eliseo Berni Reategui, Neiliane Silva, Daniela Duarte da Silva Bagatini e Maria Cristina Villanova Biasuz</i>  |     |
| INTERATIVIDADE E IMERSÃO NA ESTÉTICA DOS GAMES ONLINE  | 353 |
| <i>Daniela Duarte da Silva Bagatini, Flávia Girardo Botelho Borges, Fernando Telles, Maria Cristina Villanova Biasuz, Rodrigo de Oliveira Soares e Eliseo Berni Reategui</i> |     |
| MODELO DE AVALIAÇÃO DE CONFIANÇA PARA COMPUTAÇÃO EM NUVEM  | 357 |
| <i>Amândio Balcão Filho e Mario Jino</i>   |     |
| ANALISIS DE LOS CAUSALES DE ELECCION DE LA CARRERA LICENCIATURA EN SISTEMAS EN LA UNIVERSIDAD KENNEDY-INVESTIGACION EN PROGRESO  | 363 |
| <i>Marisa Panizzi, Pablo Cavalcabue, Gastón Ruiz Díaz, Oscar Bravo, Fernando Barié, Daniel Rey y Andrea Alegretti</i>  |     |
| ESTUDO DOS FATORES DE COMPOSIÇÃO DE CIDADES INTELIGENTES   | 367 |
| <i>Gianluca Bine e Josiane Michalak Hauagge Dall'Agnol</i>   |     |
| METARG - MÉTODO DE ARGUMENTAÇÃO HÍBRIDO PARA USO NO DESENVOLVIMENTO COLABORATIVO DE ONTOLOGIAS   | 373 |
| <i>Rodrigo Nezi Teodoro, Josiane M. Hauagge Dall'Agnol, Gisane A. Michelon, Lucélia de Souza e Sandro Rauntenberg</i>  |     |
| LOS SISTEMAS DE COLABORACIÓN EN INTERNET. EL MODELO DE LAS LISTAS DE DISTRIBUCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO  | 378 |
| <i>Antonio Muñoz-Cañavate y Rosario Fernández-Falero</i>   |     |

## ARTIGOS DE REFLEXÃO

|  |     |
|--|-----|
| ADMINISTRACIÓN ELECTRÓNICA Y TRANSPARENCIA EN LOS AYUNTAMIENTOS DE ESPAÑA. UN ESTUDIO REGIONAL | 385 |
| <i>Antonio Muñoz-Cañavate, Alicia Alonso Saavedra y Eduardo Alfredo Cardoso Miranda</i>        |     |
| LA RELEVANCIA DE LA INFOGRAFÍA EN EL CIBERPERIODISMO   | 389 |
| <i>Júlio Costa Pinto</i>   |     |
| ARQUITETURA CONCEITUAL PARA AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA DE SISTEMAS WEB                             | 393 |
| <i>Ferrucio de Franco Rosa e Mario Jino</i>  |     |

## POSTERS

|   |     |
|---|-----|
| EVENTO 100% ONLINE: DESAFIOS E OPORTUNIDADES DA CONCEPÇÃO À EXECUÇÃO  | 401 |
| <i>Cristine Gusmão, Josiane Machiavelli, Patrícia Cavalcanti, Rodrigo Lins, Júlio Menezes Jr. e Fabiano Pereira</i>                     |     |
| MONITOREO DE CONSTANTES VITALES BIOMÉDICAS UTILIZANDO HARDWARE RECONFIGURABLE   | 404 |
| <i>Federico Fernández, Lucas Frutos y Dani Ocampo</i>   |     |
| RITMO CIRCADIANO: UMA ABORDAGEM BASEADA SIMULAÇÃO MULTIAGENTE   | 407 |
| <i>Angélica Theis dos Santos, Stefânia da Silveira Glaeser, Vinicius Montenegro Silva, Adriano De Cezaro e Diana Francisca Adamatti</i> |     |

## ÍNDICE DE AUTORES

# PREFÁCIO

Estas atas contêm os artigos e posters das Conferências IADIS Ibero-Americana: WWW/Internet 2016 e Computação Aplicada 2016, organizadas pela *International Association for Development of the Information Society* em Lisboa, Portugal, de 10 a 11 de dezembro 2016.

A conferência IADIS Ibero-Americana WWW/Internet 2016 (CIAWI 2016) pretende focar os principais aspectos relacionados com a WWW e a Internet.

A WWW e a Internet tiveram um crescimento significativo nos últimos anos. As preocupações já não se centram apenas nos aspetos tecnológicos e torna-se notório o despertar para outros aspetos. Esta conferência pretende abordar ambos os aspetos, tecnológicos e não tecnológicos relacionados com este desenvolvimento:

- Web 2.0: Sistemas Colaborativos, Redes Sociais, Folksonomias, Wikis e Blogs Empresariais, Mashups e Programação Web, Tags e Sistemas de Categorização do Utilizador, Jornalismo cidadão.
- Web Semântica e XML: Arquiteturas, Middleware, Serviços, Agentes, Ontologias, Aplicações, Gestão de Dados e Recuperação de informação.
- Aplicações e Utilizações: e-learning, e-Commerce/e-Business, e-Government, e-Health, e-Procurement, e-Society, Bibliotecas Digitais, Serviços Web/Software como Serviço, Interoperabilidade de Aplicações, Tecnologias Multimedia para a Web.
- Serviços, Arquitecturas e Desenvolvimento da Web: Internet Wireless, Internet Móvel, Computação em Cloud/Grid, Métricas Web, Web Standards, Arquiteturas da Web, Algoritmos de Rede, Arquiteturas de Rede, Computação em Rede, Gestão de Redes, Performance de Rede, Tecnologias de Distribuição de Conteúdos, Protocolos e standards, Modelos de Tráfego.
- Questões de Investigação: Web Ciência, Gestão de Direitos Digitais, Bioinformática, Usabilidade e Interacção Humano-Computador, Segurança e Privacidade na Web, Sistemas de Confiança e Reputação Online, Data Mining, Recuperação de Informação, Otimização de Motores de Busca.
- Prática e Experiência Industrial: Aplicações Empresariais, Casos de Estudo de Empresas, Sistemas de Informação Empresariais

A conferência IADIS Ibero-Americana Computação Aplicada 2016 (CIACA 2016) tem como objetivo abordar os principais temas de interesse dentro da área de computação aplicada e tópicos relacionados. Esta conferência aborda aspetos essencialmente técnicos.

Todas as áreas relacionadas à Computação Aplicada são de interesse, incluindo, mas não limitado, às seguintes áreas:

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- Sistemas de Agentes e Aplicações</li><li>- Algoritmos</li><li>- Sistemas de Informação Aplicados</li><li>- Bioinformática</li><li>- Estudos de Caso e Aplicações</li><li>- Comunicações</li><li>- Mineração de Dados (Data Mining)</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Orientação a Objetos</li><li>- Sistemas Paralelos e Distribuídos</li><li>- Sistemas de Pagamento</li><li>- Linguagens de Programação</li><li>- Protocolos e Padrões</li><li>- Segurança</li><li>- Web Semântica</li></ul> |
|--|---|

- Sistema de Bancos de Dados
- Teoria e Prática do Comércio Eletrónico
- Sistemas Embebidos
- Avaliação e Análise
- Tendências Globais
- Computação em Grid
- Recuperação de Informação
- Sistemas Inteligentes
- Redes Móveis e Sistemas
- Multimídia
- Redes
- Engenharia de Software
- Armazenamento
- Tecnologias para a e-Learning
- Aplicações sem Fio
- Aplicações da WWW
- Tecnologias da WWW
- Computação Ubíqua
- Problemas de Usabilidade
- Realidade Virtual
- Visualização
- XML e Outras Linguagens Extensíveis

Estas conferências receberam 136 submissões. Cada submissão foi avaliada por uma média de quatro revisores independentes para assegurar o elevado nível final das submissões aceites. O resultado final foi a publicação de 34 artigos longos (correspondentes a uma taxa de aceitação de 25%), sendo publicados também artigos curtos, artigos de reflexão e posters.

Como sabemos, a organização de uma conferência requer o esforço de muitas pessoas. Gostaríamos de agradecer a todos os membros do Comité de Programa pelo trabalho realizado na revisão e seleção dos artigos que constam destas atas.

Estas atas resultam da contribuição de um variado número de autores. Estamos gratos a todos os autores que submeteram os seus artigos. Agradecemos igualmente a nossa oradora convidada, Professora Flávia Maria Santoro, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil por ter aceitado dar uma palestra. Também gostaríamos de agradecer a todos os membros do comité de organização e delegados cuja contribuição e envolvimento são cruciais para o sucesso desta conferência.

Por fim, desejamos que todos os participantes tenham uma excelente estadia em Lisboa. Convidamos todos os participantes para as edições do próximo ano das conferências IADIS Ibero-Americanas WWW/Internet e Computação Aplicada 2017.

Flávia Maria Santoro, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Paula Miranda, Escola Superior de Tecnologia, IPS, Portugal

Mário Dantas, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil

*Co-Chairs*

Pedro Isaías, The University of Queensland, Australia

Cristiano Costa, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Brasil

*Program Co-Chairs*

Lisboa, Portugal

10 de dezembro de 2016

# **COMITÉ DO PROGRAMA**

## **CONFERÊNCIA IADIS IBERO-AMERICANA WWW/INTERNET**

### **CO-CHAIRS**

Flávia Maria Santoro, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil  
Paula Miranda, Escola Superior de Tecnologia, IPS, Portugal  
Mário Dantas, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil

### **PROGRAM CO-CHAIRS**

Pedro Isaías, The University of Queensland, Australia  
Cristiano Costa, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Brasil

### **MEMBROS DO COMITÉ**

Adolfo Duran, Universidade Federal da Bahia, Brasil  
Adriana Medeiros, Universidade Federal Fluminense (PURO/UFF), Brasil  
Adriana Soares Pereira, Universidade Federal de Santa Maria, Brasil  
Alessandro La Neve, Centro Universitário da FEI, Brasil  
Alexandra Queirós, Universidade de Aveiro, Portugal  
Ana Guimarães, Isla Gaia, Portugal  
Ana Maria Ibaños, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil  
António Lencastre Godinho, ISLA-IPGT, Portugal  
Armando Mendes, Universidade dos Açores, Portugal  
Arnaldo Martins, Universidade de Aveiro, Portugal  
Avanilde Kemczinski, Universidade do Estado de Santa Catarina, Brasil  
Bráulio Alturas, ISCTE-IUL, Portugal  
Carlos De Rolt, Universidade do Estado de Santa Catarina, Brasil  
Carlos Rabadão, Instituto Politécnico de Leiria, Portugal  
Carlos Serrão, ISCTE-IUL, Portugal  
Debora Barbosa, Universidade Feevale, Brasil  
Denis S. Silveira, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil  
Duncan Ruiz, Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil  
Emanuel Peres, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal  
Fátima Armas, Universidade de Coimbra, Portugal  
Fausto Amaro, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal  
Felipe Gustsack, Universidade de Santa Cruz do Sul, Brasil  
Fernanda Alencar, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil  
Fernando Moreira, Universidade Portucalense, Portugal  
Fernando Ribeiro, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Portugal  
Georgia Gomes, Universidade Federal Fluminense - UFF - INFES, Brasil  
Heitor Costa, Universidade Federal de Lavras, Brasil  
Hélia Guerra, Universidade dos Açores, Portugal

Henrique Teixeira Gil, Escola Superior de Educação - Instituto Politécnico, Portugal  
Hilda Carvalho de Oliveira, UNESP - Universidade Estadual Paulista , Brasil  
Iolanda Cláudia Sanches Catarino, Universidade Norte do Paraná - UNOPAR, Brasil  
João Varajão, Universidade do Minho, Portugal  
Joaquim Sousa Pinto, Universidade de Aveiro, Portugal  
Jorge Barbosa, UNISINOS, Brasil  
José Metrolho, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Portugal  
José Manuel Gonçalves , Escola Superior Agrária de Coimbra, Portugal  
José Maria David, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Brasil  
Leonor Teixeira, Universidade de Aveiro, Portugal  
Luis Marcelino, Instituto Politécnico de Leiria, Portugal  
Luís Gomes, Universidade dos Açores, Portugal  
Maria Clicia Stelling de Castro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil  
Mónica Costa, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Portugal  
Nuno Fortes, Instituto Politécnico de Coimbra, ESTGOH, Portugal  
Patricia Scherer Bassani, Universidade Feevale, Brasil  
Paulo Rech Wagner, PUCRS, Brasil  
Pedro Pina, Instituto Politécnico de Coimbra - ESTGOH, Portugal  
Rodrigo Bonacin, Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, Brasil  
Soraia Prietch, Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil  
Vinicius Bezerra, Universidade Presbiteriana Mackenzie, Brasil  
Vitor Gonçalves , Instituto Politécnico de Bragança, Portugal  
Yuska Aguiar, Universidade Federal da Paraíba, Brasil  
Adelaide Bianchini, Universidad Simón Bolívar, Venezuela  
Alberto Cano Rojas, Universidad de Córdoba, Espanha  
Alejandro Zunino, Tandil University, Argentina  
Álvaro Suárez Sarmiento, Las Palmas de Gran Canaria University, Espanha  
Anibal Zaldivar Colado, Universidad Autónoma de Sinaloa, México  
Claudia Marcos, Unicen University, Argentina  
Claudia Pons, National University of La Plata, Argentina  
Cristian Mateos, ISISTAN - CONICET, Argentina  
David Lizcano, Open University of Madrid, UDIMA, Espanha  
Dominique Decouchant, Universidad Autónoma Metropolitana, México  
Elsa M<sup>a</sup> Macías-López, Las Palmas de Gran Canaria University, Espanha  
Emilio Insfran, Universitat Politècnica de València, Espanha  
Erick Lopez Ornelas, Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), México  
Eva Lorenzo Iglesias, Universidad de Vigo, Espanha  
Federico Botella, Miguel Hernández University of Elche, Espanha  
Francisco J. Garcia Penalvo, Universidad de Salamanca, Espanha  
Guillermo Feierherd, Universidad Nacional de Tierra del Fuego, Argentina  
Isidro Ramos, Universidad Politécnica de Valencia, Espanha  
Javier Troya, Universidad de Sevilla, Espanha  
Juan Boubeta-Puig, University of Cádiz, Espanha  
Katja Gilly, Universidad Miguel Hernandez, Espanha  
Luis Martínez, Universidad de Jaen, Espanha  
Maria Ángeles Moraga, Universidad de Castilla-la Mancha, Espanha  
Maria Luque Rodríguez, Universidad de Córdoba, Espanha

Miguel Ángel Marzal, Universidad Carlos III de Madrid, Espanha  
P. Pablo Garrido Abenza, Universidad Miguel Hernandez, Espanha  
Pablo Muñoz Martínez, Universidad de Alcalá, Espanha  
Ruben Gonzalez Crespo, Universidad internacional de La Rioja (UNIR), Espanha  
Salvador Alcaraz, Universidad Miguel Hernandez, Espanha

## **CONFERÊNCIA IADIS IBERO-AMERICANA COMPUTAÇÃO APLICADA**

### **CO-CHAIRS**

Cristiano Costa, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Brasil  
Paula Miranda, Escola Superior de Tecnologia, IPS, Portugal

### **PROGRAM CO-CHAIRS**

Pedro Isaías, The University of Queensland, Australia  
Mário Dantas, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil

### **MEMBROS DO COMITÉ**

Alvaro Luis Bustamante, Universidad Carlos III de Madrid, Espanha  
Angel Perles Ivars, Universitat Politecnica de Valencia, Espanha  
Antonio Marti Campoy, Universitat Politecnica de Valencia, Espanha  
Carolina Tripp-Barba, Universidad Autonoma de Sinaloa, México  
Cristian Garcia Bauza, UNCPBA-PLADEMA-CONICET, Argentina  
Esteban Robles Luna, LIFIA - UNLP, Argentina  
Francisco Rodríguez Ballester, Universitat Politècnica de València, Espanha  
Javier Muguerza, Universidad del País Vasco, Espanha  
José Alfonso Aguilar, Universidad Autónoma de Sinaloa, México  
José Alfredo Cobian Campos, Universidad Nacional Autonoma De México, México  
Jose Angel Banares Banares, Universidad De Zaragoza, Espanha  
Jose L. Sanchez, Universidad de Castilla-la Mancha, Espanha  
Jose Luis Vazquez-Poletti, Universidad Complutense de Madrid, Espanha  
Juan Vicente Capella Hernandez, Universitat Politècnica de València, Espanha  
Manuel E. Acacio Sanchez, Universidad de Murcia, Espanha  
Maria Eugenia Cabello Espinosa, Universidad de Colima, México  
Maria José Gil, Universidad De Deusto, Espanha  
Nestor Calvo, Universidad Nacional del Litoral, Argentina  
Pablo Rabanal, Universidad Complutense de Madrid, Espanha  
Rafael Mayo-Garcia, Ciemat, Espanha  
Remo Suppi, Universidad Autónoma de Barcelona, Espanha  
Vicente González A., Universidad Católica, Paraguai  
Amaury Antonio De Castro Jr, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

Ana Winck, Universidade Federal de Santa Maria, Brasil  
Ana Carolina Bertoletti De Marchi, Universidade de Passo Fundo, Brasil  
Ana Claudia Barbosa, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Brasil  
Anderson Luiz Fernandes Perez, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil  
Andre Aquino, Instituto de Computação, Brasil  
Andrea Teresa Riccio Barbosa, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil  
Carla Osthoff, Laboratorio Nacional de Computação Cientifica, Brasil  
Carlos Holbig, Universidade de Passo Fundo, Brasil  
Carlos Montez, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil  
Carlos Valencio, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita F, Brasil  
Celso Costa, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil  
Diego Carvalho, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Sucko, Brasil  
Eduardo Alchieri, Universidade de Brasilia, Brasil  
Edward Moreno, UFS, Brasil  
Elisangela Silva Da Cunha Rodrigues, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil  
Fabio Iaione, FACOM/UFMS, Brasil  
Fabricio Augusto Rodrigues, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil  
Geraldo Zafalon, UNESP/SJRP, Brasil  
Giovanni Cordeiro Barroso, Universidade Federal do Ceara, Brasil  
Gustavo Pessin, Instituto Tecnológico Vale, Brasil  
Heitor S. Ramos, Universidade Federal de Alagoas, Brasil  
Henrique Freitas, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Brasil  
Joice Seleme Mota, Instituto Federal Catarinense, Brasil  
Kalinka Branco, Universidade de São Paulo, Brasil  
Kelton Augusto Pontara da Costa, Fatec-Campus Bauru, Brasil  
Kleinner Farias, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil  
Leandro Alves Neves, DCCE/IBILCE/São Paulo State University (UNESP), Brasil  
Luciano Gonda, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil  
Marcelo Da Silva Hounsell, Universidade do Estado de Santa Catarina, Brasil  
Márcio Castro, Federal University of Santa Catarina (UFSC), Brasil  
Marco Antonio Sandini Trentin, Universidade de Passo Fundo, Brasil  
Marco Aurélio Spohn, UFFS, Brasil  
Marcos Fagundes Caetano, Univerisidade de Brasilia, Brasil  
Margrit Krug, UNISINOS, Brasil  
Merisandra Côrtes de Mattos Garcia, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Brasil  
Rafael Pasquini, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil  
Rafael Stubs Parpinelli, Universidade do Estado de Santa Catarina, Brasil  
Raimundo Correa De Oliveira, UEA, Brasil  
Ricardo Ribeiro Dos Santos, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil  
Roberto Willrich, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil  
Rodrigo Da Rosa Righi, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil  
Rogéria C. G. Souza, UNESP/SJRP, Brasil  
Rogerio Antonio Casagrande, UNESC - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Brasil  
Roseclea Duarte Medina, Universidade Federal de Santa Maria, Brasil  
Silas Evandro Nachif Fernandes, Universidade Federal de São Carlos, Brasil  
Tales Bogoni, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil  
Valeria Quadros, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

# PALESTRA CONVIDADA

## PROCESSOS INTENSIVOS EM CONHECIMENTO E COLABORAÇÃO ATRAVÉS DAS MÍDIAS SOCIAIS

**Pela Professora Flávia Maria Santoro,  
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro,  
Brasil**

### RESUMO

Processos Intensivo em Conhecimento são aqueles em que o conhecimento, experiência e capacidade de tomada de decisão dos participantes são fundamentais. Uma característica que pode ser destacada é orientação para a colaboração e o fato das atividades não terem um fluxo estruturado e previsível. Neste contexto, as interações através de mídias sociais são fonte de entendimento para aspectos inerentes a estes processos e como seus participantes se comportam. Nesta palestra serão explorados conceitos e possibilidades de pesquisa e aplicações da extração de conhecimento em mídias sócias com vistas a apoiar processos intensivos em conhecimento.



# Artigos Longos



# PROBLEMA DE PROGRAMAÇÃO INTEGRADA DE HORÁRIOS E RECURSOS ORGANIZACIONAIS

Arminda Pata<sup>1</sup> e Ana Moura<sup>2</sup>

<sup>1</sup>DEGEIT – Universidade de Aveiro, Portugal

<sup>2</sup>CIDMA/DEGEIT – Universidade de Aveiro, Portugal

## RESUMO

A maior esperança de vida estimula o envelhecimento da população ativa, proporcionando desta forma a sustentabilidade da sociedade. Apesar das iniciativas implementadas nas organizações para prevenir a saúde dos trabalhadores, ao longo de toda a carreira profissional, existe um problema comum e dispendioso que afeta milhões de cidadãos ativos na União Europeia, as lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho (LMERT). Tal pode decorrer das atitudes e comportamentos dos colaboradores, do resultado da etiologia, ou de dificuldades em transpor para os locais de trabalho o conhecimento científico. Essas lesões podem prejudicar a vida das pessoas em contextos transversais (profissional, familiar e social). Surge assim um problema denominado problema de programação integrada de horários e recursos organizacionais (PPIHRO). Para caracterização e posterior resolução do PPIHRO, apresentam-se, neste trabalho, dois modelos de programação linear inteira que ajudam a tomada de decisões aquando a elaboração dos horários de trabalho, com vista a assegurar aos cidadãos um envelhecimento ativo, em segurança, com saúde e qualidade de vida. Os modelos apresentados são passíveis de ser integrados com abordagens heurísticas e metaheurísticas para a resolução do PPIHRO.

## PALAVRAS-CHAVE

Modelos de programação linear inteira, programação de horários, problemas de afetação e sequenciamento, avaliação dos riscos de LMERT

## 1. INTRODUÇÃO

Em contexto real de trabalho é essencial gerar e obter soluções admissíveis, num curto espaço de tempo, devido à sua grande complexidade. O problema apresentado (PPIHRO), é um problema complexo que caí dentro do espectro dos problemas de otimização combinatória. Alguns investigadores, de distintas áreas, entre as quais: engenharia, matemática, entre outras, desenvolveram uma enorme variedade de estudos para solucionar problemas reais. Para se resolver problemas de otimização combinatória e dependendo das suas características, pode-se recorrer a: (1) programação inteira, uma abordagem direta ou exata, e focada nos conceitos da programação linear; (2) abordagens heurísticas e com pesquisa local, com extensões e variantes, denominadas metaheurísticas; (3) estudos que hibridizam métodos exatos e métodos heurísticos para explorar as vantagens de cada um dos métodos na tomada de uma determinada decisão. A exposição às fontes do dano de LMERT continua a afetar as pessoas nos países desenvolvidos e em vias de desenvolvimento (Occipinti & Colombini 2016) devido à maior esperança de vida e ao natural prolongamento das carreiras profissionais cada vez mais longas. Os locais de trabalho devem ser seguros e saudáveis (AESST 2016). O PPIHRO consiste em integrar problemas decorrentes da organização do trabalho para minimizar hipotéticas LMERT e problemas de afetação, tendo como objetivo prolongar a vida ativa dos colaboradores nas organizações. A eficiência das afetações estabelecidas entre os recursos organizacionais (humanos e técnicos), reflete e manipula a dimensão de determinados custos a suportar pelas empresas e pode interferir na saúde, segurança, qualidade de vida e bem-estar dos recursos humanos. O intuito geral do problema centra-se então em apresentar novos métodos de trabalho que admitam integrar no planeamento e organização do trabalho, características individuais específicas inerentes aos recursos existentes e criar as afetações mais apropriadas. Neste artigo, além de se apresentar o problema em causa (Secção 2), são também apresentados modelos de programação linear inteira para a sua caracterização e resolução (Secção 3). Por fim, na Secção 4, são apresentadas algumas conclusões e considerações finais, limitações e trabalhos futuros.

## 2. PPIHRO

### 2.1 Pressupostos e Dados de Entrada

Para explicar os modelos usados para caracterizar o problema da seleção do recurso humano apto a ocupar um posto de trabalho em determinada estação, são adotados alguns pressupostos e estabelecidos os dados de entrada do problema. Para isso, consideram-se os seguintes pressupostos: (1) Uma estação de trabalho pode ter um ou vários postos até um limite máximo igual ao número teórico de postos necessários na estação, para uma distribuição equilibrada da carga de trabalho, e cada posto só pode ser ocupado por um único recurso humano; (2) A duração diária das tarefas encontra-se pré-definida e distribuída por períodos (início/termo); (3) No preenchimento do horário, a mudança de estação (por um recurso humano) só pode ocorrer após um dado intervalo de tempo (início/termo) e esta mudança tem de coincidir com o início de um novo período (início); (4) Um recurso humano só deve trabalhar um certo tempo em cada posto (limite da exposição permitida); (5) Em cada período não pode existir sobreposição de postos, para um mesmo recurso humano; (6) Um recurso humano pode executar várias operações, desde que se encontre apto a realizar o trabalho, e por isso, num mesmo dia de trabalho, pode trabalhar em estações de trabalho distintas, logo, pode ocupar distintos postos; (7) Um recurso humano só pode ocupar um posto para o qual tenha capacidade e condição de saúde para realizar a(s) tarefa(s), inerentes. Para além destes pressupostos, são considerados alguns dados de entrada que dependem do contexto de trabalho da organização (planeamento do trabalho) e dos gestores de recursos humanos (organização do trabalho): horizonte temporal do horário (número de dias); número de períodos diários; configuração diária dos períodos (início/termo); número de estações de trabalho; número de recursos humanos; duração diária das operações de cada estação (carga horária); períodos onde se realizam as operações de cada estação (cada estação pode ter um ou vários postos e cada posto pode ser posicionado num período ou vários); tempo máximo de permanência dos recursos humanos na estação (valor indicativo da exposição permitida); situações de risco (físicos ou profissionais, individuais, organizacionais e psicossociais) e partes do corpo presentes em cada estação; pesos das penalizações; capacidade de realização de trabalho, formação e preferências, dos recursos humanos por estação.

### 2.2 Definição das Fontes de LMERT

Para planejar as afetações dos recursos humanos às estações, deve-se então ter em consideração um conjunto de matrizes binárias que representam a presença das fontes de risco em cada estação e são usadas na construção da solução. Essas fontes resultam da pesquisa bibliográfica de modelos conceituais (Armstrong et al. 1993; Nunes 2006; Karsh 2006), métodos de identificação e métodos de avaliação do risco (Serranheira, et al., 2012; Serranheira, et al., 2005) que permitiram apurar a natureza das situações de risco e a índole das partes do corpo usadas na realização de tarefas. São então consideradas vinte e uma situações de risco e seis conjuntos tipo de partes do corpo expostas ao dano de LMERT. A natureza das situações de risco (de 1 a 21) que podem estar presentes na estação de trabalho são: (A) Riscos físicos ou profissionais (1. posturas corporais extremas; 2. aplicação de força; 3. repetitividade de gestos ou movimentos; 4. exposição a elementos mecânicos; 5. movimentação manual de cargas; 6. choques ou impactos; 7. temperaturas extremas – calor ou frio); (B) Riscos individuais (8. Idade; 9. Género; 10. Peso; 11. características antropométricas; 12. situação de saúde; 13. estilo de vida; 14. patologias); (C) Riscos organizacionais e psicossociais (15. ritmo intenso de trabalho; 16. monotonia das tarefas; 17. relacionamento interpessoal; 18. pressão temporal; 19. avaliação de desempenho; 20. insatisfação profissional; 21. modelo organizacional de produção). Realizar tarefas numa determinada estação pode implicar a utilização de determinadas partes do corpo. Cada conjunto de partes do corpo diz respeito a um campo de aplicação de um ou mais métodos de avaliação do risco profissional de LMERT, usados periodicamente nas organizações pelos técnicos superiores de segurança no trabalho para avaliar os postos de trabalho. A índole das partes do corpo são (de 1 a 6): (1) corpo inteiro (McAtamney & Hignett 2000); (2) membros superiores (McAtamney & Corlett 1993; Kilbom 1994; Christmannsson 1994; Moore & Garg 1995); (3) membros superiores e coluna (Geoffrey, et.al., 2008); (4) membros superiores e tronco (Kee & Karwowski 2001); (5) membros superiores, membros inferiores e coluna (Karhu, et.al., 1977; Matila & Vilkki, 1999); (6) membros superiores, membros inferiores, cabeça e tronco (Corlett, et al., 1979).

## 2.3 Caraterização Individual dos Recursos Organizacionais

Para planejar e organizar o trabalho dos recursos humanos são contempladas três fases: (1) problema de afetação e sequenciamento; (2) problema da monitorização das LMERT; (3) Problema de programação do horário individual de trabalho. Cada fase é considerada como sendo um problema individual (de 1 a 3) com diversas restrições/pressupostos e objetivos, estando estes sempre relacionados com os benefícios individuais dos recursos humanos e com a organização do próprio trabalho. Nas afetações estabelecidas (recurso humano vs estação de trabalho) são consideradas as categorias seguintes: (i) competências, (ii) capacidade de adaptação, (iii) estilo de vida, (iv) contributos, (v) formação profissional e académica, (vi) ergonomia e (vii) condição de saúde. Estas categorias são avaliadas pelo decisor através de uma pontuação (de 1 a 7) de acordo com: (7) condição máxima; (6) condição muito elevada; (5) condição elevada; (4) condição média; (3) condição moderada; (2) condição mínima; e (1) inapto, adaptada do instrumento de medida desenvolvido por *Sydney Katz* (Katz, et al., 1963), inicialmente desenvolvido para avaliar a independência de um grupo de idosos em atividades diárias e usada neste trabalho para avaliar o condição do trabalhador em realizar o trabalho de cada estação. A escala (de 1 a 7) pode permitir maior variância na classificação dos trabalhadores e naturalmente caraterizar melhor o grupo de trabalho. As caraterísticas individuais dos recursos humanos são indispensáveis à realização do próprio trabalho, por isso cada uma das categorias (i a vii) são apuradas através de listas de verificações criadas pelo próprio decisor. Cada uma dessas categorias é então representada por uma lista de verificações que recebe a pontuação (de 1 a 7), atribuída pelo decisor, sendo no final calculada a média dos itens da lista para apurar o valor a inserir na matriz. O resultado, de todas as listas de verificações, dá assim origem a um conjunto de matrizes (de 1 a 7) que podem ser usadas posteriormente como *inputs* na elaboração dos horários de trabalho. Para estabelecer as afetações mais apropriadas às caraterísticas que definem e caraterizam individualmente os recursos humanos, devem-se maximizar os benefícios. Um benefício é maior ou menor dependendo da pontuação das caraterísticas que definem os recursos (humanos e técnicos). Partindo do princípio que as afetações estabelecidas não são as ideais, mesmo maximizando os benefícios das atribuições criadas (e.g. afetar sempre o recurso humano com a pontuação mais alta à estação), numa situação destas, um horário que esteja totalmente preenchido, expõe sempre o mesmo colaborador aos mesmos danos de LMERT, porque é sempre o mesmo trabalhador a realizar o trabalho da estação, estando exposto constantemente às mesmas condições de realização do trabalho. Daí torna-se essencial estabelecer afetações tendo em consideração o equilíbrio da permanência individual do candidato (carga horária) nas fontes de LMERT. Neste contexto, são então desenvolvidos dois modelos matemáticos para resolução do problema. Não obstante, os recursos humanos devem sempre respeitar as normas de higiene e segurança no trabalho e zelar pelo bem-estar e qualidade de vida profissional, familiar e social.

## 3. MODELOS MATEMÁTICOS PARA RESOLUÇÃO

### 3.1 Modelo Teórico

O modelo teórico do PPIHRO (Figura 1) representa a integração de condicionamentos no planeamento e organização do trabalho dos recursos organizacionais. O modelo inicial é então representado por:

(1) um conjunto de estações em que é comum a repetitividade de gestos e movimentos na realização de tarefas monótonas inerentes a cada posto e uma força de trabalho com tendência a envelhecer nas próximas décadas.

(2) uma distribuição equilibrada da carga de trabalho (disposição das tarefas pelos postos de trabalho), sem considerar a harmonia da permanência dos recursos humanos, nas fontes de risco de LMERT.

(3) ausência de padronização de valores limite de exposição nas fontes de LMERT (problema de controlo).

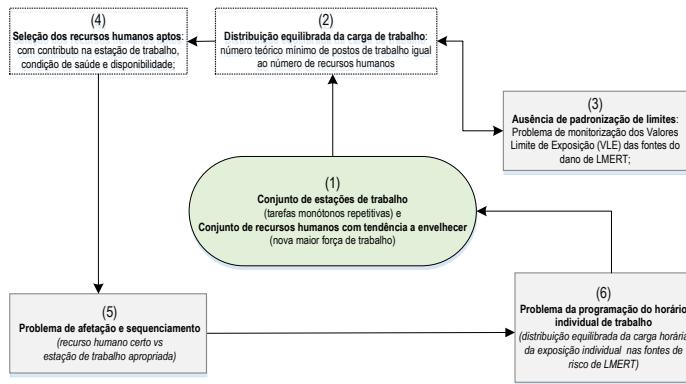


Figura 1. Modelo teórico do PPIHRO

(4) seleção do trabalhador apto para cumprir o trabalho com eficiência, em condições de saúde e segurança.

(5) associação do recurso humano certo ao posto de trabalho mais adequado às suas características individuais.

(6) programação do horário individual de trabalho com a exposição individual às fontes de LMERT equilibrada.

### 3.2 Modelos Matemáticos

Por forma a caracterizar o PPIHRO, desenvolveram-se modelos matemáticos, com base numa combinação de algumas propostas encontradas na literatura, aplicadas a horários escolares e escalas de trabalhadores em distintos contextos de trabalho (Bolaji, et al., 2014; Brito, et al., 2012; Sabar, et al., 2012). São então sugeridos dois modelos de programação linear inteira para o problema de programação do trabalho dos recursos humanos nas estações de trabalho, o primeiro modelo (secção 3.2.1), pretende maximizar os benefícios das afetações estabelecidas entre recursos humanos e estações de trabalho, de acordo com os atributos dos recursos humanos em realizar o trabalho de determinada estação; o segundo modelo, (secção 3.2.2), pretende minimizar a exposição dos recursos humanos nas fontes de risco de LMERT através da distribuição equilibrada das situações de risco e do uso das partes do corpo, inerentes à realização do próprio trabalho. Ambos os modelos obedecem a dois grupos de restrições:

**(1) Restrições fortes (RF)**, as que tem obrigatoriamente de ser respeitadas para que seja gerada uma solução:

(RF1) – Cada recurso humano, em cada um dos períodos do horizonte temporal do horário, deve ser afeto a um único posto de trabalho; (RF2) – Cada posto de trabalho, em cada um dos períodos do horizonte temporal do horário, deve ser ocupado por um único recurso humano. (RF3) – Um recurso humano só deve ser afeto a um posto de trabalho se for considerado apto; (RF4) – O número de recursos humanos aptos deve ser igual ou superior ao número de postos de trabalho total; (RF5) – O limite de tempo de trabalho de um recurso humano não deve ser excedido; (RF6) – A carga horária de cada estação de trabalho deve ser cumprida; Assim, só são consideradas admissíveis as soluções que respeitem todas as restrições fortes (RF), isto é, o preenchimento do horário só se realiza se estas restrições não forem violadas.

**(2) Restrições fracas (rf)**, podem eventualmente ser violadas e manipulam a qualidade da solução gerada, através da atribuição de uma penalização na função objetivo: (rf1) – No horário individual de um recurso humano não devem existir períodos livres (ocupação dos recursos humanos); (rf2) – Num horizonte temporal, as estações de trabalho não devem ter tempos inativos (ocupação das estações de trabalho); (rf3) – A permanência de um recurso humano numa estação de trabalho não deve exceder os valores pré-definidos de exposição às situações de risco e ao uso das partes do corpo inerentes à realização do trabalho dessa estação (permanência na estação de trabalho); (rf4) – A exposição acumulada por um recurso humano, em todas as situações de risco, de todas as estações de trabalho, não pode exceder a duração dos valores de exposição, pré-estabelecidos (exposição às situações de risco); (rf5) – A exposição acumulada por um recurso humano nas partes do corpo, usadas em todas as estações onde se realiza trabalho, não pode exceder

a duração dos valores de exposição pré-estabelecidos (uso das partes do corpo); (rf6) – No horário de um recurso humano, uma estação de trabalho, não pode aparecer em períodos alternados no mesmo dia (agrupamento de estações de trabalho); (rf7) – No horário de um recurso humano, uma estação de trabalho, não pode aparecer isolada num período no mesmo dia (isolamento de estações de trabalho).

### 3.2.1 Modelo I

O presente modelo consiste na programação do trabalho dos recursos humanos com o objetivo de maximizar os benefícios das afetações estabelecidas com as estações de trabalho. O objetivo incide em encontrar recursos humanos aptos a desempenhar a(s) tarefa(s) das estações de trabalho, por forma a que a soma dos benefícios seja a maior possível, satisfazendo todas as restrições inerentes. Considerem-se os parâmetros e as variáveis:

- $RH_i = \{1, \dots, RH\}$ : conjunto de recursos humanos;
- $ET_j = \{1, \dots, ET\}$ : conjunto de estações de trabalho;
- $k_j = \{1, \dots, K\}$ : conjunto de postos de trabalho de uma estação de trabalho  $j$ ;
- $b_{ij}$ : variável inteira indica o benefício da afetação criada entre o recurso humano  $i$  e a estação de trabalho  $j$ ;
- $t_i$ : variável inteira indica o tempo máximo de trabalho de um recurso humano  $i$ ;
- $ch_j$ : variável inteira indica a carga horária de trabalho de cada estação de trabalho  $j$ ;

Cada recurso humano é definido por um conjunto de fatores que o definem e caracterizam individualmente e lhe permitem, ou não, executar a(s) tarefa(s) inerentes aos postos de trabalho de determinadas estações. Cada posto é ocupado somente por um recurso humano e uma estação de trabalho pode conter diversos postos. Assim, considera-se que um recurso humano apto pode realizar trabalho em uma estação de trabalho ou mais, consoante as suas aptidões e limitações. Assim temos as seguintes variáveis binárias:

- $LRCA_{ij} = 1$ , se o recurso humano  $i$  está apto para trabalhar na estação de trabalho  $j$ , e igual a 0 se não;
- $M_{ij} = 1$ , se o recurso humano  $i$  está afeto à estação de trabalho  $j$ , e igual a 0 se não;

Para atribuir recursos humanos aptos a estações que sejam apropriadas às características individuais, deve-se ter em consideração os benefícios associados e maximizá-los. Assim temos:

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^{rh} \sum_{j=1}^{et} b_{ij} M_{ij} \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^{RH} M_{ij} = k_j, \quad \forall j \in ET, \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^{ET} M_{ij} = 1, \quad \forall i \in RH, \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^{RH} (M_{ij} - LRCA_{ij}) = 0, \quad \forall j \in ET, \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^{ET} M_{ij} \leq t_i, \quad \forall i \in RH, \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^{RH} M_{ij} \leq ch_j, \quad \forall j \in ET, \quad (6)$$

$$M_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i \in RH, \quad \forall j \in ET \quad (7)$$

Neste contexto, e apesar da complexidade do problema, este pode ser simplificado e representado com base nos modelos dos problemas típicos de afetação. A função objetivo (1) permite maximizar a soma dos benefícios que cada recurso humano tem quando afeto a uma determinada estação de trabalho. Este objetivo está sujeito às seguintes restrições: equação (2) garante que, em cada período de planeamento, e em cada estação de trabalho, são afetos somente os recursos humanos necessários à ocupação de todos os postos de

trabalhos que constituem cada estação, sendo esta a restrição forte RF1. A equação (3), impõe que em cada período de planeamento, cada recurso humano é afeto a uma única estação de trabalho, restrição forte RF2. A equação (4) verifica que são afetos somente os recursos humanos aptos na estação de trabalho  $j$  (restrição forte RF3). Desta forma, estas três restrições (RF1, RF2 e RF3) garantem que a restrição forte RF4 seja cumprida. A equação (5) permite também garantir que, o limite de tempo de trabalho de um recurso humano não é excedido (restrição forte RF5). A equação (6) garante que a carga horária de cada estação de trabalho é cumprida (restrição forte RF6). Por fim, a condição (7) indica o domínio da variável de decisão. Por si só este modelo vai garantir as restrições fortes RF1, RF2, RF3, RF4, RF5 e RF6.

No entanto, a realização do próprio trabalho (mesmo estando dentro dos limites desejados para uma distribuição equilibrada da carga horária) submete sempre os recursos humanos à exposição às fontes de LMERT das estações de trabalho, devido às ocorrências inerentes à concretização das operações. Logo, o facto de um recurso humano estar constantemente a executar trabalho numa mesma estação de trabalho, faz com que esse recurso humano fique sujeito a um risco de LMERT tendencialmente maior, a longo prazo. Daí ser necessário também haver uma rotação e flexibilidade na afetação dos recursos humanos aos postos, assim como garantir que um recurso humano com pontuações de risco elevado de concretização do dano de LMERT, em determinadas estações de trabalho, possa na mesma ser afeto a estas, mas por períodos de tempo menores. Assim será necessário por vezes, relaxar algumas das restrições fracas para que os horários sejam mais flexíveis e para que fiquem totalmente preenchidos.

### 3.2.2 Modelo II

O objetivo incide em encontrar candidatos aptos a cumprir as tarefas de uma determinada estação de trabalho e disponíveis no período, tal que a solução encontrada, seja a melhor possível. Para isso, irão ser consideradas as restrições fracas do problema. A ideia é, para a carga de trabalho distribuída de forma equilibrada por todas as estações, associa-se um recurso humano apto, a um posto de trabalho. Essa afetação irá ocorrer num período específico e terá um tempo máximo de permanência, permitido para a exposição individual desse recurso humano, nas situações de risco e no uso das partes do corpo inerentes à realização do próprio trabalho. Este tempo máximo idealmente e preferencialmente não deve ser ultrapassado, no entanto, existem situações em que é necessário violar estas restrições para que se encontrem soluções para o problema. Esta violação irá ter uma penalização no valor da solução. O interesse ou hipótese de cumprir, ou não, uma dada restrição fraca, reflete a importância dessa restrição na formulação do problema. Neste contexto, considerem-se então os seguintes parâmetros e variáveis:

- $PD_p = \{1, \dots, PD\}$ : conjunto de períodos diários;
  - $SR_s = \{1, \dots, SR\}$ : conjunto de situações de risco;
  - $PC_c = \{1, \dots, PC\}$ : conjunto de partes do corpo;
  - $rf_r = \{1, \dots, 5\}$ : conjunto de restrições fracas do problema, consideradas no modelo;
  - $f(rf_r)$ : função de avaliação da restrição  $rf_r$ ;
  - $Prf_r$ : peso atribuído quando a restrição  $r$  não é cumprida;
  - $CH_j$  representa a carga horária da estação de trabalho  $j$ .
  - $CHET_j$  valor de permanência máxima permitida para realizar trabalho na estação de trabalho  $j$ , dado em número de períodos.
  - $PRH_i$  representa os períodos de trabalho destinados a cada recurso humano  $i$  no horizonte temporal.
  - $LSRRH_i$  é o limite de exposição a situações de risco do recurso humano  $i$ , dado em número de períodos.
  - $LPCRH_{ic}$  é o limite do uso das partes do corpo de um recurso humano na realização de trabalho, dado em períodos de tempo.
  - $VLE_{ij}$  : variável inteira que indica o tempo de exposição permitida ao recurso humano  $i$  na estação de trabalho  $j$  decorrente da exposição às situações de risco e partes do corpo; Esta variável definida pelo decisor, é resultado da conjugação entre as variáveis  $LPCRH_{ic}$ , limite do uso das partes do corpo de um recurso humano na realização de trabalho e  $LSRRH_i$ , limite de exposição a situações de risco do recurso humano  $i$ .
  - $P_{ipj} = 1$  indica que no horário do recurso humano  $i$  o período  $p$  se encontra ocupado pela estação de trabalho  $j$ . Caso contrário,  $P_{ipj} = 0$ .
  - $SRET_{js} = 1$  indica se a situação de risco  $s$  está presente na estação de trabalho  $j$ . Caso contrário,  $SRET_{js} = 0$ .
  - $PCET_{jc} = 1$  indica se a parte do corpo  $c$  está presente na estação de trabalho  $j$ . Caso contrário,  $PCET_{jc} = 0$ .
- Uma solução só é considerada admissível se todas as restrições fortes são atendidas, caso contrário, a solução não é admissível. As restrições fracas (de  $rf1$  a  $rf5$ ) quando não respeitadas implicam apenas perda na

qualidade da solução, em termos de valor da função objetivo. Logo, cada restrição tem um peso associado que influencia a qualidade da solução final e que são dados de entrada do problema. Considera-se então o seguinte modelo:

$$\text{Min} \sum_{r=1}^5 [Prf_r \times f(rf_r)] \quad (8)$$

*Sujeito a:*

$$\sum_{j \in ET} M_{ij} - f(rf_1) \leq \text{PRH}_i, \quad \forall i \in RH \quad (9)$$

$$\sum_{i \in RH} \sum_{p \in PD} P_{ipj} - f(rf_2) \leq \text{CH}_j, \quad \forall j \in ET \quad (10)$$

$$\sum_{i \in RH} \sum_{p \in PD} P_{ipj} - f(rf_3) \leq \text{CHET}_j, \quad \forall j \in ET \quad (11)$$

$$\sum_{j \in ET} (SRET_{js} \times M_{ij}) - f(rf_4) \leq \text{LSRRH}_{is}, \quad \forall i \in RH, \forall s \in SR \quad (12)$$

$$\sum_{j \in ET} (PCET_{jc} \times M_{ij}) - f(rf_5) \leq \text{LPCRH}_{ic}, \quad \forall i \in RH, \forall c \in PC \quad (13)$$

$$M_{ij}, P_{ipj}, SRET_{js}, PCET_{jc} \in \{0,1\}, \quad \forall i \in RH, \forall s \in SR, \forall p \in PD, \forall c \in PC, \forall j \in ET \quad (14)$$

O objetivo (8) é a minimização da soma das eventuais penalizações do conjunto de restrições fracas do PPIHRO. Este objetivo está sujeito às seguintes restrições: equação (9) garante que o número de períodos de trabalho de um recurso humano não é excedido; equação (10) está relacionada com a ocupação das estações de trabalho garantindo-se assim que a carga horária das estações de trabalho, não deve ser excedida; com a equação (11) é garantido que a permanência de um recurso humano numa estação de trabalho, não excede o valor de permanência permitida na estação para esse recurso humano; a restrição definida pela equação (12) garante que cada um dos recursos humanos não excede o valor permitido de exposição às situações de risco; e por fim a equação (13) garante que cada recurso humano não excede o valor pré-definido de uso das partes do corpo. A equação (14) caracteriza o domínio das variáveis.

## 4. CONCLUSÃO

Perante as alterações demográficas, decorrentes da maior esperança de vida, torna-se urgente criar meios para assegurar o futuro de uma sociedade com propensão para envelhecer de forma ativa. Em processos com tarefas manuais, monótonas e repetitivas, aliar o balanceamento da carga horária de trabalho, com a imposição de limites máximos de exposição, às fontes com potencial para causar LMERT nos recursos humanos, pode ajudar o decisor ou gestor de recursos humanos não só a monitorizar algumas hipotéticas lesões, como também a prolongar a vida ativa dos colaboradores mais velhos nas organizações, graças à qualidade de vida que supostamente passam a usufruir. Posicionar os recursos humanos nos períodos do horário do mapa geral de trabalho, que representa a distribuição equilibrada da carga de trabalho em um certo horizonte temporal pode ser uma tarefa árdua e de difícil resolução, devido à enorme variedade de restrições e variáveis a considerar. A necessidade de inclusão de uma enorme variedade de imposições para gerir a qualidade de vida de uma nova força de trabalho, composta por recursos humanos mais velhos, torna-se essencial para resolver o PPIHRO. Os modelos de programação linear inteira propostos permitem que seja o decisor a validar todos os parâmetros de avaliação/classificação dos recursos humanos, assim como todas as definições relativas a LMERT. As limitações do trabalho centram-se na ausência de referências na literatura: (1) relativas à caracterização do PPIHRO quando se pretende monitorizar as LMERT (e.g. definir o tempo de permanência permitida na estação e estabelecer as restrições e os respetivos pesos de penalização), (2) à definição das fontes de tais lesões (e.g. situações de risco (1 a 21), tipo de partes do corpo usadas na

realização do trabalho (1 a 6)) e (3) em relação aos valores padrão para indicar a exposição permitida em cada uma das fontes do dano, tal como existe para o ruído e para as vibrações. Em trabalhos futuros, os modelos matemáticos propostos podem ser testados por ferramentas, no sentido de otimizar a programação matemática. A análise deste problema recorrendo a abordagens exatas pode também encaminhar o estudo para a integração destes modelos de programação linear inteira com metaheurísticas desenvolvidas com o intuito de construir a melhor solução para o problema, e a aplicar as abordagens criadas em contexto real de trabalho.

## REFERÊNCIAS

- AESST, 2016. Locais de trabalho saudáveis para todas as idades : promover uma vida profissional sustentável : guia da campanha.
- Armstrong, T. et al., 1993. A conceptual model for work-related neck and upper-limb musculoskeletal disorders. *Scand J Work Environ Health*, 19(2), pp.73–84.
- Bolaji, A. et al., 2014. University course timetabling using hybridized artificial bee colony with hill climbing optimizer. *Journal of Computational Science*, 5(5), pp.809–818.
- Brito, S. et al., 2012. A SA-VNS approach for the High School Timetabling Problem. *Electronic Notes in Discrete Mathematics*, 39, pp.169–176.
- Christmannsson, M., 1994. The HAMA-method: a new method for analysis of upper limb movements and risk for work-related musculoskeletal disorders. In Proceedings of the 12th Triennial Congress of the International Ergonomics Association/Human Factors Association of Canada, pp. 173–175.
- Corlett, N., Madeley, S. & Manenica, I., 1979. Posture Targetting a technique for recording working postures. *Ergonomics*, 22, pp.357–366.
- Geoffrey, D. et al., 2008. The development of the Quick Exposure Check (QEC) for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Applied Ergonomics*, 39(1)(1), pp.57–69.
- Karhu, O., Kansi, P. & Kuorinka, I., 1977. Correcting working postures in industry: a practical method for analysis *Applied Ergonomics*, 8(4), pp.199–201.
- Karsh, B., 2006. Theories of work-related musculoskeletal disorders: Implications for ergonomic interventions. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 7(1), pp.71–88.
- Katz, S. et al., 1963. Studies of Illness in the Aged - The Index of ADL: A Standardized Measure of Biological and Psychosocial Function. *JAMA*.
- Kee, D. & Karwowski, W., 2001. LUBA: An assessment technique for postural loading on the upper body based on joint motion discomfort and maximum holding time. *Applied Ergonomics*, 32(4), pp.357–366.
- Kuorinka, I. et al., 1987. Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergonomics*, 18(3), pp.233–237.
- Matila, M. & Vilkki, P., 1999. OWAS Methods. In W. Karwowski & W. Marras Eds., *The Occupational Ergonomics Handbook*. Boca Ration: CRS Press.
- McAtamney, L. & Corlett, E., 1993. RULA : a survey method for the investigation of world-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), pp.91–99.
- McAtamney, L. & Hignett, S., 2000. “REBA: Rapid Entire Body Assessment.” *Applied Ergonomics*, 31, pp.201–205.
- Moore, J. & Garg, A., 1995. The Strain Index: A Proposed Method to Analyze Jobs for Risk of Distal Upper Extremity Disorders. *American Industrial Hygiene Association*, 56, pp.443–458.
- Nunes, I., 2006. *Lesões músculo-esqueléticas relacionadas com o trabalho – guia para avaliação do risco* Dashöfer. . Edições Profissionais., ed., Chipre: Sociedade Unipessoal, Lda.
- Occhipinti, E. & Colombini, D., 2016. A toolkit for the analysis of biomechanical overload and prevention of WMSDs: Criteria, procedures and tool selection in a step-by-step approach. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 52, pp.18–28.
- Sabar, N. et al., 2012. A honey-bee mating optimization algorithm for educational timetabling problems. *European Journal of Operational Research*, 216(3), pp.533–543.
- Serranheira, F., Lopes, F. & Uva, A., 2005. Lesões Músculo-Esqueléticas (LME) e Trabalho: uma associação muito frequente. *Saúde & Trabalho*.
- Serranheira, F. & Uva, A., 2010. LER/DORT: que métodos de avaliação do risco? *Revista Brasil Saúde Ocupacional*, 35(122), pp.314–326.
- Serranheira, F., Uva, A. & Leite, E., 2012. Capacitar os trabalhadores para a prevenção das LMELT: Contributos da abordagem participativa da Ergonomia. *Revista Saúde e Trabalho*, 08(c), pp.23–46.

# LA ACCESIBILIDAD WEB DE LA BANCA ESPAÑOLA. UNA VISIÓN DEL LADO DEL USUARIO

Juan González Perogil  
*Universidad de Huelva, España*

## RESUMEN

Con este trabajo tratamos de presentar una investigación novedosa, en el sector financiero español y en su accesibilidad web. Pues, el uso de Internet para realizar operaciones como consulta del saldo o transferencias, a través de los sitios web de las entidades bancarias, ha tomado un fuerte impulso en estos últimos años, obligando a que el sector tome este nicho de mercado como una estrategia más a seguir.

El objetivo que se persigue con el trabajo es conocer la accesibilidad web de las páginas de las entidades bancarias desde el lado del cliente. Y del mismo modo dar conocer los problemas y limitaciones, así como sugerencias que los usuarios reclaman para un mejor y más fácil uso de las web, para que de esta forma la banca tenga conocimiento de la situación real que viven los usuarios y poder tomar decisiones.

## PALABRAS CLAVE

Accesibilidad web, Banca online, Usabilidad y W.C.A.G. 2.0

## 1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación tuvo lugar entre los meses de marzo a junio de 2015 en la que se realizó un estudio sobre la banca online en España con el objetivo de conocer la situación actual a los que los usuarios con y sin discapacidad se enfrentan a diario en el uso de las web de sus entidades financieras.

Para ello, se confeccionó una encuesta, con el fin de obtener información primaria sobre las web de las entidades financieras y la accesibilidad con la que contaban dichas páginas y de este modo determinar si se está teniendo en cuenta las normas W.C.A.G. 2.0 en la creación de las mismas.

## 2. LA ACCESIBILIDAD WEB

El principal objetivo que persigue la accesibilidad es garantizar que la web permita acceder a todos los usuarios potenciales, independientemente de cualquier limitación de los individuos (discapacidad física, sensorial o cognitivas), o de las derivadas del contexto de uso (tipo de navegador, de ordenador, de conexión, y de dispositivo). Y dicho sea de paso, la banca online es una de las tecnologías más importantes de autoservicio, ya que es más estable que otros canales de contacto con el cliente (Gopalakrisnan et al., 2003 Polatoglu y Ekin, 2001).

Con estas premisas y con la certeza que hasta el momento ningún investigador se ha centrado en la accesibilidad desde el lado del usuario, surgió este estudio que pasamos a presentar en dos partes, por un lado un análisis descriptivo de los datos estadísticos y por otro un análisis exploratorio.

### 2.1 Análisis Descriptivo

Para la confección de la encuesta de nuestro estudio tomamos como referencia la que el autor (Pikkarainen, T., et al. 2004) desarrolló en Finlandia en el 2002 en su estudio denominado “Consumer acceptance of online banking: an extension of the technology acceptance model”, el cual nos sirvió de base para confeccionar la segunda, tercera y séptima parte de la misma. El resto del cuestionario fue completado con ayuda, del

catedrático de la Universidad de Huelva, el Dr. Francisco Cruz Beltrán y Emmanuelle Gutiérrez y Restrepo, coordinadora del Seminario “Sidar”, que colaboraron en la adaptación de las preguntas a las normas W.C.A.G. 2.0. Una vez confeccionado la batería de 12 preguntas, segmentada en ocho secciones, se realizó una prueba piloto con veinticinco personas del mundo financiero, educativo y social, para que desde su experiencia validaran y/o aportaran algo más.

Una vez completada la encuesta, esta fue colgada mediante la herramienta google Drive en la red. Durante los meses de marzo y abril se distribuyó entre las redes sociales más usadas actualmente como son Facebook y Twitter. A través de este medio se obtuvieron 250 cuestionarios. Posteriormente se repartió en papel por las empresas de Huelva y localidades cercanas, así como en la ciudad de Sevilla durante los meses de mayo y junio. Una vez finalizada la recogida de datos, estos fueron volcados al programa con lo que se obtuvo un total de 655 encuestas.

En el momento de realizar el sondeo, el INE señaló que la población española usuaria de la banca electrónica a 1 de enero de 2014 era de 17.305.396 personas, por lo que si quisieramos tener en nuestro estudio un error del 5% y un nivel de significación del 99%, la muestra requeriría 664 encuestas.

### **2.1.1 Análisis Socio-Demográfico**

El perfil del usuario de la banca en línea española es un varón de entre 31 a 50 años de edad, con estudios universitarios, trabajador por cuenta ajena y sin discapacidad. En un estudio que se publicó en 2013, (Liébana Cabanillas & Muñoz Leiva, 2013), el perfil socio-demográfico de los usuarios, era el de un hombre de entre 25 y 64 años de edad, con estudios superiores, en activo, residente en municipios de más de 50.000 habitantes y con un nivel de ingresos superior a los 2.700 euros mensuales.

También pudimos comprobar en nuestra investigación que los madrileños son lo que más consultan los movimientos frente a los andaluces, que están por debajo de la media. Por otro lado, de los datos personales obtuvimos que el 60% de los encuestados que tenían discapacidad su principal limitación era del tipo visual.

### **2.1.2 Uso de la Banca en Línea**

Las tres entidades más importantes a nivel nacional, que son Santander, BBVA y Caixa, son las entidades que mayor tráfico tienen sus web por parte de los usuarios agrupando en nuestro estudio el 54% del total.

Entre las operaciones que un cliente puede realizar a través de la página web de su entidad financiera, las más usuales fueron las consultas del saldo, la consulta de los movimientos de su cuenta y la realización de transferencias. Según el informe de la Asociación para la Investigación de Medios de Comunicación, (Comunicación, 2015), el uso de la banca electrónica se limita en la mayoría de las ocasiones a la consulta de operaciones con un 27,6% y para la realización de consultas y transferencias con un 55,1%.

En nuestro estudio, la media de las consultas de los movimientos de las cuentas era de 3,37, superior a la de las transferencias que fue de 2,58, por lo tanto, los usuarios utilizaron más la banca electrónica para consultar los movimientos de sus cuentas, que para realizar transferencias. Además, los encuestados visitaron la web para comprobar el estado de su saldo con una frecuencia “semanal” del 36,8 %, mientras que la asiduidad con la que se realizaron transferencias fue de “casi nunca” o “varias veces al año” con unos valores del 22,6 y 24,1 % respectivamente.

De la misma manera que (Pikkarainen, et al, 2004), nosotros quisimos conocer si los usuarios de la banca habían recibido información previa para utilizar la página de su entidad y cómo la habían recibido.

En cuanto a los usuarios que recibieron información sobre el uso de la banca electrónica, pudimos comprobar que el 57,6 % sí la habían obtenido, frente a un 39,4 % que no. En cuanto a los datos obtenidos sobre cómo habían recibido dicha información, pudimos observar que solo un 48,39% la habían hecho por medios como el propio banco, por teléfono, a través de amigos o Internet.

### **2.1.3 Presencia de Texto, Imágenes y Enlaces**

En cuanto a las cuestiones generales, se preguntó si estaban satisfechos con la página de su entidad, así como con el tamaño y tipo de texto, y con las imágenes y animaciones que aparecían en éstas. En la tabla 1 se muestran que las frecuencias son muy parecidas y se reparten entre las categorías de “indiferentes” y “satisfechos” con una horquilla de entre el 30 y el 37 %, por lo que no existía un percepción negativa hacia las web de las entidades con carácter genérico.

Tabla 1. Nivel de satisfacción con web, imagen y texto

|                | Satisfecho con web |         | Tipo tamaño letra |         | Imágenes animación. |         |
|----------------|--------------------|---------|-------------------|---------|---------------------|---------|
|                | Frec.              | Porcen. | Frec.             | Porcen. | Frec.               | Porcen. |
| Nada           | 36                 | 5,5     | 30                | 4,6     | 61                  | 9,3     |
| Poco           | 56                 | 8,5     | 62                | 9,5     | 94                  | 14,4    |
| Indiferente    | 225                | 34,4    | 245               | 37,4    | 212                 | 32,4    |
| Satisfecho     | 226                | 34,5    | 210               | 32,1    | 193                 | 29,5    |
| Muy satisfecho | 112                | 17,1    | 101               | 15,4    | 86                  | 13,1    |
| Perdidos       |                    |         | 7                 | 1,1     | 9                   | 1,4     |
| Total          | 655                | 100     | 655               | 100     | 655                 | 100     |

El segundo apartado de esta sección se centró en ocho ítems sobre los enlaces, las imágenes y los textos que se muestran en la web.

- Tiene opción de aumentar el tamaño del texto. Con esta cuestión tratamos de conocer si se cumplía con el criterio 1.4.4 de prioridad 2. El 83 % no contestó si se podía o no cambiarlo.

- Distingue el color del texto respecto al de las imágenes. Dicha cuestión se corresponde con el punto 1.4.3 de nivel de conformidad doble A (AA). El análisis mostró que ocho de cada diez encuestados distinguían las imágenes, por lo que pudimos comprobar que los usuarios de las web bancarias no tuvieron problemas con este tipo de barreras visuales.

- El propósito del texto del enlace. La WCAG versión 2.0 hace referencia a ello en el criterio 2.4.4 de prioridad 1. Así, el 63,4 % de los encuestados afirmaron que los enlaces describían suficientemente el lugar hacia dónde les llevaban, en cambio un 16 % tuvo problemas.

- Molestias de las imágenes en movimiento. El criterio 2.3.1, de prioridad 1, se ocupa de los destellos. En nuestro estudio el 45,8% contestó diciendo que sí le molestaba.

- Idioma extranjero. Hace referencia al criterio 3.1.2, de prioridad 2. El 33,4 % de los encuestados contestaron no tener texto en otro idioma en la web, mientras que el 38,9 % no contestó.

- La información que se presenta es clara y sencilla de entender. Es un error común en las páginas web el no expresar con claridad las ideas, el contenido, los elementos, etc. El 74,2 % contestó favorablemente, pero un 14 % opinó lo contrario. Pensamos que una de las razones podría deberse al hecho de utilizar la jerga financiera.

- Encuentra con facilidad la información que busca en la web. Siete de cada diez encuestados encontraron con facilidad la información, ello nos hizo pensar que el criterio 1.3.1 que no se valida con facilidad porque es difícil diseñar para todos.

- Observa diferencia entre los enlaces y el texto que le rodea. La mezcla de determinados colores y el etiquetado del texto, pueden ocasionar confusión. Así se analizó el punto 3.2.4 de prioridad 2 y denominado “Identificación consistente”. Un 68,5 % afirmaron no tener problemas con dicha diferenciación, mientras que un 13,9 % sí los tuvo.

De este modo pudimos concluir que de los diferentes puntos revisados no había ninguno que validase al cien por cien por parte de los usuarios web, por lo que nos llevó pensar que las páginas carecían de un diseño para todos.

## 2.1.4 Relativo al Vídeo y Audio

En este apartado se estudiaron los criterios relacionados con dichos elementos, que se corresponden con los puntos 1.2.1, 1.2.2, 1.2.3 y 2.2.2.

Destacar que los resultados que se obtuvieron de los cuatro puntos, la respuesta predominante fue “no sabe/no contesta”. Entre el 50,9% y el 63,3% manifestaron que no sabían si había audios o vídeos, si estos tenían o no subtítulos, si los audios o vídeos se podían detener, pausar y/o disponían de regulador de volumen.

Consideramos que tal número de respuestas en blanco se debió a que los usuarios no tenían interés en los contenidos multimedia, pues estos centrarán la atención en lo que realmente les interesa, por lo que es recomendable no colocar estos elementos.

## 2.1.5 Navegación por la Web

El quinto apartado de la encuesta se centró en conocer los criterio 3.2.3 “Navegación coherente”, de prioridad 2, el punto 2.3.1, “Umbral de tres destellos o menos”, de nivel de prioridad doble A (AA), y el punto 3.2.1, “Al recibir el foco” de nivel A.

Reseñar que ocho de cada diez encuestados afirmaron que los enlaces funcionaban con un solo clic, frente al 6,9 % que respondió negativamente. En cambio uno de cada dos confirmó la existencia de ventanas emergentes. Y en cuanto al criterio 3.2.3, “Navegación coherente” nivel (AA), los usuarios ratificaron la existencia de una estructura consistente en el conjunto de menús de la web con un 88,5%. Por último, el 23,5 % indicó que las web no presentaban un mapa del sitio para buscar el contenido de interés que se deseaba.

Esto nos llevó a la conclusión, que al menos uno de cada cinco clientes ha tenido problemas con la web para encontrar información, oferta, operaciones, etc.

## 2.1.6 Presentación de Formularios

La sexta parte del cuestionario se centró en los formularios en concreto en tres criterios de prioridad 1 (3.3.1, 1.3.3, 2.2.1) y dos de prioridad 2 (3.3.3 y 3.3.4).

Tratamos de conocer si al cometer un error en la entrada de datos, el elemento erróneo era indicado y descrito mediante un texto, así valoraríamos el punto 3.3.1. El 64,9 % respondió afirmativamente, indicando que sí se presentaba un texto explicando del error cometido. En este mismo sentido, a la hora de diseñar una web, el software proporcionará sugerencias para solucionar el error, del tipo “el dato introducido no es un nombre”. En este caso el 45,8 % de los encuestados contestaron favorablemente diciendo que sí recibieron instrucciones. La otra cuestión de prioridad 1 era, si la web tenía un límite de tiempo para realizar acciones como transferencias, y solo el 14 % contestó afirmativamente. Por lo tanto, algunos usuarios se enfrentaron a la barrera que los puntos 3.3.1, 1.3.3 y 2.2.1 evalúan.

También se debe evitar hacer referencias a indicaciones en forma de tamaño, posición, sonidos, para poder continuar en una web y no crear barreras visuales o cognitivas. De este modo, el 19,2 % manifestó haber encontrado indicaciones de ese tipo, frente al 29 % que no. Dicha pregunta hacía referencia al criterio 3.3.3 de prioridad 2. Y para terminar con los formularios, quisimos saber si el usuario podía modificar o eliminar los datos legales o financieros, y el 43,4 % contestó que sí había podido realizar dichos cambios y modificaciones.

Como corolario, pudimos resaltar que con los criterios referentes a formularios, los internautas en mayor o menor medida tuvieron problemas, por lo que entendemos que estos puntos deben ser tenidos en cuenta por los diseñadores para mejorar la accesibilidad de sus web.

## 2.1.7 Usabilidad

La accesibilidad web está muy relacionada con la usabilidad, por lo que se incluyeron en el cuestionario nueve preguntas sobre la banca en línea para conocer el nivel de satisfacción que los usuarios percibían de la web, utilizando para ello una escala Likert de 1 a 5.

- Acceso fácil. El 60% de los encuestados estuvieron “acuerdo” o “muy de acuerdo”, con que el acceso a la banca electrónica era una tarea fácil.

- Número de operaciones disponibles. Se repitió el mismo resultado “de acuerdo” y “muy de acuerdo”, con la cantidad de operaciones que las entidades ofrecían a sus clientes a través de Internet.

- Son las consultas y transacciones ágiles. Seis de cada diez usuarios estuvieron “de acuerdo” y “muy de acuerdo”, en cuanto a la rapidez con la que se podían hacer las operaciones en la red.

- Navegación fácil. El 90 % de los encuestados respondieron que estaban en una situación “indiferente”, “de acuerdo” y “muy de acuerdo”, para navegar sin problemas por la web.

- Adaptado a las necesidades. Quisimos conocer si las web estaban adaptadas a las necesidades operativas que demandaban los usuarios, y un 5,6 % de los encuestados solicitaron mayor adaptación de la banca a sus necesidades personales.

- Información útil. La tendencia de los internautas fue “acuerdo” o “muy de acuerdo” hacia la información que las entidades bancarias presentaban en sus páginas, pues el 32,7 y el 27,2 % de los encuestados así nos lo hicieron saber.

- Confidencialidad de los datos. El 63,8 % consideró que tanto sus datos como las operaciones que realizan a través de Internet, tenían una elevada confidencialidad.

- Uso seguro. Los datos obtenidos nos hicieron pensar que la confianza en la seguridad de la banca era elevada, pues 6 de cada 10 usuarios estaban “acuerdo” o “muy de acuerdo” con su uso.

- Satisfacción con la banca. El nivel global de satisfacción con los servicios en línea de las entidades financieras fue del 34,2 y 24,9% repartidos entre “de acuerdo” y “muy de acuerdo” respectivamente.

Como colofón, pudimos afirmar que los clientes de la banca en línea valoraron muy positivamente las variables analizadas como facilidad de acceso, operatividad, agilidad en las consultas, navegabilidad, información útil, confidencialidad, seguridad y satisfacción general. En el lado opuesto señalar que las personas discapacitadas fueron las que desearon más adaptaciones de la web a sus necesidades.

### 2.1.8 Sugerencias sobre la Accesibilidad

En la última sección, se presentó una pregunta abierta para que los encuestados nos aportaran sugerencias para mejorar la accesibilidad de las páginas.

Por un lado, destacar algunas recomendaciones como por ejemplo, la mejor identificación de los usuarios para el acceso al área restringida, el cifrado de claves para evitar posibles robos o problemas en las transacciones. De otro lado, los usuarios demandaron mejoras en el diseño, la eliminación de publicidad y la supresión de elementos emergentes molestos.

Asimismo, consideraron que se debía tener en cuenta la opción de aumentar el texto y los iconos para su mejor diferenciación, como también la simplificación de los elementos de las páginas para hacerlas más entendibles y comprensibles. Solicitaron también que se presentase el mismo contenido y las mismas operaciones, independientemente de si se accediese desde el ordenador o desde la app.

Los internautas requirieron la posibilidad de realizar a través de la web, todas las operaciones que se hacen en la ventanilla, para evitar desplazamientos, así como disponer de un histórico de sus datos con mayor número de movimientos que el ofrecido hasta ahora, además de mayor rapidez de descarga y de acceso con dispositivos móviles y tablet, así como supresión del tiempo de caducidad de la sesión o aviso de la misma.

## 2.2 Análisis Exploratorio

Con la utilización de herramientas estadísticas podemos obtener otras conclusiones distintas a la que se han presentado por medio de la observación de los resultados totales.

### 2.2.1 Análisis Jerárquico

En primer lugar, quisimos conocer cuál era la entidad mejor valorada por los usuarios. Para ello, utilizamos dos variables de nuestro estudio, la empresa financiera con la que trabajaba y la satisfacción con el diseño de la página web. Al cruzarlas con SPSS versión 22, obtuvimos un gráfico de segmentación jerárquico, que desarrolla un modelo de clasificación basado en árboles. Esta segmentación emplea el algoritmo CHAID, que determina aquellas variables predictivas estadísticamente más significativas y discriminantes mediante un procedimiento iterativo (Román & Lévy, 2003).

De este modo obtuvimos un árbol con varios nodos. El primero de ellos representaba la satisfacción con la web (con un chi-cuadrado de 45,132 con 2 grados de libertad y un p valor de 0,000) que bajaba a tres nodos primarios. El nodo tercero, estaba formado por las entidades ING, Evo y Bankinter, que obtuvieron unos porcentajes de satisfacción del 41,2 % y 36,5 % repartidos entre “satisficho” y “muy satisficho”. La estimación del riesgo fue del 0,626, lo que indicaba que habíamos acertado en el 37,47 % de los casos, llegando a la conclusión que el árbol presentó una adecuada capacidad predictiva, debido a que era superior al 33% que se establece como límite (Luque-Martínez, 2000).

En cuanto a las variables que afectaban a la accesibilidad web que introdujimos en la encuesta, cabía preguntarnos cuál era la que tenía un mayor efecto en los usuarios. De este modo se analizaron todos los ítems con respecto al factor “estar satisficho con el diseño de la página web” y el resultado que obtuvimos fue que el elemento que más contribuía a la satisfacción era “el tipo y tamaño de las letras”. Se correspondía con los nodos uno, dos, tres y cuatro que colgaban del nodo cero (con un chi-cuadrado de 470,736 de tres grados de libertad y un p valor de 0,000). En el nodo cuatro, se observó que los encuestados estaban muy satisfechos “con el tipo y tamaño de la letra” con un total del 76,6%. La estimación del riesgo fue del 0,369, lo que indicaba que habíamos acertado en el 63,1 % de los casos.

Para finalizar, disertamos sobre la usabilidad y de cómo afectaban sus variables al nivel de satisfacción de los usuarios con las web. De esta manera obtuvimos un árbol de segmentación, donde pudimos comprobar

que la variable que predecía “la satisfacción con la web” era “la satisfacción global de los servicios de la banca online” (con un valor chi-cuadrado de 287,906 de tres grados de libertad y un p valor de 0,000). El nodo cero divergía en cuatro en función del grado de adecuación que presentaban sus respuestas. En el nodo cuatro obtuvimos que el 29,9 % y el 48,8 % de los encuestados estaban “satisfechos” y “muy satisfecho” con el ítem “satisfacción de los servicios bancarios”. La estimación del riesgo fue del 0,476, lo que indicaba que habíamos acertado en el 52,4 % de los casos.

## 2.2.2 Análisis Factorial

En último lugar se realizaron dos análisis factoriales confirmatorios, los cuales se elaboraron utilizando la rotación varimax como método de extracción (Nummenmaa, 1996).

Para el primero de ellos se utilizaron los ítems relacionados con la usabilidad. De dicho análisis obtuvimos un primer factor formado por la seguridad y la confidencialidad en cuanto a las operaciones y servicios realizados en la web. Este factor estaba ubicado respecto al eje vertical entre los valores 0,5 y 1 y por detrás del valor 0,5 del eje horizontal. El otro factor agrupó al resto de las siete variables, que comprendían la facilidad, agilidad, utilidad, disponibilidad y satisfacción de los servicios y se posicionó en el cuadrante inferior derecho, entre los valores 0,5 y 1 respecto al eje horizontal y por debajo de 0,5 en cuanto al eje vertical, como podemos ver en el gráfico 1 de componentes rotados.

La prueba de esfericidad de Bartlett confirmó que las variables se correlacionan dentro de los factores, ya que presentó un valor de 5393,629 con 36 grados de libertad y un nivel de significación del 0,000. El Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), medida de adecuación de la muestra, indicó un valor de 0,939. Por ello, ambos indicadores confirmaron que el análisis factorial tenía sentido puesto que había homogeneidad entre los factores. Los dos factores identificados explicaban el 80,5% de la varianza de las variables.

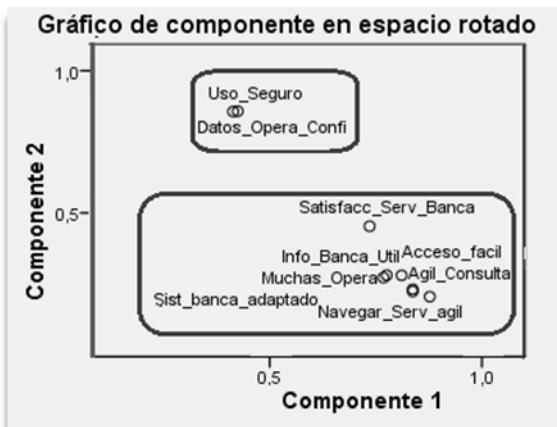


Gráfico 1. Componentes rotados de usabilidad

Por otro lado, se analizaron dos grupos de variables, un primer segmento formado por las variables consulta de los movimientos de las cuentas, transferencias, solicitud de préstamos y seguros, y por otro lado, la satisfacción de la web, el tipo y tamaño de letra, y las imágenes y animaciones presentes en la web. Los datos que obtuvimos con el segundo análisis factorial con rotación varimax, limitaron la extracción a dos factores. El gráfico de componentes rotados, nos devolvió los siguientes datos. El Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), con un valor de 0,690, superior a 0,5, y por otro lado, la prueba de esfericidad de Bartlett arrojaba un valor de 2116,565 con 21 grados de libertad y un nivel de significación del 0,000, que era menor de 0,05. Por ello, ambos indicadores confirmaron que el análisis factorial tenía sentido puesto que había homogeneidad entre los factores. Además señalamos que los dos factores identificados explicaban el 69,25% de la varianza de las siete variables.

En cuanto a la determinación de los factores, podemos ver en el gráfico 2 que un rectángulo se encontraba en la parte superior, que lo identificamos como factor operacional de la web, y el segundo, como un factor de presentación de la web. Obtuvo un factor que no pudimos agrupar en ninguno de los dos factores anteriores, el cual se correspondía con la variable de consultar los movimientos de la cuenta, que sería un factor consultivo, frente al primero, que es de tipo operacional o ejecutivo.

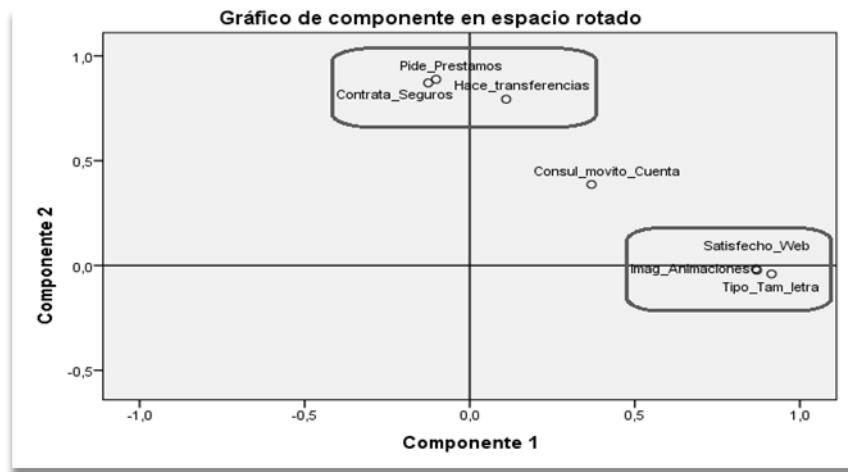


Gráfico 2. Componentes rotados de servicios, web, texto e imágenes

### 3. CONCLUSIONES

Entre las conclusiones que hemos obtenido a través de la investigación podemos destacar que, el perfil de usuario de la banca en línea española es un varón de entre 31 y 50 años de edad, con estudios universitarios y trabajador por cuenta ajena. Los usuarios de la banca que tenían discapacidad su principal limitación era del tipo visual. Las entidades La Caixa, BBVA y Santander fueron las web más visitadas. Los usuarios utilizan más la banca electrónica para realizar consultas sobre los movimientos de sus cuentas, que para realizar transferencias y que por comunidades son madrileños los que más consultaban sus cuentas. Los clientes que obtuvieron información sobre el uso de la web, la habían recibido por medio del propio banco, por teléfono, a través de amigos o Internet.

Análogamente, destacar que existe una percepción positiva hacia las web de las entidades con las que los usuarios trabajan, porque estos se encuentran complacidos con características como el diseño de la página, el tipo de letra y las imágenes utilizadas. En cambio, reseñar que hay parte de usuarios que tienen problemas con las web por falta de diferenciación colorimétrica entre los textos, enlaces e imágenes, los movimientos de estas y la falta de simplicidad en las web.

Por otro lado, declara que los usuarios no tienen interés en los contenidos multimedia que se exhiben en las páginas corporativas, porque no los visitan. Aunque si, valoran la existencia de una estructura consistente, en los menús de la web, persisten los problemas porque parte de los usuarios han tenido dificultades para encontrar información o realizar operaciones bancarias. Por ello, se deben tener en cuenta los criterios de validación a la hora de diseñar los formularios para eliminar cualquier tipo de barrera.

En cuanto a la usabilidad y el acceso a los servicios bancarios, se ha corroborado que estos son de uso fácil para los internautas, al igual que la utilidad de la información con la que trabajan. También se presentó una elevada satisfacción con la confidencialidad de los datos y la seguridad del uso de la red. En cambio, los clientes demandaron una mayor adaptación de la banca a sus necesidades personales.

Como sugerencias, los usuarios reclaman mejoras en el diseño, la eliminación de publicidad y la supresión de elementos emergentes que molestan al navegar. Asimismo, requieren la opción de aumentar el texto y los iconos para su mejor diferenciación, además de la simplificación de los elementos de la página para hacerla más entendible y comprensible. Y reclaman también la posibilidad de realizar todas las operaciones que se hacen en la ventanilla para evitar desplazamientos.

Las entidades ING, Evo y Bankinter, son las que mayor satisfacción reportan a los usuarios de la red, seguidas de BBVA, La Caixa, Santander, Popular y Unicaja.

Por otro lado, de las variables utilizadas para medir la accesibilidad web, la que en mayor medida afectan a la "satisfacción con la web" es "el tipo y tamaño de las letras". Mientras que de entre las variables utilizadas para la usabilidad, la que mejor predice "la satisfacción de la web" es "la satisfacción global de los servicios de la banca".

Para finalizar, señalar que el análisis factorial diferencia dos tipos de factores en cuanto a la usabilidad, por un lado, el representado por la seguridad y la confidencialidad en cuanto a las operaciones y servicios realizados en la web, y por otro lado, el que agrupa al resto de las siete variables, que comprenderían la facilidad, agilidad, utilidad, disponibilidad y satisfacción. En cuanto a las variables de la accesibilidad web pudimos identificar dos factores, uno de operatividad con la web, y otro de presentación de la página.

## REFERENCIAS

- Comunicación, A. p. (12 de marzo de 2015). <http://www.aimc.es/>. Recuperado el 31 de agosto de 2015, de <http://www.aimc.es/-Navegantes-en-la-Red-.html>
- Dengfeng, Y., Yunfeng, Q., Hairui, H., Zaixin, D., & M., J. (2011). A survey of technology accessibility problems faced by older users in China. Springer, pp. 373-390.
- Estadística, I. N. (s.f.). <http://www.ine.es/>. Recuperado el 31 de agosto de 2015, de <http://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=2852>
- Google (s.f.). <https://drive.google.com/>. Recuperado el 2 de Abril de 2015, de <https://drive.google.com/>
- Gopalakrishnan, S., Wischnevsky, J. D., & Damanpour, F. (2003) "A Multilevel Analysis of Factors Influencing the Adoption of Internet Banking", IEEE Transactions on Engineering Management, 50(4), 413-426
- Inc, S. (s.f.). <http://www.statista.com/>. Recuperado el 31 de agosto de 2015, de <http://www.statista.com/statistics/222286/online-banking-penetration-in-leading-european-countries/>
- Liébana Cabanillas, F., & Muñoz Leiva, F. (2013). Determinación de los perfiles de los usuarios de banca electrónica a partir de la satisfacción online: Una aplicación empírica. Revista de Estudios Empresariales, pp. 84 - 113.
- Luque-Martínez, T. (2000). Técnicas de análisis de datos en investigación de mercados. Madrid: Pirámide.
- Nummenmaa, T. K. (1996). Tutkimusaineiston Analyysi (Analysis of Research. Helsinki: WSOY.
- Pikkarainen, T., Pikkarainen, K., Karjaluoto, H., & Pahnila, S. (2004). Consumer acceptance of online banking: an extension of the technology acceptance model. Internet Research, pp. 224 - 235.
- Press, E. (31 de marzo de 2015). <http://www.eleconomista.es/>. Recuperado el 31 de agosto de 2015, de <http://www.eleconomista.es/banca-finanzas/noticias/6598395/03/15/Como-es-el-perfil-medio-del-cliente-de-banca-online-Tiene-34-anos-y-unos-ingresos-de-36000-euros.html>
- Román, M., & Lévy, J. (2003). Análisis multivariante para las Ciencias Sociales. Madrid: Pearson Educación.
- School, O. B. (14 de enero de 2013). <http://www.obs-edu.com/>. Recuperado el 31 de agosto de 2015, de <http://www.obs-edu.com/noticias/informe/madrileños-asturianos-y-vascos-los-que-mas-utilizan-la-banca-electronica-en-espana/>
- Polatoglu, V.N. & HYPERLINK "http://www.emeraldinsight.com/author/Ekin%2C+Serap" Ekin , S. (2001) "An empirical investigation of the Turkish consumers' acceptance of Internet banking services", International Journal of Bank Marketing, Vol. 19 Iss: 4, pp.156 - 165
- W3C. (s.f.) <https://www.w3.org> Recuperado el 27 de Marzo de 2015, de <https://www.w3.org/TR/2006/WD-WCAG20-20060427/appendixB.html>

# RELAÇÕES ENTRE A VARIÁVEL DE MORTALIDADE INFANTIL ATÉ AOS 5 ANOS E VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS E DEMOGRÁFICAS, DISPONÍVEIS EM BASES ABERTAS

Ana Travassos Ichihara, Leandro Augusto da Silva e Nizam Omar

*Universidade Presbiteriana Mackenzie*

*Rua da Consolação, 930, São Paulo, SP, Brasil*

## RESUMO

O sistema de Saúde Brasileiro é provido por diversos sistemas de informação capazes de gerar grandes volumes de dados sobre a saúde da população, disponíveis como dados abertos, e que analisados por ferramentas inteligentes, podem subsidiar conhecimentos sobre a situação de saúde. As Redes Neurais Artificiais (RNAs) são modelos que se assemelham às estruturas neurais biológicas, e que organizam padrões a partir de relações encontradas no próprio dado. A RNA Mapas Auto-Organizáveis ou SOM (*Self-Organizing Maps*) é um arranjo de neurônios que constrói essas relações usando aprendizado competitivo. Esse artigo aborda um experimento que usa a rede SOM para descobrir relações entre a variável mortalidade infantil até aos 5 anos e variáveis socioeconômicas e demográficas. O resultado é apresentado através de diferentes abordagens de visualização usando SOM, possibilitando a análise e entendimento da saúde da população brasileira nos aspectos das variáveis aqui estudadas.

## PALAVRAS-CHAVE

Rede Mapas Auto-Organizáveis, Mortalidade Infantil, Dados Abertos

## 1. INTRODUCÃO

No Brasil são utilizadas várias estratégias metodológicas para orientar o gestor frente aos programas e ações sociais que visam promover o acesso ao público, à saúde, à educação e à assistência social. O sistema de Saúde Brasileiro é provido por diversos sistemas de informação, capazes de gerar grandes volumes de dados, alguns, disponíveis como dados abertos. É importante a elaboração de mecanismos e ferramentas que possam dispor desse ativo e prover ambientes inteligentes para análises preditivas, associativas, de agrupamento, e outras, necessárias para a tomada de decisão nesse setor, (Saúde, 2014c; Pena, 2004).

Segundo dados de 2010, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, Pernambuco é um estado com 184 municípios e um Distrito Estadual, possui uma área de 98.311,62Km<sup>2</sup>, população de 8.796.448 habitantes e é organizado em 12 Gerências Regionais de Saúde (GERES). Ainda, segundo o IBGE, os valores médios das taxas de mortalidade infantil até aos 5 anos, da região nordeste, estão entre as mais elevadas do país. Contudo, Pernambuco é o estado que apresenta o maior declínio dessa taxa, nas últimas décadas, entre 2000 e 2010, se comparado com estados da mesma região do nordeste.

Analizar as relações entre a variável epidemiológica mortalidade infantil até aos 5 anos e as variáveis socioeconômicas e demográficas do estado de Pernambuco, possibilitam descobrir essas associações, produzindo conhecimento, o que permite a tomada de ações. Por exemplo, uma intervenção na área da saúde na redução de doenças e mortalidade do menor de 5 anos.

As Redes Neurais Artificiais (RNAs) são modelos matemáticos que se assemelham às estruturas neurais biológicas. As RNAs aprendem através de padrões de treinamento e ajustes dos pesos de suas conexões, (Russell e Norvig, 2010). O aprendizado pode ser não supervisionado, se nesses padrões não há uma variável de referência ou rótulo para supervisionar o processo, portanto, não há uma saída explícita para os padrões de treinamento. (Hastie, Tibshirani e Jerome, 2013). A rede organiza padrões em categorias a partir de similaridades encontradas no próprio dado, (Galvao e Marin, 2009). Uma abordagem para o aprendizado não

supervisionado é a rede neural Mapas Auto-Organizáveis (SOM) ou de Kohonen, que utiliza técnica de extração de regularidades estatísticas diretamente dos dados de entrada.

Esse trabalho apresenta as relações encontradas entre variáveis de mortalidade infantil até aos 5 anos e variáveis demográficas e socioeconômicas usando a rede de SOM, para o estado de Pernambuco.

## 2. MAPA AUTO-ORGANIZÁVEL

Uma rede neural Mapa Auto-Organizável de Kohonen ou simplesmente SOM (do inglês, Self-Organizing Maps), é um arranjo de neurônios geralmente restrito a espaços de dimensão 1 (um) ou 2 (dois), que procura estabelecer e preservar noções de vizinhança (preservação topológica). Há um processo de mapeamento do espaço original (entrada) e o espaço definido pelo arranjo de neurônios (*grid*). A topologia (*grid*) determina como os neurônios se conectam, (Neto et al, 2013).

A rede SOM utiliza o aprendizado competitivo. Este tipo de aprendizado é baseado em competição, e produz apenas um único neurônio ativo, o vencedor, para cada entrada, ou seja, o neurônio vencedor é o que está mais próximo do estímulo (um padrão de entrada). O interessante, entretanto, é que ocorre o reajuste dos pesos de todos os neurônios “vizinhos mais próximos” do neurônio vencedor, conhecido como processo cooperativo. A definição de vizinhança que permite a ordenação topológica. A vizinhança topológica decresce com a distância lateral e com o passar do tempo. Quanto mais longe um neurônio estiver do outro, menos participará de sua vizinhança, menor será o raio da vizinhança, e assim, menor será o reajuste sofrido. Essa influência decresce com o decorrer das iterações do processo de aprendizado. Uma função de vizinhança define se a cada iteração, um neurônio pertence ou não a vizinhança, (Kohonen, 1990).

O aprendizado é função do dado de entrada, do peso da sinapse, do fator de aprendizado e da vizinhança topológica. Na adaptação sináptica, os pesos do neurônio vencedor e da vizinhança se aproximam do padrão de entrada. Portanto, a cada iteração, o reajuste é dado pela diferença entre a entrada e o peso sináptico, multiplicado pelo parâmetro de vizinhança topológica e pelo fator de aprendizado. O fator de aprendizado imprime o ritmo de aprendizagem: se pequeno, provoca pequenas mudanças, se alto, pode provocar instabilidade dos neurônios. Desta forma, ao longo do tempo, a rede vai criando neurônios especializados em determinadas entradas, e os neurônios vão se auto-organizando, e isto permitirá visualizar relações importantes entre dados. A rede descobre por si mesma, correlações, regularidades, categorias nos dados de entradas e incorporam em suas estruturas internas, que são os pesos, (Kohonen, 1990).

## 3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

### 3.1 Dados Abertos de Saúde

As fontes de dados do estudo estão disponíveis em bases de dados abertas, escolhidas pelos critérios de qualidade: fácil acesso, e reputação. São elas:

- Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) - disponibiliza informações que podem servir para subsidiar análises objetivas da situação sanitária. (Portal da Saúde, 2016).
- Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) – presta informações sobre as mortes ocorridas no país. (Penna, 2004).
  - Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC) – desenvolvido pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde, disponibiliza informações epidemiológicas referentes aos nascimentos informados em território nacional. (Saúde, 2004a).
  - Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (ADH) – o Atlas Brasil 2013 é um site de consulta a mais de 200 indicadores de desenvolvimento humano dos municípios e estados brasileiros, com dados extraídos dos Censos demográficos de 1991, 2000 e 2010. (ADH, 2016).

### 3.2 Seleção e Tratamento das Variáveis

Segundo Rosas et al (2013), e Machado (2004, citado em Rosas et al, 2013), um processo de seleção das variáveis pode ser complexo, em vista de questões relacionadas à disponibilidade, confiabilidade dos dados e representatividade do problema em estudo. Nesse experimento, as variáveis para o estudo foram escolhidas mediante trabalho de Rosas et al (2013), consultas a especialistas da área, detalhadas na tabela 1, que descreve: a variável, sua descrição e dimensão, a fonte dos dados e o ano da amostra. O critério de escolha do período da amostra é ser a mais recente em cada fonte eleita no estudo. Assim, mesmo com periodicidade diferentes, caso das variáveis taxa de alfabetização e proporção de pré-natal inadequado, se optou pela realização do estudo.

Tabela 1. Variáveis do estudo

| Variável                            | Fonte/Ano                         | Descrição  |
|-------------------------------------|-----------------------------------|--|
| Mortalidade Infantil até aos 5 anos | ADH/2010 demográfica              | Probabilidade de morrer entre o nascimento e a idade exata de 5 anos para 1000 crianças nascidas vivas.  |
| Taxa de fecundidade                 | ADH/2010 demográfica              | Número médio de filhos nascidos vivos tidos por uma mulher ao final de seu período reprodutivo.  |
| Índice de Gini                      | ADH/2010 socioeconômica           | Mede o grau de desigualdade existente na distribuição de indivíduos segundo a renda domiciliar per capita. Seu valor varia de 0, quando não há desigualdade e 1, quando a desigualdade é máxima. |
| Taxa de alfabetização               | DATASUS/ IBGE/2000 socioeconômica | Percentual de pessoas acima de 15 anos de idade que são alfabetizadas, ou seja, que sabem ler e escrever pelo menos 1 bilhete simples.   |
| Domicílio com coleta de lixo        | ADH/2010 socioeconômica           | Percentual de pessoas que vivem em domicílios em que a coleta é realizada diretamente por empresa pública ou privada.  |
| Proporção de pré-natal inadequado   | DATASUS/2000 socioeconômica       | Percentual de consultas em 100 nascidos vivos de Número de consulta de gestantes que realizaram menos de 7 consultas pré-natais.   |
| Proporção de mães adolescentes      | ADH/2010 socioeconômica           | % de mulheres de 10 a 17 anos que tiveram filhos.  |
| Renda per capita                    | ADH/2010 socioeconômica           | Renda per capita dos pobres. PIB dividido pelo número de habitantes.   |

Sobre a significância das variáveis: a mortalidade infantil até aos 5 anos pode ser usada para identificar desigualdade, tendências e níveis de saúde que demandem por ações e estudos específicos; a taxa de fecundidade pode oferecer uma visão demográfica de uma população; o índice de gini aponta diferenças na distribuição de renda, entre os mais pobres e os mais ricos; com relação à taxa de alfabetização, Maia et al (2013), em estudos feitos por meio de métodos estatísticos, afirma que “Nada mata mais crianças no Brasil do que a ignorância”, ou seja, nesse estudo foi possível ver que a grande causa para a morte de crianças até aos 5 anos está relacionada à taxa de alfabetização da população com mais de 18; domicílio com coleta de lixo mal condicionado pode provocar doenças e contaminar o solo e a água; o cuidado pré-natal inadequado, como o acompanhamento da gestação, a realização de exames clínicos, contribui para o risco da mãe e do bebê; a variável proporção de mães adolescentes pode levar à condições de prematuridade e baixo peso do bebê; e a renda per capita exprime a linha de pobreza do município. (Saúde, 2011b; Melo, 2015).

Para atingir formato e qualidade adequados nos dados de entrada do estudo, se aplicou os seguintes procedimentos:

- Cálculo da taxa de alfabetização - divisão da quantidade de pessoas alfabetizadas de cada município pelo total da população do mesmo município, no mesmo ano. Os dados sobre a população residente foram obtidos da base de dados do Datasus/IBGE.
- Limpeza e *outliers* - eliminação das entradas com ausência de valores e com *outliers*, e a consequência foi a redução do número de entradas, de 185 para 95 registros, o que constitui uma limitação no estudo, em face à redução do número de municípios da amostra. A completude dos dados é uma preocupação das instituições de saúde, expresso em estudos como o de Caetano et al (2013).

- Variável proporção de pré-natal inadequado - dividiu-se o valor dessa variável pelo número de nascidos vivos, do mesmo município e ano, e esse resultado foi multiplicado por 1000.
- Tratamento de grandezas - para tratar grandezas diferentes entre as variáveis, realizou-se o ajuste da escala de seus valores, para pequenos intervalos, através da técnica de normalização por desvio padrão. Esta técnica considera a posição média dos valores de uma variável e os graus de dispersão desses valores em relação à posição média. (Zaki e Junior, 2014, p52-53).

### 3.3 Amostragens do Conjunto de Dados

As tabelas 2 e 3 caracterizam cada variável selecionada. Os cálculos da média e do desvio padrão foram obtidos a partir dos 95 registros resultantes do processo de tratamento dos dados.

Tabela 2. Média e desvio padrão das variáveis do estudo

| Variável                            | Média  | Desvio Padrão |
|-------------------------------------|--------|---------------|
| Mortalidade infantil até aos 5 anos | 27,57  | 7,040         |
| Taxa de fecundidade                 | 2,18   | 0,380         |
| Índice de Gini                      | 0,53   | 0,046         |
| Taxa de alfabetização               | 0,69   | 0,054         |
| Domicílio com coleta de lixo        | 92,50  | 5,990         |
| Proporção de pré-natal inadequado   | 724,51 | 207,050       |
| Proporção de mães adolescentes      | 3,29   | 1,200         |
| Renda per capita                    | 314,86 | 127,82        |

Tabela 3. Mínimos e máximos

| Variável                            | Minimo<br>Máximo  | Gere     | Município                                     |
|-------------------------------------|-------------------|----------|---|
| Mortalidade infantil até aos 5 anos | 11,92<br>45,67    | G1<br>G3 | 260960 Olinda<br>260820 Joaquim Nabuco        |
| Taxa de fecundidade                 | 0,66<br>6,04      | G1<br>G9 | 260970 Orobó<br>260730 Ipubi                  |
| Índice de Gini                      | 0,44<br>0,68      | G3<br>G1 | 261420 Sirinhaém<br>261160 Recife             |
| Taxa de alfabetização               | 0,55<br>0,83      | G7<br>G1 | 261520 Terra Nova<br>261160 Recife            |
| Domicílio com coleta de lixo        | 69,09<br>99,73    | G8<br>G4 | 260515 Dormentes<br>260230 Bonito             |
| Proporção de pré-natal inadequado   | 101,62<br>1000,00 | G4<br>G3 | 260190 Bezerros<br>261650 Xexéu               |
| Proporção de mães adolescentes      | 0,66<br>6,04      | G2<br>G4 | 260970 Orobó<br>260260 Brejo da Madre de Deus |
| Renda per capita                    | 172,52<br>1144,26 | G6<br>G1 | 261580 Tupanatinga<br>261160 Recife           |

### 3.4 Software

O R é um software livre que disponibiliza funções de visualização, cálculos, manipulação e de análise de dados, de alta qualidade, com flexibilidade, facilidade e robustez (Crawley, 2013). Segundo Peng (2016), uma vantagem no seu uso, é a possibilidade de se dispor de uma grande variedade de pacotes, como os algoritmos de redes neurais, entre eles, o mapa auto-organizável de Kohonen, com funções relacionadas tanto com a criação e tratamentos dos arranjos dos neurônios, como com múltiplas formas de visualização, e ricas, dos resultados. Dessa forma, neste experimento foi utilizado o R versão 3.2.1 (2015-06-18) -- "World-Famous Astronaut", Copyright (C) 2015 The R Foundation for Statistical Computing Platform: i386-w64-mingw32/i386 (32-bit) e o package Kohonen. (Wehrens, 2015; Venables e Smith, 2016).

### 3.5 Treinamento da Rede

Para treinar a rede, a cada experimento, todos os 95 padrões de entrada foram apresentados. Ou seja, todos os neurônios são treinados com todos os dados a cada experimento. Através das funções de plotagem e de sumários, os resultados foram documentados e analisados. Os parâmetros da rede foram alterados nos vários experimentos, até que a rede estivesse treinada.

## 4. EXPERIMENTOS, AJUSTES E RESULTADOS

A seguir, se descreve as observações das fases dos experimentos:

- **Instalação do pacote Kohonen e leitura dos dados.**
- **Ajuste do número de iterações**

O neurônio aprende a cada época. Neste experimento será exibido o aprendizado dos neurônios, variando-se o número de iterações. À medida que a rede treina, a distância ( $x-w$ ) diminui. Idealmente, essa distância deve chegar ao mínimo. A função de plotagem `plot(som_model, type="changes")` exibe o progresso do treinamento da rede ao longo do tempo. Quando a curva continua decrescendo, significa que a rede precisa de um número maior de iterações. A taxa de aprendizagem é inversamente proporcional ao número de iterações. Significa que a rede aprende menos, à medida que o tempo passa. O progresso do treinamento indica que à medida que o número de iterações aumenta, o aprendizado é mais lento.

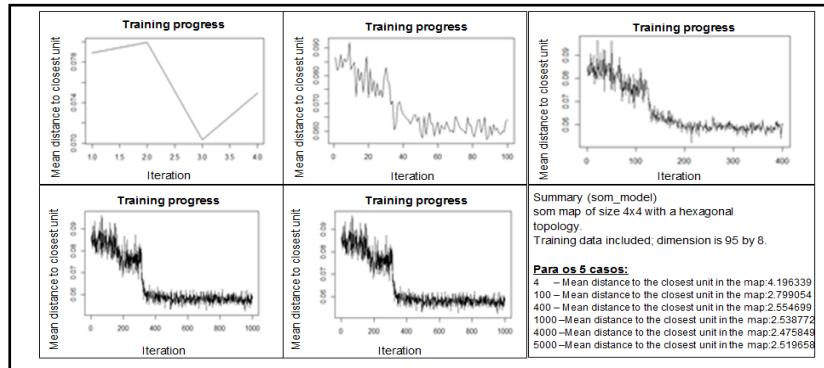


Figura 1. Variação do número de iterações, a cada experimento

A função `summary`, mostra a topologia da rede, o tamanho dos dados de entrada, e a distância média do padrão de entrada ao neurônio mais próximo, indicando o decaimento do aprendizado. A figura 1 exibe os vários experimentos, com as seguintes variações do número de iterações de: 4, 100, 400, 1000, 4000 e 5000.

- **Taxa de aprendizagem**

A taxa de aprendizagem determina o ritmo de aprendizado da rede. Taxas de aprendizado muito altas podem provocar a instabilidade da rede, enquanto que taxas de aprendizado muito pequenas fazem a rede aprender lentamente. Um ajuste demais pode levar o neurônio a não aprender sobre os demais, pois este é ajustado muito rapidamente. Ajustando pouco fará com que o neurônio não aprenda o suficiente. A taxa de aprendizagem é um vetor de dois números que indica a quantidade da mudança.

A figura 2 exibe um comparativo de dois experimentos usando diferentes taxas de aprendizado: uma taxa de aprendizagem de (0.0005, 0.001) e uma taxa de aprendizagem de (0.05, 0.01), para um mesmo número de iterações. Observa-se que no experimento da figura 2(a), o aprendizado da rede não finaliza.

A função `som_model$distance` dá a distância entre a entrada e seu neurônio vencedor. A função `som_model$classif` informa o neurônio vencedor de cada entrada. Por exemplo, se aplicarmos essa função para o experimento da figura 2(b), o resultado da função indica que para a entrada 1, o neurônio vencedor é o 7, e que a distância da entrada ao neurônio vencedor é de 3,27. Já na figura 2(a) a distância é de 7,04, porque a rede não foi totalmente treinada. A adaptação sináptica faz com que os pesos do neurônio vencedor e de sua vizinhança fiquem mais próximos de sua entrada.

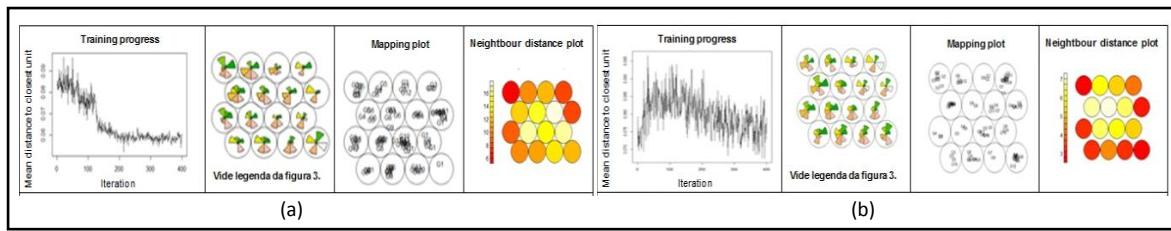


Figura 2. Experimento com taxas de aprendizados: (a) (0.0005, 0.0001) e (b) (0.05, 0.01)

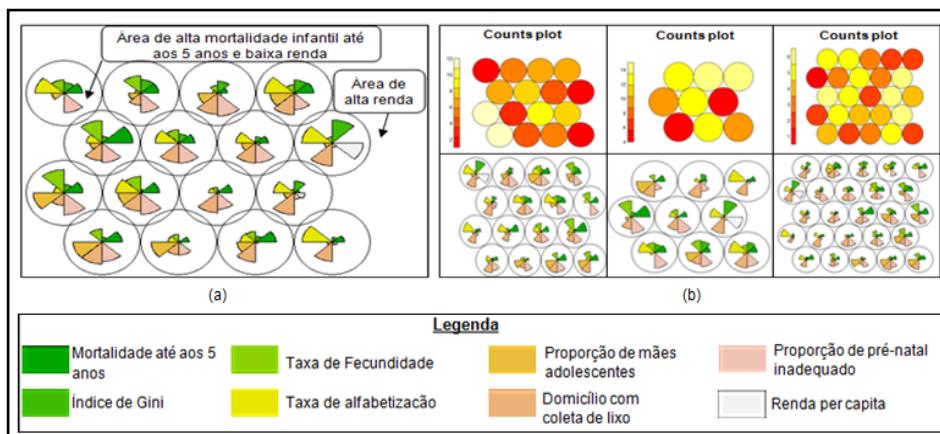
O aprendizado competitivo agrupa dados correlacionados. Um padrão de entrada influencia o neurônio vencedor e sua vizinhança. A função *Neighbour Distance*, ou *U-Matrix*, exibe a distância entre cada nó e seus vizinhos. Áreas em que a distância entre vizinhos é baixa significam grupos de nós similares, caso contrário, são nós com pouca semelhança e indicam limites naturais de possíveis clusters dentro do arranjo. Comparando estes resultados, da figura 2(a) e 2(b), percebe-se que com a continuidade do treinamento, os pesos ficam mais próximos do padrão de entrada.

#### • Visualização de padrões

Uma segunda observação é dada pela função `plot(som_model, type="code")`. O vetor de pesos (`codes`) é representativo e similar às entradas mapeadas para um determinado neurônio. Observando o vetor de pesos através do mapa, podemos verificar padrões na distribuição das amostras e variáveis e a magnitude de cada variável no vetor de pesos, de cada neurônio do arranjo. Por exemplo, a figura 3(a) exibe áreas de alta mortalidade infantil até aos 5 anos, e alta renda, e relaciona estas situações à todas as outras variáveis do estudo, como à taxa de alfabetização e ao índice de gini.

#### • Arranjo dos neurônios

Dois tipos de arranjos são possíveis: no hexagonal, o neurônio possui 6 vizinhos diretos, e já no retangular, o neurônio possui 4 vizinhos diretos. O arranjo de neurônios ocorre em um espaço de dimensões reduzidas. Quando o espaço original tiver mais dimensões, pode ocorrer redução de dimensionalidade e pode haver perda de informação. É importante que o arranjo minimize a perda de informação.

Figura 3. (a) Visualização de padrões através da função `plot(som_model, type="code")`. (b) variação no arranjo de neurônio: análise com topologia hexagonal com 9, 16 e 25 neurônios

O estudo realizou experimentos com grades de 9, 16 e 25 neurônios, exibidos na figura 3(b). Um arranjo de 9 neurônios concentrou os resultados, havendo perda de relações, e não foi satisfatório. A opção por um arranjo de 25 neurônios leva a vários neurônios vazios. O arranjo de 16 neurônios foi a melhor opção quanto à distribuição. A função `plot(som_model, type="counts")` permite visualizar a quantidade de amostras que são mapeadas em cada nó. Essa medida dá uma ideia da qualidade da rede, em que muitos valores em um único nó, sugere aumento do mapa e nós vazios sugerem uma redução do arranjo. Quando o dado é disperso, o SOM tem dificuldade para correlacionar.

#### • Resultados

A rede final é composta de um arranjo 4 x 4 de neurônios com topologia hexagonal. Para o treinamento foi utilizado número de iterações igual a 4000, e fator de aprendizado igual a  $c(0.05, 0.01)$ . Figura 4(d).

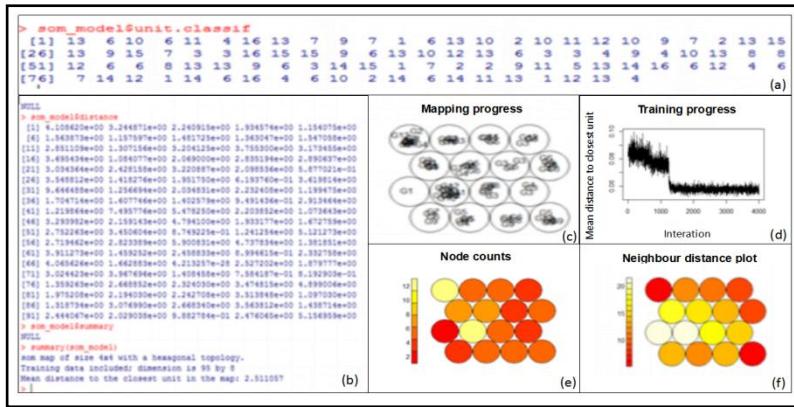


Figura 4. Resultados do SOM: (a) entradas pertencentes a cada neurônio, (b) distância da entrada ao neurônio vencedor; (c) quantidade de geres em cada nó da grade (e) quantidade de amostras em cada nó da grade; (f) distância da vizinhança

A figura 4 resume várias das possibilidades de visualização proporcionadas pelo SOM: (a) as entradas associadas a cada neurônio da grade o que permite análises específicas; (b) a distância da entrada ao neurônio vencedor; (c) a concentração de geres nas unidades do mapa, forma que também pode ser vista com qualquer outro campo da entrada, como o nome do município; (e) a quantidade de amostras na grade, por graduação de cores, por exemplo, nós em vermelho representam nós com poucas amostras; (f) a distância da vizinhança. Associar todas essas formas de visualização permite a descoberta de relações e de padrões como análises em com níveis de granularidade diferenciados, do mais geral ao mais específico. Por exemplo, em 4(c) verifica-se que o nó 5 contém apenas o gere G1. Já em 4(e), a cor vermelha do nó 5 indica que o número de amostras é pequeno neste nó. Através das entradas em 4(a), se identifica que Olinda e Recife pertencem a esse gere. Relacionando com a figura 5(a), para o mesmo nó, se verifica magnitudes altas para as variáveis: renda per capita, índice de gini e taxa de alfabetização e magnitudes baixas para as variáveis: proporção de mães adolescentes, taxa de fecundidade, e proporção de pré-natal inadequado. Para se detalhar ainda mais essas informações, basta observar as entradas que compõem o neurônio 5, em 4(a), e obter valores específicos de todas as variáveis relacionadas a esses municípios, por exemplo, descobrir que esses municípios, Olinda e Recife, possuem valores, dos mais altos, na região de Pernambuco, ou que a taxa de mortalidade até aos 5 anos de idade, de Olinda é de 11,9. Portanto é possível fazer descobertas e estabelecer relações gerais ou específicas.

O *heatmap* permite a visualização da distribuição de uma única variável no mapa. A figura 5(b) exibe o *heatmap* das 8 variáveis do estudo que vão permitir analisar áreas de interesse tanto individuais como em comum. Para a construção dessa visualização, usou-se o comando: `plot(som_model, type = "property", property = som_model$codes[2], main=names(som_model$data)[2])`, para cada variável. Por exemplo, analisando-se as figuras 5(a) e 5(b), nas regiões demarcadas no *heatmap*, verifica-se que a mortalidade infantil até aos 5 anos: aumenta quando aumenta a taxa de fecundidade, há uma concentração de mães adolescente e quando diminui a quantidade de pré-natal realizado; diminui quando aumenta a taxa de alfabetização; e ocorre em situações de baixa renda. Outro tipo de análise das relações é observar a graduação das cores do *heatmap*, individualmente, por variável do estudo, por exemplo, observando o mapa da variável taxa de mortalidade infantil até 5 anos, as cores graduam do vermelho, que significa menores valores, ao amarelo mais claro, que significa os maiores valores. A variação na escala dos valores normalizados dessa variável é exibida do lado esquerdo do mapa. O menor valor é de 11,92 (-2,2 normalizado) e o maior valor é de 45,67 (2,56 normalizado). Pode-se verificar nesse mapa que o neurônio 5, já citado anteriormente, é vermelho, significa que possui municípios com baixos valores de taxa de mortalidade infantil até aos 5 anos, variando de -2,2 a -1,1. Um *heatmap* pode ser relacionado com uma ou mais variáveis, por exemplo, o nó 5 pode ser observado nos *heatmaps* de todas as outras variáveis, e neste caso destacam-se os neurônios de cor amarela clara, os maiores valores, para as variáveis: índice de gini, taxa de alfabetização, domicílio com coleta de lixo, e renda per capita.

O perfil apresentado pelas distâncias relativas entre neurônios vizinhos representa formas de agrupamentos, percebidas na figura 4 C. O SOM sugere 6 *clusters* para o mapa de neurônio. Por exemplo, os maiores índices de mortalidade infantil até aos 5 anos estão concentrados no neurônio 8, composto pelos municípios: Joaquim Nabuco, Jurema e Maraial.

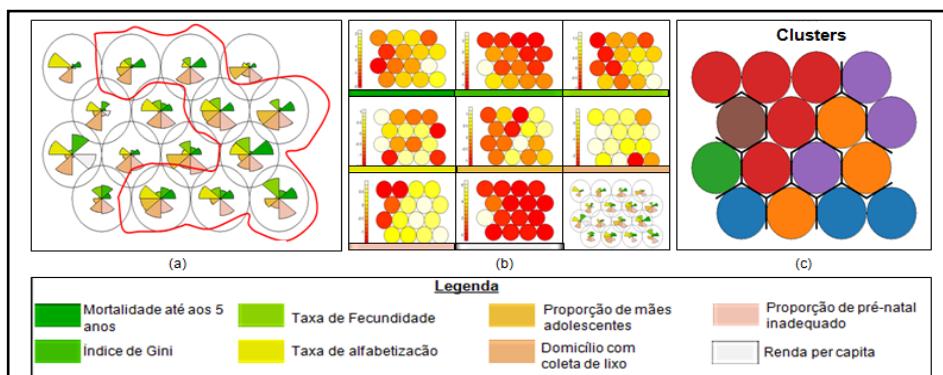


Figura 5. (a) Resultado do estudo: relação entre as variáveis do estudo. (b) *heatmap* que possibilita correlacionar e evidenciar áreas de análises. (c) agrupamento resultante do perfil de similaridade dos neurônios

## 5. CONCLUSÃO

O SOM constitui importante ferramenta para aquisição de conhecimento. É uma técnica que permitiu fazer associações, descobertas de padrões e estabelece relações entre as variáveis estudadas. O pacote Kohonen, no R é fácil de ser usado e habilita muitas possibilidades de visualização. As combinações e variações do uso de suas funções e parâmetros proporcionaram visualizações diferenciadas que facilitaram a análise.

A escolha das variáveis teve uma abordagem no estudo de Rosas et al (2013), e após o tratamento dos dados de entrada, quanto aos valores faltantes e *outliers*, o número de registros diminui de 185 para 95, o que limitou o estudo a alguns municípios. Uma segunda limitação foi o período de coleta dos dados, obtidos a partir dos dados mais recentes, disponíveis nas bases abertas providas pelo ADH, e DATASUS/IBGE.

O modelo resultante do estudo permite análises detalhadas das relações entre as variáveis do estudo, quer através das cores do *heatmap*, quer pelo tamanho e disposição dos nós da rede de neurônios, como pelos perfis de agrupamento formados. Em todas essas possibilidades é possível se obter o detalhamento das entradas que formam cada nó, como os seus municípios, os gêneros participantes, permitindo outros tipos de análises dessas associações. Um resultado desse experimento que pode ser observado, mostra que a mortalidade infantil até aos 5 anos aumenta quando há um aumento da taxa de fecundidade, uma concentração de mães adolescentes, ocorre em situações de baixa renda e diminui quando aumenta a taxa de alfabetização.

Uma proposta de evolução deste trabalho é o do estudo dessas relações, porém utilizando a variável mortalidade infantil, que expressa o número de crianças que vem a falecer antes de completar um ano. Essa variável é a base para o cálculo da taxa de mortalidade infantil, um indicador bastante utilizado em estudos, principalmente na área da saúde, por medir ações e serviços de melhoria nas condições de vida da população, por exemplo, os estudos de Frias (2013), Melo et al (2015) e Pereira et al (2013) . O estudo também deve ser estendido ao Brasil, e deve contemplar um procedimento para tratar *outliers* e valores faltantes, assim como proceder a coleta de dados em outras fontes a fim de tentar equiparar o ano da coleta dos dados.

## REFERÊNCIAS

- ADH (2016). Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Disponível: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>. (Acesso em 25 march 2016).
- Caetano, S.F., et al, 2013. Avaliação da completitude dos instrumentos de investigação do óbito infantil no município de Arapiraca, Alagoas. In *Cadernos Saúde Coletiva*, Vol.21, No3, pp.309-317.
- Friias, P.G. et al,2012. Avaliação da notificação de óbitos de menores de um ano ao Sistema de Informações da Atenção Básica (SIAB). In *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*, Vol.12, No 1, pp.15-25.
- Hastie, T., Tibshirani R. e Jerome F., 2013. *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*. Springer, California, USA.
- IBGE<http://ibge.gov.br/home/>
- Kohonen, T., 1990. The Self-Organizing Map. In *IEEE Transactions on Data and Knowledge Engineering*, Vol. 78, No. 9, pp 1464-1480.
- Neto, J. S. et al, 2013. Sistema de apoio ao diagnóstico da Doença de Chagas baseado em escalogramas e redes neurais auto-organizáveis. In *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica*, Vol.29, No.3, pp.242-253.
- Peng, R.D., (2016). *R Programming for Data Science*. Disponível em: <file:///C:/Users/Ana%20Ichihara/Downloads/rprogramming-sample.pdf>. (Acesso em: 01 novembro 2016).
- Penna, M., 2004. Rede neural artificial para detecção de sobre mortalidade atribuível à cólera no Ceará. In *Revista Saúde Pública*, Vol 38(3), pp 351-7.
- Portal da Saúde (2016). Disponível: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area%20=02>. (Acesso em: 14 de abril de 2016).
- Russell S.J, Norvig P., 2010. *Artificial Intelligence: A modern approach*. Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Rosas, et al, 2013. Uso das redes neurais artificiais na aplicação de metodologia para alocação de recursos da saúde. In *Revista Saúde Pública*, Vol. 47, pp 128-136.
- Saúde, M., (2004a). *Sistemas de Informações sobre Mortalidade (SIM) e Nascidos Vivos (Sinasc) para os profissionais do Programa Saúde da Família*. Ministério da Saúde, Brasília, Brasil. Disponível em: [http://189.28.128.100/dab/docs/publicacoes/geral/importancia\\_sim\\_sinasc.pdf](http://189.28.128.100/dab/docs/publicacoes/geral/importancia_sim_sinasc.pdf). (acesso em: 01 de setembro de 2016)
- Saúde. M., (2011b). Saúde Brasil 2010 Uma análise da situação de saúde e de evidências selecionadas de impacto de ações de vigilância em saúde. *Ministério da Saúde*, Brasília, Brasil.
- Saúde. M., (2014c). Saúde Brasil 2013. Uma análise da situação de saúde e das doenças transmissíveis relacionadas à pobreza. Ministério da Saúde, Brasília, Brasil. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2015/janeiro/28/saude-brasil-2013-analise-situacao-saude.pdf>. (Acesso em: 30 de outubro de 2016).
- Venables, W.N. et al, 2016. An Introduction to R.Network: Notes on R: A Programming Environment for Data Analysis and Graphics. Version 3.3.1. Disponível em: <https://cran.r-project.org/doc/manuals/R-intro.pdf>. (Acesso em: 03 de outubro de 2016).
- Wehrens R., 2015. Supervised and Unsupervised Self-Organisng Map. Version 2.0.19. Disponível:<https://cran.r-project.org/web/packages/kohonen/kohonen.pdf>. (Acesso em: 10 de março de 2016).
- Zaki, M.J. and Junior W.M., 2014. *Data Mining and Analysis: Fundamental Concepts and Algorithm*. Cambridge University Press, New York, USA, pp52-53.
- Melo E.C. et al (2015). Fatores associados à qualidade do pré-natal: uma abordagem ao nascimento prematuro. *Revista Escola de Enfermagem da USP*, Vol 49 (4), pp540-549.
- Maia I.A., Toledo J., Burgarelli R., (2013) 'Mortalidade infantil está diretamente associada à falta de estudo dos pais, Estadão de São Paulo', 26 de agosto de 2013. Disponível em: <http://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,mortalidade-infantil-esta-diretamente-associada-a-falta-de-estudo-dos-pais-imp-,1067807..>(Acesso em: 08 de outubro de 2016).

# INVESTIGAÇÃO SOBRE O PERfil INTERATIVO E EVASIVO DO DISCENTE POR MEIO DE TÉCNICAS DE MINERAÇÃO DE DADOS EDUCACIONAIS

Alana M. Morais<sup>1</sup> e Danielle C. Medeiros<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)*

<sup>2</sup>*Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)*

*Campina Grande-PB, Brazil*

## RESUMO

Este artigo tem como objetivo extrair informações sobre o perfil evasivo dos alunos de uma disciplina no curso de Ciência da Computação. Neste contexto, foram utilizadas técnicas de Mineração de Dados Educacionais, especificamente agrupamento e classificação. As análises executadas investigaram métricas relacionadas ao perfil interativo do aluno no ambiente, como comentários, adição de recursos, criação de grupos, etc. Os resultados mostraram que técnicas de agrupamento podem ser utilizadas para investigar perfis de alunos, podendo ser útil na prevenção da evasão. Verificou-se, também, que as árvores de decisão proveem informações significativas para a compreensão da evasão.

## PALAVRAS-CHAVE

Árvores de Decisão, Avaliação Formativa, Clusterização, Educação Online, Mineração de Dados

## 1. INTRODUÇÃO

A Educação a Distância (EaD) é uma modalidade de ensino que vem crescendo nos últimos anos no Brasil. Apenas em 2014, o número de alunos matriculados nesta categoria de ensino chegou a 1,34 milhão, representando mais de 17% do total de matrículas da educação superior e atingindo um aumento de mais de 41% em relação ao ano de 2013 (Inep 2014). Com este crescente número de matrículas também cresceu o volume de dados gerados em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), ferramentas comumente utilizadas em EaD. A análise destes dados pode ser realizada manualmente pelo professor, mas, além de demandar um grande dispêndio de tempo, pode se tornar, muitas vezes, impraticável e de alta complexidade quando não há o auxílio de uma ferramenta computacional de análise (Alencar *et al.* 2015).

A Mineração de Dados Educacionais (MDE) representa um conjunto de técnicas utilizadas para extrair e processar dados educacionais e é uma ferramenta frequentemente utilizada para a análise de dados provenientes de AVA. Técnicas de MDE proveem informações sobre o processo de ensino-aprendizagem e auxiliam educadores a superar diversos problemas existentes em cursos de EaD (Alencar *et al.* 2015). Elas podem ser utilizadas, por exemplo, para a análise da qualidade das interações entre estudantes ou a identificação de diferentes perfis de estudantes (Yaday & Pal 2012).

Uma problemática bastante comum ao se estudar, especificamente, perfis de alunos utilizando técnicas de MDE é a evasão discente (Nistor & Neubauer 2010). A evasão ocorre quando o aluno interrompe ou desiste dos estudos, o que o leva a não concluir o curso com sucesso (Wilges *et al.* 2010). No ano de 2014, a Associação Brasileira de Educação à Distância identificou um aumento de 25% na taxa de evasão em relação ao ano anterior, apontando a evasão como o maior obstáculo enfrentado nesta modalidade de ensino (ABED 2015).

A alta taxa de evasão em cursos de EaD preocupa educadores por diversos fatores. Lee e Choi (2010) identificaram diversos pontos que podem motivar um aluno a evadir um curso *online*, que vão desde fatores pessoais e financeiros a problemas com o uso do ambiente e interações com o professor. Os estudos realizados nesta área visam combater e prevenir casos futuros de evasão escolar, principalmente devido aos grandes problemas econômicos, sociais e acadêmicos que tal fenômeno gera para as instituições, tais como

perdas de recursos humanos e financeiros investidos pelas instituições, tanto públicas quanto privadas, que podem causar até o fechamento de cursos (Bittencourt & Mercado 2014).

Neste contexto, o questionamento inicial que norteou as análises apresentadas no presente trabalho foi: “Como apoiar efetivamente o professor frente à problemática da evasão discente em contextos educacionais à distância?”. Assim, o objetivo deste artigo é realizar uma investigação, por meio do uso de técnicas de MDE, dos diferentes perfis participativos de estudantes, de forma a auxiliar o docente na observação de fatores que possam influenciar a evasão de um aluno. Como principal resultado tem-se a descoberta de três diferentes perfis de participação e da relação existente entre os alunos evadidos e a não execução de algumas atividades importantes para o curso (e.g., pesquisa no AVA, criação de grupos, adição de recursos). Tais informações podem auxiliar o docente a entender melhor o comportamento dos alunos e identificar metodologias alternativas para prevenir futuros casos de evasão. Além disto, destaca-se também como contribuição a análise de um AVA ainda não explorado por cursos brasileiros (LearnWeb) e a confirmação da eficácia do uso de estratégias relacionadas a MDE na extração de informações em contextos educacionais diversos.

## 2. TRABALHOS RELACIONADOS

O uso de técnicas de MDE para extrair informações ocultas em grandes volumes de dados tem se tornado objeto de estudo de várias pesquisas. Nesta seção, é feita uma breve discussão a respeito de alguns destes trabalhos. Um dos principais focos de estudo é o monitoramento do perfil dos alunos.

Anaya e Boticário (2011) apresentaram duas abordagens para a determinação do perfil colaborativo dos alunos ao longo de um curso à distância: a primeira utiliza a técnica de agrupamento, com o objetivo de agrupar estudantes de acordo com sua colaboração; e a outra faz uso de árvores de decisão, visando obter uma métrica apropriada que identifique o perfil de interação de futuros alunos. O estudo mostrou que métricas que descreviam características de regularidade de iniciativa e atividade do aluno ao longo do curso refletem melhor seu nível de colaboração que apenas a análise geral de sua atividade.

Outras pesquisas utilizaram a MDE para analisar ou diagnosticar o comportamento de alunos em cursos *online*. Heidrich *et al.* (2014), por exemplo, descreveram um modelo para a análise do estilo de aprendizagem dos alunos, buscando padrões de comportamento que auxiliassem o docente a diagnosticar eventuais problemas, destacando a problemática da evasão. Atualmente, muitos pesquisadores têm focado seus estudos na evasão por entender que este problema é recorrente e está presente em todas as modalidades de ensino.

Silva *et al.* (2015), por exemplo, propuseram um modelo preditivo para realizar o diagnóstico de evasão, utilizando, para isto, a troca de mensagens em fóruns de discussão. O modelo proposto pelos autores classificava os alunos em três perfis: Aprovado, Reprovado e Evadido. Para a construção do modelo, foram utilizadas diferentes técnicas de classificação utilizando árvores de decisão e redes baseadas em probabilidade. Ao final, os autores afirmaram que os modelos de classificação utilizando árvores de decisão são mais apropriados no contexto educacional.

Em sua pesquisa, Yükseltürk *et al.* (2014) utilizaram quatro técnicas de MDE: k-vizinhos mais próximos (*k-nearest neighbors*), árvores de decisão, redes bayesianas e redes neurais. Foram estudados alguns atributos dos alunos, dentre eles a idade, sexo, ocupação, etc. O estudo pretendeu classificar o *status* dos alunos em evadido ou não. Os algoritmos de árvore de decisão e de redes neurais artificiais, foram os que obtiveram melhores resultados, com taxas de acerto de 87% e 79,9%, respectivamente. Os autores utilizaram algoritmos genéticos para analisar fatores que podem indicar a possibilidade de evasão. Alguns dos principais fatores encontrados foram: experiências *online* anteriores e a facilidade de aprendizagem *online*.

Silva *et al.* (2014), por sua vez, realizaram um estudo sobre o risco de evasão em um curso de EaD por meio da observação de dados relacionados a realização de atividades, frequência de acesso, participação e notas obtidas pelos alunos. Os pesquisadores utilizaram árvores de decisão para classificar os alunos em “fora de risco” ou “em risco”. Os experimentos realizados resultaram em taxas de acerto acima de 72%. Os autores concluíram que é possível predizer com maior facilidade os alunos em situação de risco conforme o curso evolui. Além disso, eles também apontaram fatores que podem dificultar a classificação correta, como a forma de utilização do ambiente, que em muitos casos é apenas utilizado como repositório para atividades e materiais e não como ambiente interativo e colaborativo.

É importante ressaltar que, apesar de existirem pesquisas sendo desenvolvidas atualmente, ainda há um campo muito vasto para o estudo da evasão, principalmente devido às constantes mudanças de metodologias

e tecnologias empregadas na EaD. No entanto, ficam evidentes os benefícios que o uso de MDE traz para o apoio à tomada de decisão de educadores e instituições, ao apontar padrões de comportamento e fatores relevantes que possam identificar eventuais estudantes em risco de evasão ou reaprovação.

### 3. ESTUDO DE CASO

Para tratar de aspectos mais específicos do método científico, utilizado durante o estudo de caso, foram construídas duas subseções. Na primeira, é detalhado o cenário educacional selecionado para o experimento. Na segunda, apresentaram-se os métodos para a análise dos dados coletados no estudo de caso administrado.

#### 3.1 Cenário

Os dados utilizados para a realização do estudo foram extraídos do AVA LearnWeb 2.0, que é uma plataforma online para cursos de EaD, desenvolvida utilizando uma abordagem interativa orientada à avaliação (Marenzi and Deirdre 2013). Suas principais funcionalidades são: pesquisa (consultas em fontes de busca da Web 2.0 por meio de uma API unificada); compartilhamento de recursos (usuários podem adicionar recursos em grupos a partir da página de pesquisa ou por meio de upload de arquivos de sua área de trabalho); e anotação e análise (usuários podem adicionar comentários e marcações adicionais para enriquecer os recursos).

Participaram do estudo 35 alunos da disciplina de Lógica para Computação, de um curso híbrido de bacharelado em Ciência da Computação. A turma tinha conhecimento e consentiram a pesquisa em questão, mas detalhes sobre as técnicas utilizadas não foram detalhadas durante o processo. Os alunos foram motivados a participar de uma sequência de atividades colaborativas, utilizando o ambiente para a troca de ideias e materiais. Foi realizado um total de quatro atividades, ao longo de dois meses. Uma destas atividades, apresentada como tarefa introdutória, requeria apenas que os alunos trocassem materiais de estudo e compartilhassem ideias sobre o assunto abordado ao longo da disciplina por meio de comentários e marcações. Para as demais atividades, a turma foi dividida em duplas ou trios, sendo, posteriormente, criados grupos no ambiente para promover a interação e colaboração entre seus membros. Além disso, os alunos foram incentivados a participar do fórum de discussão, para resolver dúvidas e comentar a respeito dos conceitos estudados. Ao final, tais interações resultaram em um arquivo com mais de 500 linhas de registros das atividades dos alunos no curso utilizado durante a mineração dos dados.

#### 3.2 Metodologia

Este artigo utilizou técnicas de MDE (Romero *et al.* 2010) para responder a pergunta de pesquisa delineada na seção introdutória deste artigo. Neste sentido, técnicas de classificação e agrupamento foram executadas para mapear o perfil evasivo do aluno no curso ministrado. Por questões estratégicas, a presente análise foi dividida em quatro fases complementares: (i) avaliação diagnóstica do cenário e pré-processamento dos dados, (ii) análise dos grupos de alunos, (iii) classificação dos dados de acordo com o perfil evasivo do aluno, e (iv) análise final do cenário. Três das etapas conta com a participação efetiva do professor para interpretar e ajustar os resultados, como ilustra a Figura 1.

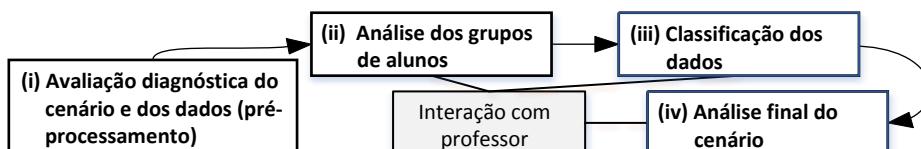


Figura 1. Fases executadas durante o estudo

##### 3.2.1 Avaliação Diagnóstica do Cenário

O intuito desta fase é realizar um levantamento sobre a base de dados disponível para análise, execução de técnicas de pré-processamento dos dados e remoção de registros incorretos. Tais atividades são importantes

para minimizar problemas relacionados à contabilização de registros erroneamente cadastrados no sistema de ensino *online*. Outra atividade executada nesta fase é a geração de *scripts* para extrair os dados da base. Esta fase é relevante, pois aqui ocorre a formatação das informações em uma entrada adequada para os algoritmos utilizados nas fases posteriores.

### 3.2.2 Análise de Grupos de Alunos

Análises de agrupamento (ou clusterização) identificam uma coleção de registros (neste estudo, representada por grupos de alunos) similares entre si, porém diferentes de outros registros nos demais agrupamentos. Os grupos (*clusters*) de alunos podem ser úteis para nortear ações pedagógicas do professor frente a um comportamento (equivocado ou não) dos alunos. O principal intuito desta análise é identificar grupos problemáticos e permitir que o professor ou o tutor possam prover um suporte mais efetivo a grupos específicos no ambiente. O processo de rotulação de tais grupos exige um esforço multidisciplinar do suporte técnico com os professores, pois somente os professores podem identificar problemas no aprendizado diante das características em cada um dos grupos. O suporte técnico apresenta a quantidade de grupos, o perfil e as características de cada um deles a fim de que os especialistas (neste estudo, representado pelo professor do curso analisado) consigam identificar deficiências e rotular os grupos durante a avaliação formativa.

Além disto, foram executadas análises semana a semana sobre os agrupamentos dos alunos, de acordo com seu perfil interativo no curso. Há diversas técnicas que podem ser utilizadas para detectar agrupamento de dados. O presente estudo utilizou o algoritmo *k-means* para identificar grupos de alunos, pois a presente técnica lida bem com *clusters* esféricos e com a ausência de *outliers*. Uma das exigências dessa técnica é definir o número de grupos (*k*) que precisam ser encontrados durante a iteração. Para isto, análises prévias baseadas na técnica do joelho (*knee method*) (Aldenderfer & Blashfield 1984) definiram que seriam investigados três grupos como número ideal. Os atributos do usuário, que serão minerados para a geração dos grupos, serão descritos durante a descrição e discussão dos resultados na seção 4.

### 3.2.3 Classificação dos Dados

A terceira etapa percorrida durante a análise dos dados foi a classificação da amostra. O intuito principal desta fase foi executar um mapeamento do perfil interativo do aluno e extrair informações relacionadas à situação final do aluno no curso (evadido ou não). Os dados analisados neste momento foram coletados ao final da disciplina por meio de registros de interação dos alunos (*logs*).

Uma das estratégias presentes nessa fase é a divisão da amostra em dois conjuntos principais: treinamento e teste. Este método consiste em dividir o conjunto total de dados em dois subconjuntos mutuamente exclusivos, um para treinamento (estimação dos parâmetros) e outro para teste (validação). Uma proporção muito comum para a divisão dos dados é considerar 66% dos dados para treinamento e o 33% restante para teste (Bouckaert *et al.* 2010). Além disso, durante as análises de classificação houve a inclusão de uma métrica nominal: a situação final do aluno no curso (evadido ou participante).

Há uma variedade de técnicas que podem ser utilizadas para classificar dados. Neste sentido, este artigo utilizou diversos tipos de árvores de classificação, tais como: J48, ADTree, NBTree, Random Tree e RPTree. A utilização das árvores de decisão foi motivada pelos bons resultados obtidos durante sua aplicação em contextos educacionais, alguns deles foram mencionados na revisão de literatura do presente trabalho.

O professor atuou nesta fase como um especialista na identificação das justificativas de árvores e das relações obtidas. As intermediações eram executadas por meio de uma entrevista informal semiestruturada.

### 3.2.4 Análise Final do Cenário

Nesta fase, os resultados obtidos ao longo das semanas foram revisados e rediscutidos juntamente com o docente, visando identificar possíveis ganhos diante da compreensão dos grupos durante o processo de ensino e avaliação. Esta etapa foi executada por meio de uma entrevista informal semiestruturada.

## 4. RESULTADOS OBTIDOS

A presente seção objetiva apresentar e discutir os resultados das duas etapas de análise apresentada na seção anterior. Para fins explicativos, seguiremos a mesma divisão proposta na metodologia discutida anteriormente.

## 4.1 Avaliação Diagnóstica do Cenário

Esta fase contempla esforços relacionados ao pré-processamento e tratamento da base de dados estudada. Houve um levantamento das tabelas e características do aluno que poderiam ser interessantes para construir os grupos baseados no perfil participativo. Para avaliar o perfil interativo do discente foram estudadas variáveis numéricas relacionadas às atividades do mesmo no ambiente (extraídas na fase anterior), tais como: número de comentários, de marcações adicionadas e de pesquisas realizadas, adições de recursos, criação de grupos, número, edição de recursos, acesso a recursos, *download* de recursos, entrada em grupos, remoção de recurso, remoção de comentários e saída de grupos. A natureza de tais métricas foi apresentada na tabela 1.

Tabela 1. Características das variáveis utilizadas nas análises

| Métrica               | Descrição  |
|-----------------------|--|
| Comentários           | Número de comentários adicionados pelo aluno                                     |
| Adição de recurso     | Número de adições de recursos em grupos e no curso                               |
| Marcação              | Número de marcações adicionadas em recursos no curso                             |
| Criação de grupo      | Número de grupos criados pelo aluno  |
| Pesquisa no LearnWeb  | Número de buscas feitas na ferramenta interna de pesquisa do ambiente            |
| Edição de recurso     | Número de edição de recursos realizada pelo aluno                                |
| Acesso a recurso      | Número de vezes que o aluno clicou no recurso para acessá-lo.                    |
| Download de recurso   | Número de recursos baixados pelo aluno   |
| Entrada em grupo      | Número de vezes que o aluno se inscreveu em um grupo no curso                    |
| Remoção de recurso    | Número de recursos apagados pelo aluno   |
| Remoção de comentário | Número de comentários apagados pelo aluno  |
| Saída de grupo        | Número de vezes que o aluno pediu para não fazer mais parte de um grupo no curso |

## 4.2 Análise de Grupos de Alunos

Inicialmente, o professor analisou se as variáveis selecionadas eram importantes para delinear o perfil interativo do aluno. Por meio do algoritmo K-Means, foram obtidos três grupos baseados em métricas relacionadas às interações dos alunos no ambiente. De acordo com a análise manual dos perfis, o docente identificou tais grupos como: “Alunos Participativos”, “Alunos Indiferentes” e “Alunos Não-Participativos”.

Percebeu-se que o grupo “Alunos Participativos” resolveram as atividades propostas pelo professor, responderam aos colegas e apresentavam interesse em acessar os materiais de aula disponíveis no ambiente. Concomitantemente, o grupo “Alunos Indiferentes” foram aqueles que interagiram de maneira insatisfatória com o ambiente, perdiam alguns prazos e acessaram poucos recursos no ambiente. Por fim, o grupo “Alunos Não-Participativos” representavam os alunos que nunca acessaram o ambiente ou interagiram com o ambiente somente para se inscrever no curso.

Para facilitar a interpretação e análise dos grupos, foram construídos alguns gráficos de bolhas durante a visualização dos resultados. Nestes gráficos, os alunos foram apresentados em círculos identificados com seu nome e os grupos foram delimitados pelos círculos maiores ao seu redor, como ilustra a Figura 2 e 3.

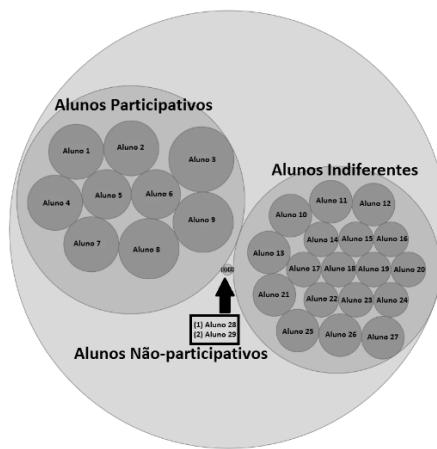


Figura 2. Grupos de alunos na 2ª semana de aula

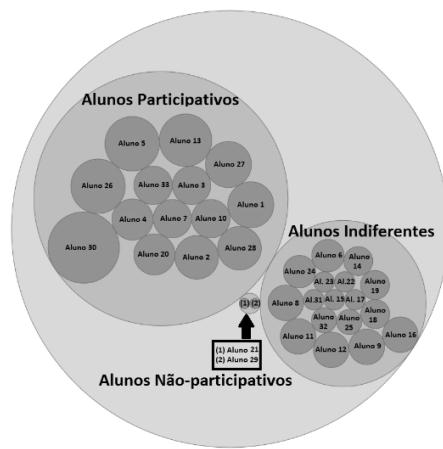


Figura 3. Grupos de alunos na 6ª semana de aula

O diâmetro dos círculos dos alunos foi calculado por meio da função de interatividade definida pelo estudo. De acordo com a função utilizada, quanto maior o diâmetro do círculo do aluno mais participativo ele era no curso. A Figura 2 e 3 ilustram a evolução da turma entre a segunda e a oitava semana do curso, respectivamente. A primeira constatação obtida pelos grupos ilustrados foi que a parcela minoritária de alunos pertencia ao grupo “Alunos Não-Participativos”. Este cenário de poucos alunos não participativos no curso pode ser atribuído a medidas adotadas pelo professor que tencionaram evitar que os alunos não tivessem acesso ao ambiente, por meio de mensagens de *feedback* e acompanhamento individual.

Os grupos construídos na segunda semana mostraram um cenário composto por uma grande parcela de alunos pertencentes ao grupo “Alunos Indiferentes”. Nesse caso, houve um esforço do docente em prover mensagens de *feedback* e revisar atividades para estimular a motivação da turma ao longo do curso. De fato, é possível perceber que o grupo “Alunos Participativos” obtiveram uma sutil melhora ao final da oitava semana, pois é possível identificar um grupo com alguns círculos a mais e com diâmetro maior.

Apesar dos esforços do docente em motivar e monitorar a turma, é possível perceber a presença de uma parcela de alunos pouco interativa. Neste sentido, tais dados precisam ser melhor analisados a fim de minimizar a evasão discente que alcançou um percentual de 46% ao final da disciplina. Se o estudo fosse interrompido nesta fase da análise, não teríamos indicadores que permitissem entender outros comportamentos que podem estar associados aos alunos pertencentes ao grupo “Alunos Participativo” e “Alunos Indiferente”. Assim, justifica-se a importância de prosseguir a análise de acordo com a metodologia apresentada neste artigo.

### 4.3 Classificação dos Dados

Diversos tipos de algoritmos de classificação foram executados durante esta fase, mas as árvores de decisão foram as que proveram os *feedbacks* mais interessantes para o cenário selecionado, de acordo com a revisão de literatura. A análise apresentada baseou-se nos dados obtidos ao término do curso e teve como foco a métrica relacionada à situação final do aluno no curso (com os valores “evadido” ou “participante”). É importante ressaltar que a análise de grupos não influenciou as investigações nesta etapa. Neste sentido, a Tabela 2 lista as árvores de decisão executadas no presente trabalho e os parâmetros utilizados para a análise comparativa. Tais métricas foram implementadas utilizando o suíte Weka.

Tabela 2. Resultados das técnicas de classificação de dados

| Técnica            | Instâncias Corretamente Classificadas | Instâncias Erroneamente Classificadas | ROC Area |
|--------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------|
| Árvore REPTree     | 76.92 %                               | 23.08 %                               | 0.85     |
| Árvore Random Tree | 92.31 %                               | 7.69 %                                | 0.95     |
| Árvore NBTree      | 69.23 %                               | 30.77 %                               | 0.90     |
| Árvore ADTree      | 92.31 %                               | 7.69 %                                | 0.98     |
| Árvore J48         | 92.31 %                               | 7.69 %                                | 0.95     |

De acordo com os resultados obtidos, a maioria dos algoritmos citados apresentaram bons resultados e conseguiram classificar corretamente boa parte da amostra analisada. A única exceção foi a árvore NBTree que conseguiu classificar corretamente menos de 70% das instâncias da amostra. Os índices ROC da todas as árvores foram próximos a 1, o que demonstra o bom poder de discriminação em relação a outras técnicas de classificação.

Diversas rodadas de classificação foram executadas utilizando as métricas individualmente e agrupadas a fim de extrair informações não-triviais. Ao interpretar as árvores de decisões geradas, algumas constatações foram obtidas. Por exemplo, durante a análise da árvore construída com o algoritmo J48 foi identificado uma relação entre a evasão e os alunos que não comentaram, não adicionaram recursos, não adicionaram marcações, não criaram grupos e não executaram pesquisa de recursos no LearnWeb, ilustrado graficamente pela Figura 4. As árvores construídas por meio dos algoritmos ADTree e a Random Tree confirmaram a relação entre o conjunto de métricas combinadas (comentários, adição de recursos, adição de marcações e criação de grupos) com a permanência do aluno no curso.

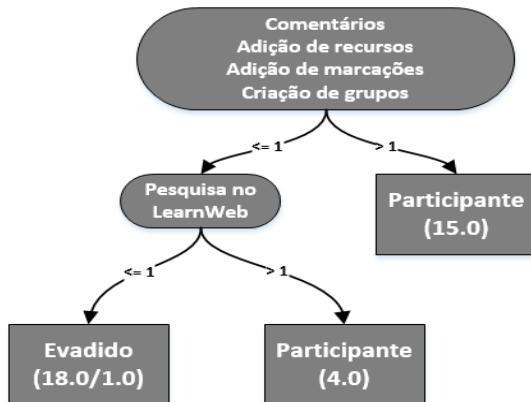


Figura 4. Árvore construída pelo algoritmo J48

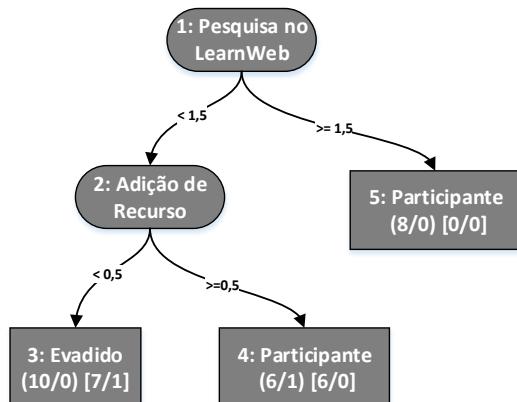


Figura 5. Árvore construída pelo algoritmo REPTree

Por outro lado, contrapondo tais resultados, pode-se destacar o algoritmo REPTree (Figura 5), cuja árvore construída identificou uma relação entre a situação final do aluno exclusivamente com as métricas de pesquisa no LearnWeb e a adição de recursos. As outras métricas destacadas pelas classificações citadas anteriormente não se mostraram importantes para essa árvore. As técnicas de classificação selecionadas se mostraram eficientes na investigação sobre a evasão discente no AVA analisado. Tais informações poderiam ser úteis ao docente durante a avaliação final da disciplina. Neste contexto, é possível reavaliar estratégias pedagógicas adotadas durante o curso e o perfil de interação educacional a fim de minimizar tais índices nas próximas turmas.

#### 4.4 Análise Final do Cenário

Durante e após a execução dos experimentos, o docente esteve sempre presente, analisando os resultados obtidos, de forma a extraír informações que lhe fossem úteis para ajudar na melhoria das práticas pedagógicas empregadas ao longo do curso. No decorrer das entrevistas realizadas ao longo dos experimentos, o docente apontou a descoberta de perfis como um método útil para definir pontualmente características individuais dos alunos, que podem auxiliar o professor na definição de novos mecanismos para dar suporte a grupos de alunos em risco de evasão. Adicionalmente, o docente afirmou que o uso de ferramentas para classificação de alunos "é interessante, pois pode oferecer ao educador a oportunidade analisar o perfil dos alunos da turma ao decorrer da disciplina, oferecendo espaço para a escolha de práticas e metodologias de ensino mais eficazes". Além disso, ele também declarou que o uso de árvores de decisão também pode fornecer um melhor discernimento de quais atividades realizadas pelo estudante são mais significativas. Estas informações podem ser utilizadas pelo docente para definir atividades e práticas que incentivem os alunos a participar e interagir com mais frequência, evitando futuros casos de evasão.

### 5. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Este artigo contempla uma investigação sobre o perfil interativo do discente utilizando técnicas de MDE. O intuito da execução de tais abordagens é extraír informações úteis ao professor frente a um contexto de evasão discente, como apresentado no questionamento inicial da pesquisa. O professor tinha uma percepção inicial da existência de grupos e entendê-los poderia ser uma ferramenta poderosa para o melhor acompanhamento do curso. Neste sentido, foi possível verificar que, no contexto educacional, os algoritmos de classificação que fazem uso de árvores de decisão foram úteis e relevantes para extração de indicadores que possam sugerir uma eventual evasão discente. Assim, com as informações sobre os diferentes perfis de alunos, extraídos pelo uso de algoritmos de agrupamento, o professor pode traçar novas estratégias de ensino e prover melhor suporte aos alunos ao longo do curso.

É importante destacar que é possível replicar a metodologia apresentada em qualquer AVA analisado, pois a maioria destes ambientes gera arquivos de monitoramento que podem ser usados facilmente pelos algoritmos apresentados no estudo de caso discutido. O trabalho apresentou algumas limitações que devem ser citadas, tais como: o tamanho da amostra analisada e o uso de apenas um AVA no estudo de caso. Tais limitações podem resultar em ameaças a validade do experimento e devem ser revistas em caso de replicação.

Como trabalhos futuros, o estudo propõe inicialmente aumentar a amostra analisada e incluir as análises de classificação de dados semanalmente em um curso de EaD futuro. O intuito é avaliar se o uso das informações obtidas diante de um contexto de avaliação formativa poderia minimizar os índices de evasão discente e modificar o perfil interativo do aluno no curso. Além disso, considerando que foram analisados apenas atributos quantitativos, propõe-se, também, uma análise dos dados qualitativos extraídos do ambiente, tais como: o conteúdo de mensagens e o tipo de recursos enviados pelos alunos.

## REFERÊNCIAS

- ABED - Associação Brasileira de Educação à Distância, 2015. Censo EAD.BR: Relatório Analítico da Aprendizagem a Distância no Brasil. Brasil, Curitiba: Ibpex, 2015.
- Alencar, M., Santos, E. and Netto, J. F., 2015. Identifying Students with Evasion Risk Using Data Mining. *Proceedings of EdMedia*. Quebec, Canada, pp. 773-778.
- Aldenderfer, M. S. and Blashfield, R. K., 1984. *Cluster Analysis*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Anaya, A. R. and Boticario, J. G., 2011. Application of machine learning techniques to analyse student interactions and improve the collaboration process. *In Expert Systems with Applications*, Vol. 38, pp. 1171-1181.
- Bittencourt, I. M. and Mercado, L. P. L., 2014. Evasão nos cursos na modalidade de educação a distância: estudo de caso do Curso Piloto de Administração da UFAL/UAB. *In Ensaio: Avaliação de Políticas Públicas Educacionais*, Vol. 22, No. 83, pp. 465-504.
- Bouckaert R. R., Eibe F., Hall, M., Kirkby, R., Reutemann, P., Seewald, A. and Scuse, D. (2010) "WEKA Manual for Version 3-6-4". The University of Waikato.
- Heidrich, L., Barbosa, J., Rigo, S., Cambruzzi, W. and Ribeiro, G., 2014. Diagnóstico do Comportamento dos Aprendizes na Educação a Distância com Base no Estilo de Aprendizagem. *Proceedings of XXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Dourados, Brasil.
- Inep - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2014, Censo da Educação Superior 2014 - Notas Estatísticas. Ministério da Educação. Brasil.
- Lee, Y. and Choi, J., 2010. A review of online course dropout research: implications for practice and future research. *In Educational Technology Research and Development*, Vol. 59, No. 5, pp. 593-618.
- Marenzi, I. and Deirdre, K. (2013). ESP course design – a multiliteracies approach. *Proceedings of the 13th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, pp. 221-223. Beijing, China.
- Nistor, N. and Neubauer, K., 2010. From participation to dropout: Quantitative participation patterns in online university courses. *In Computers & Education*, Vol. 55, No. 2, pp. 663-672.
- Romero, C., Ventura, S., Pechenizkiy, M. and Baker, R. S. J., 2010. *Handbook of Educational Data Mining*. CRC Press Book.
- Silva, F. C., Fonseca, L. C. C., Silva, R. J. and Silva, J. C., 2015. Um modelo preditivo para diagnóstico de evasão baseado nas interações de alunos em fóruns de discussão. *Proceedings of XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Maceió, Brasil.
- Silva, J. M. C., Preissler Jr., S., Tessari, R. and Andrade, F. G., 2014. Alunos em Risco: como identificá-los por meio de um ambiente virtual de aprendizagem? *Proceedings of XI Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância*. Florianópolis, Brasil.
- Wilges, B., Ribas, J. C. C., Catapan, A. H. and Bastos, R. C., 2010. Sistemas Multiagentes: mapeando a evasão na educação a distância. *In Revista Novas Tecnologias na Educação* (Renote), Vol. 8, No. 1.
- Yadav, S. K. and Pal, S., 2012. Data Mining: A Prediction for Performance Improvement of Engineering Students using Classification. *In World of Computer Science and Information Technology Journal (WCSIT)*, Vol. 2, pp. 51-56.
- Yükseltürk, E., Özkeş, S. and Türel, Y. K., 2014. Predicting Dropout Student: An Application of Data Mining Methods in an Online Education Program. *In European Journal of Open, Distance and E-Learning – EURODL*, Vol. 17, No. 1, pp. 118-133.

# PUBLICAÇÃO DE DADOS GOVERNAMENTAIS ABERTOS CONECTADOS: UM ESTUDO DE CASO NO ÂMBITO DA SAÚDE PÚBLICA BRASILEIRA

Marlon E. Camilo dos Santos, Lucélia de Souza, Josiane M. Hauagge Dall'Agnol,  
Sandro Rauntenberg, Gisane A. Michelon e Paula Daiane P. Machula

*Universidade Estadual do Centro-Oeste. Rua Simeão Camargo Varella de Sá, 03, Vila Carli.  
Cx. Postal 3010 – CEP 85040-080, Guarapuava, Paraná, Brasil*

## RESUMO

O Portal Brasileiro de Dados Abertos disponibiliza publicamente conjuntos de dados governamentais relacionados com diversas categorias em vários formatos digitais distintos. Qualquer cidadão pode acessar e fazer uso destes dados. Entretanto, tais formatos não contribuem diretamente para a geração de consultas e posteriores análises nos dados, assim como não favorecem a tomada de decisão e a troca de conhecimento por humanos e máquinas. Nesse contexto, a Web Semântica propõe suprir essa dificuldade, a qual faz uso de *Linked Open Vocabularies*, aos quais dados podem ser associados, gerando recursos enriquecidos de semântica. Dessa forma, é possível reduzir as barreiras para publicação, ligação, consumo e reuso dos dados e promover interoperabilidade semântica. Nesse contexto, esse artigo apresenta um estudo de caso no âmbito da saúde pública para geração de dados governamentais abertos conectados de Unidades Básicas de Saúde Brasileiras fazendo uso de *Linked Open Vocabularies* e da metodologia *Open Data Ireland*. Os recursos gerados são gerenciados pelo servidor universal OpenLink Virtuoso. Como resultados destacam-se: (i.) a realização de consultas em SPARQL, contribuindo para a geração de conhecimento; (ii.) a publicação da base de dados semânticos, a qual pode ser usada em vários contextos e em várias aplicações, permitindo que pessoas e máquinas possam trocar informações; e (iii.) a disponibilização de informações de fácil acesso em vários formatos, conforme melhores práticas para publicação de dados abertos conectados, apresentadas em uma interface web para auxiliar a tomada de decisões na área da saúde.

## PALAVRAS-CHAVE

Dados Abertos Governamentais; Dados Abertos Conectados; Unidades Básicas de Saúde; *Linked Open Vocabularies*

## 1. INTRODUÇÃO

Dados abertos brasileiros são disponibilizados a partir do Portal Brasileiro de Dados Abertos<sup>1</sup>, sendo acessíveis pelos cidadãos em vários formatos tais como CSV, GEOJSON, ZIP, SHP, KML, HTML, entre outros. Contudo, um problema nesse contexto é que dados abertos nesses formatos não contribuem para interoperabilidade semântica e tomada de decisão por parte dos usuários.

Para suprir tais desafios, desde sua proposta inicial em 2001, a Web Semântica (Berners-Lee, 2006) vem ganhando força e agregando novas tecnologias, funcionalidades e evoluindo para tornar real o processo de construção de ambientes semânticos. Atualmente, são utilizadas linguagens como RDF, XML, *Web Ontology Language - OWL* (OWL, 2016) entre outros conceitos, sendo propostos e padronizados pelo Consórcio W3C (W3C, 2016). Essas tecnologias relacionam-se aos processos de geração, armazenamento e recuperação de informações, produzindo conjuntos de dados abertos conectados fazendo uso de *Linked Open Vocabularies – LOV* (LOV, 2016).

A estruturação de dados abertos de forma semântica, além de prover uma associação do conceito de dados abertos com a Web Semântica, estabelece um modelo de estrutura de dados que favorece o entendimento e permite que dados sejam processados por máquinas, realizando a ligação entre dados heterogêneos. Assim é permitida a produção de novos dados, a interligação com dados existentes e o cruzamento de informações de

<sup>1</sup> Disponível em: <http://dados.gov.br>

várias esferas governamentais. Isso contribui para a geração do conhecimento, além da criação de novos modelos de apresentação dos dados (Santarem Segundo, 2014).

Nesse contexto, esta pesquisa tem por objetivo promover a geração e uso de dados governamentais abertos conectados de Unidades Básicas de Saúde Brasileiras - UBS usando vocabulários LOV e adotando a metodologia *Open Data Ireland*. A expectativa é contribuir com o estado da arte, demonstrando de forma prática como publicar uma base de dados abertos conectados na área da saúde em uma interface web. São apresentadas informações de fácil acesso em vários formatos. Para seu desenvolvimento foram aplicadas melhores práticas para publicação de dados abertos conectados, resultando em uma base de dados semântica que pode ser usada em vários contextos e em várias aplicações, permitindo que pessoas e máquinas possam trocar informações. O estudo de caso desenvolvido facilita a tomada de decisão por profissionais da área, gestores e a população brasileira como um todo.

Além desta seção introdutória, este artigo está estruturado em mais seis seções. A segunda seção apresenta os trabalhos relacionados. A terceira seção descreve a fundamentação teórica para o embasamento da pesquisa. A quarta seção apresenta os materiais e métodos. A quinta seção relata a metodologia empregada. A sexta seção contempla o estudo de caso desenvolvido e, por fim, na sétima seção são apresentadas as conclusões e perspectivas de pesquisas futuras.

## 2. TRABALHOS RELACIONADOS

Diversos trabalhos envolvem dados abertos conectados na área da saúde. Dentre as questões abordadas na literatura destacam-se diretrizes para ligação de dados, questões legais e éticas, práticas de boa governança em pesquisas relacionadas à saúde, desafios de integração entre conjuntos de dados, entre outras. Tais pesquisas objetivam produzir dados de interesse público que possam ser seguramente e eficientemente conectados para propósitos estatísticos, administrativos e informacionais, contribuindo para o desenvolvimento de pesquisas.

Como trabalhos relacionados, são citados os trabalhos de Tilahun (2012, 2013 e 2014), Teixeira (2012), Bukhari e Baker (2013) e Jentzsch *et al.* (2009). Em 2012, Tilahun apresenta um caso de uso sobre dados da Organização Mundial de Saúde. É mostrado como tecnologias de dados abertos apresentam potencial para representar, visualizar e consultar dados heterogêneos desta área, de modo flexível, contribuindo para o desenvolvimento de consultas inteligentes, apoiando a tomada de decisão. O autor também cita que, apesar de haver expectativas até a data, têm ocorrido somente progressos modestos, onde avanços podem tornar os dados mais ricos com a implementação de consultas avançadas e ferramentas de visualização, tornando mais fácil seu uso. Em 2013, Tilahun apresenta o desenvolvimento de um sistema para representação de dados da área da saúde, com consultas em um ambiente heterogêneo e formas para visualização e recuperação de informações que sejam úteis para profissionais da saúde e tomadores de decisões. Em 2014, o referido autor avalia a viabilidade de uso de tecnologias de dados conectados para representação, visualização e recuperação de informações de saúde. São identificadas as ferramentas e metodologias disponíveis para desenvolvimento de sistemas de informação de saúde baseados em dados conectados. Como métodos são utilizados o *framework* RDF para representação dos dados, o *triplestore* Fuseki para armazenamento dos mesmos, a ferramenta Sgvizler para visualização da informação e a linguagem de consulta SPARQL. O conjunto de dados da *World Health Organization* - WHO foi utilizado como base de testes. Os dados RDF foram interligados usando o *framework* Silk e foi feito um teste preliminar de usabilidade com o método *System Usability Scale* – SUS. Como resultados, citam-se a necessidade de motores de pesquisa baseados em texto avançados para aumento da usabilidade do sistema para usuários não técnicos. Outra questão apontada é a realização de pesquisas com grandes conjuntos de dados conectados para o desenvolvimento de sistemas de informação de saúde.

Teixeira (2012) utiliza dados abertos conectados para o aprimoramento da recuperação de informações do domínio da saúde disponíveis na web, através da conexão entre repositórios virtuais heterogêneos e do inter-relacionamento de dados, antes inexistentes e baseados em conexões de documentos. Para isso foram utilizados elementos de diferentes fontes de dados para compor o resultado final. Esta aplicação visa auxiliar o consumidor na busca e relacionamento de informações da área da saúde que antes estavam dispersas em diferentes bases de dados, por exemplo, localização geográfica de um hospital, avaliação do mesmo através das redes sociais e notícias sobre uma determinada doença pelos portais de publicação de conteúdo.

O trabalho de Bukhari e Baker (2013) gera dados abertos conectados a partir de dados governamentais do censo de saúde canadense. Visa a elaboração de políticas em saúde pública e o desenvolvimento de serviços, contribuindo para melhorar o processo de tomada de decisão. É fornecida uma interface gráfica LOD e um *endpoint* SPARQL que usa um motor de consulta personalizado chamado SNORQL para uso por usuários finais. A metodologia adotada possui os estágios de aquisição dos dados, manipulação dos dados, modelagem RDF e integração LOD conforme diretrizes. O workflow é denominado HC2LOD. As redundâncias dos conjuntos de dados obtidos foram corrigidas usando Google Refine e Excel. Dados foram importados no MySQL, sendo adicionadas chaves primárias e estrangeiras às tabelas. Foram feitos mapeamentos a ontologias como FOAF (*Friend Of Friend*), DBpedia, Dublin Core, SIOC (*Semantically Interlinked Online Communities*), SKOS (*Simple Knowledge Organization System*), Time e HC2LOD. O servidor D2RQ foi usado para transformar nomes de tabelas em classes RDF e de colunas em predicados. São descritos desafios encontrados em cada uma das fases. Consultas feitas em SPARQL são comparadas com MySQL para verificar o desempenho do sistema.

Jentzsch et al. (2009) apresenta LOD como opção potencial para auxiliar cientistas e gestores no acesso e tratamento de informações heterogêneas disponíveis na área da saúde. Nesta pesquisa quatro conjuntos de dados abertos relacionados a medicamentos: LinkedCT, DrugBank, DailyMed e DiseaseSome foram tratados e posteriormente interligados com outros dados conectados, tais como: Bio2RDF, DBpedia e Geonames, presentes na *Linking Open Drug Data - LODD*. As ligações foram feitas através de identificadores comuns existentes ou usando técnicas de combinação semântica e de aproximação de *strings*. Os conjuntos de dados tratados foram persistidos em servidores D2R. Casos de uso de inteligência competitiva foram desenvolvidos na indústria farmacêutica. Nesses casos de uso, os funcionários tiveram acesso a conjuntos de dados conectados, os quais forneceram informações mais diversificadas para uso na organização, permitindo que novas questões fossem exploradas, obtendo *insights* que ocasionaram vantagens competitivas.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O termo *Linked Data* (Dados Conectados) foi cunhado por Tim Berners-Lee (2006) e refere-se a uma web que permite conectar dados relacionados, sendo o conceito fundamental a ser usado na criação da Web Semântica (LinkedData, 2016). O movimento *Linked Data* surgiu para disponibilizar na web os dados que estavam escondidos em bases de dados proprietárias e/ou estruturados de diversas formas. Para isso, a estruturação dos dados utiliza o formato padrão *Resource Description Framework - RDF* (Hart; Dolbear, 2013), o qual descreve triplas na forma de *Sujeito, Predicado e Objeto – SPO*.

Em RDF é possível representar os dados nos formatos RDF/XML, *NTriples* ou *Turtle* (LinkedData, 2016). O formato RDF/XML utiliza XML para representar as triplas que podem assim, serem lidas por interpretadores XML convencionais. A representação *NTriples* é a mais simples, onde qualquer tripla dever ser escrita na forma de triplas SPO sem qualquer prefixo. Por fim, o formato *Turtle* pode ser visto como um formato *NTriples* acrescido de prefixos para *namespaces*, nodos em branco e pontuação.

A linguagem *Protocol and RDF Query Language – SPARQL* (DuCharme, 2011) é capaz de recuperar e manipular dados no formato RDF. Desde 2008, essa linguagem é recomendada como padrão de uso pelo Consórcio W3C. Segundo Richard (2005), alguns SGBDs como o OpenLink Virtuoso (OpenLink Documentation, 2008) permitem o uso dessa linguagem semântica.

Conforme Pérez et al. (2006), uma consulta na linguagem SPARQL consiste de: (i.) declaração de prefixos, para abreviar *Universal Resource Identifier - URIs*; (ii.) definição de conjunto de dados, informando quais grafos RDF estão sendo consultados; (iii.) cláusula de resultado, identificando quais informações devem ser retornadas a partir da consulta; (iv.) padrão de consulta, especificando o que consultar dentro de conjunto de dados; e (v.) modificadores de consulta, limites, ordenação, e outros que podem formatar os resultados. O uso de SPARQL é uma boa forma para aplicações acessarem bases RDF a fim de retornar os resultados de forma amigável, abstraindo as complexidades envolvidas nas consultas.

Dados conectados fornecem um paradigma de publicação onde documentos e dados são os sujeitos da web e utilizam uma extensão baseada em padrões abertos. O exemplo mais visível da adoção dos princípios de dados conectados é o Projeto *Linked Open Data (LOD) – Dados Abertos Conectados*, apoiado pelo Consórcio W3C. Seu objetivo principal é identificar conjuntos de dados disponíveis sob licenças abertas e convertê-los para RDF, de acordo com os princípios de dados conectados (Heath; Bizer, 2011).

Um aspecto importante em LOD é o uso de vocabulários, os quais são descrições de conceitos de um domínio, materializadas em um conjunto de termos. Constituem a essência para habilitar dados a tornarem-se dados significantes. Os termos presentes em um vocabulário, juntamente com seus relacionamentos, podem ser descritos por meio de ontologias e seus relacionamentos, os quais, assim como outros recursos, possuem um URI, possibilitando seu reuso.

Vocabulários são usados para descrever metadados (dados sobre dados) em um conjunto de dados. Com o objetivo de prover interoperabilidade, o reuso de termos de vocabulários conhecidos e estabelecidos como um padrão é fortemente recomendado (Bizer, Heath e Berners-Lee, 2009). Vocabulários são importantes ferramentas e valiosos instrumentos para organizar dados de um domínio.

Neste sentido, pode-se estender a Web Semântica ao utilizar a *Web Ontology Language - OWL*, desenvolvida a partir da linguagem RDF e usada para construir vocabulários ou ontologias, enriquecendo os dados com significado, permitindo que pessoas e máquinas façam reuso dos mesmos e aproveitem melhor suas informações (W3C, 2016).

A Iniciativa *Linked Open Vocabularies* – LOV proposta pela *Open Knowledge Foundation* (LOV, 2016) fornece centenas de vocabulários, baseados em requisitos de qualidade, incluindo: estabilidade de URI e disponibilidade na web, uso de formatos padrão e publicação de melhores práticas, metadados de qualidade e documentação, publicadores identificáveis e confiáveis e políticas de versionamento apropriadas. Dentre os vocabulários atualmente disponíveis para uso em LOV, destacam-se:

- **Dublin Core**<sup>2</sup> - é um vocabulário proposto pela Iniciativa de Metadados Dublin Core, sendo simples e eficiente para descrever recursos da Internet para fins de buscas. Possibilita que pessoas não especializadas em catalogação e indexação possam usá-lo para descrição de recursos. Inclui propriedades, esquemas de codificação e de sintaxe e classes, sendo utilizado atualmente em 327 conjuntos de dados.
- **FOAF**<sup>3</sup> - é um vocabulário legível por máquina para as pessoas descreverem um perfil *online* de si próprias. É possível a descrição e vinculação em redes sociais, sem a necessidade de utilizar um banco de dados centralizado ou serviços de terceiros. Apresenta 13 classes e 62 propriedades, sendo usado em 249 conjuntos de dados.
- **Vcard**<sup>4</sup> - é uma especificação desenvolvida para a descrição de pessoas e organizações, incluindo informações de localização e grupos de tais entidades. Apresenta 62 classes e 84 propriedades, sendo utilizado em 13 conjuntos de dados.
- **W3C Basic Geo**<sup>5</sup> - é um vocabulário RDF para representar a latitude e a longitude de lugares especialmente localizados. Usa o sistema WGS84 como referência. Descreve dados de mapeamento e localizações em RDF. Apresenta 2 classes e 5 propriedades, sendo usado em 49 conjuntos de dados.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

Para gerar os dados RDF pode-se utilizar a ferramenta Google Refine (OpenRefine, 2016), a qual é indicada para trabalhar com dados mal estruturados ou desorganizados. A referida ferramenta é recomendada para: (i.) detectar, limpar, filtrar e corrigir inconsistências; (ii.) transformar dados de um formato para outro; (iii.) estender os dados com serviços web; e (iv.) relacionar com bases de dados como *Freebase*. Com o uso de extensões, como a *RDF Extension*, os dados governamentais abertos disponíveis são convertidos em RDF.

Para realizar o armazenamento e a recuperação dos dados foi utilizado o OpenLink Virtuoso, um software criado para atuar como um servidor universal que suporta várias tecnologias, disponíveis em uma única ferramenta, incluindo servidor web, servidor de arquivos, banco de dados e armazenamento XML nativo. É possível trabalhar com o gerenciamento de banco de dados relacionais e de dados nos formatos RDF e XML,

<sup>2</sup> Disponível em: <http://purl.org/dc/terms/>

<sup>3</sup> Disponível em: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>

<sup>4</sup> Disponível em: <http://tools.ietf.org/html/rfc6350>

<sup>5</sup> Disponível em: [http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84\\_pos](http://www.w3.org/2003/01/geo/wgs84_pos)

armazenando em um servidor de dados conectados. Outra característica importante é a possibilidade de trabalhar com serviços web, SOAP ou REST (OpenLink Documentation, 2008).

Em relação à aplicação web desenvolvida, a linguagem de programação orientada a objetos Java Web (NetBeans, 2016) foi utilizada juntamente com a API Apache Jena 3.1 (Apache Jena, 2016). Para o desenvolvimento da interface, o *framework* PrimeFaces 5.0 (PrimeFaces, 2015) foi utilizado, o qual apresenta componentes Java Server Faces – JSF (Caelum, 2015), que facilitam sua implementação.

## 5. METODOLOGIA ADOTADA

A metodologia utilizada nesta pesquisa para publicação de dados abertos conectados é intitulada Ecossistema de Dados Abertos – *Open Data Ecosystem* (Lee; Cyganiak e Decker, 2014). Esta metodologia é formada por um conjunto de elementos e seus relacionamentos, os quais suportam os impactos social, econômico e político. Os seguintes elementos são definidos: Auditoria dos Dados, Seleção dos Conjuntos de Dados, Tratamento e Mapeamento dos Dados, Privacidade dos Dados, Licença dos Dados, Publicação de Dados de Alta Qualidade, Acesso aos Dados, Descoberta de Dados, Suporte de Órgãos Públicos, Envolvimento dos Usuários dos Dados, Benefícios Econômicos e Avaliação.

Para determinar um conjunto de melhores práticas para dados abertos utilizando o Ecossistema sustentável desta metodologia, são examinadas as práticas internacionais e a atual da Irlanda, sendo feitas recomendações de uso sobre cada um de seus elementos.

No desenvolvimento do estudo de caso proposto, no âmbito da área da saúde, foram adotadas as seguintes melhores práticas, relacionadas aos seguintes elementos:

- **Privacidade dos Dados** - não são disponibilizados dados sensíveis sobre o domínio.
- **Licença dos Dados** – os dados são disponibilizados sob a mesma Licença Aberta para Bases de Dados (ODbL) do *Open Data Commons*, do conjunto de dados abertos governamentais obtido.
- **Seleção dos Conjuntos de Dados** - o conjunto de dados obtido tem relevância por ser disponibilizado abertamente por um site governamental e público.
- **Publicação de Dados de Alta Qualidade** – os dados disponibilizados estão no formato padrão RDF, aberto e legível por máquinas. Este padrão é proposto e recomendado para uso pelo Consórcio W3C. Os dados também estão associados com metadados de vocabulários padronizados disponíveis em LOV, assim como utilizam identificadores únicos.
- **Benefícios Econômicos** - a publicação dos dados fornece subsídios para a tomada de decisão por profissionais da saúde e governantes, colaborando para a redução de custos e melhoria da eficiência, geração de empregos, entre outros benefícios.

## 6. ESTUDO DE CASO

A partir do Portal Brasileiro de Dados Abertos, é possível fazer o *download* de vários conjuntos de dados distribuídos em várias categorias de interesse dos cidadãos. Um exemplo de um conjunto de dados são as Unidades Básicas de Saúde (UBS), as quais são essenciais para o funcionamento do Sistema Único de Saúde (SUS) brasileiro. O objetivo dessas unidades é atender até 80% dos problemas de saúde da população (dados.gov.br).

Nessa pesquisa, foi feito o *download* do arquivo CSV<sup>6</sup> das UBS, disponibilizado sob a Licença Aberta para Bases de Dados (ODbL) do *Open Data Commons*. Este conjunto de dados apresenta o Dicionário de Dados conforme a Tabela 1.

---

<sup>6</sup> Disponível em: <http://repositorio.dados.gov.br/saude/unidades-saude/unidade-basica-saude/ubs.csv>

Tabela 1. Dicionário de Dados da base UBS, adaptado de<sup>7</sup>

| Nome do campo  | Rótulo do campo CSV         | Descrição   |
|--|-----------------------------|---|
| Latitude   | vlr_latitude                | Latitude em formato decimal. Considerar valores negativos. O sistema de referência espacial é o EPSG:4326.  |
| Longitude  | vlr_longitude               | Longitude em formato decimal. Considerar valores negativos. O sistema de referência espacial é o EPSG:4326. |
| Código do Município  | cod_munic                   | Código IBGE do município.   |
| Código CNES  | cod_cnes                    | Código CNES.  |
| Nome do Estabelecimento                                    | nom_estab                   | Nome do estabelecimento.  |
| Endereço   | dsc_endereco                | Endereço da unidade.  |
| Bairro   | dsc_bairro                  | Nome do Bairro.   |
| Cidade   | dsc_cidade                  | Nome da cidade.   |
| Telefone   | dsc_telefone                | Número do telefone.   |
| Situação em relação a estrutura física e ambiência         | dsc_estrut_fisic_ambienca   | Situação em relação a estrutura física e ambiência.   |
| Situação em relação a adaptações para deficientes e idosos | dsc_adap_defic_fisic_idosos | Situação em relação a adaptações para deficientes e idosos.   |
| Situação em relação aos equipamentos                       | dsc_equipamentos            | Situação em relação aos equipamentos.   |
| Situação em relação aos medicamentos                       | dsc_medicamentos            | Situação em relação aos medicamentos.   |

Para o desenvolvimento deste estudo de caso, considerando o reuso de vocabulários LOV como boa prática para publicar dados abertos conectados, considerou-se fazer uso dos seguintes vocabulários: Dublin Core, FOAF, Vcard e Basic Geo. A partir destes, foram feitas as seguintes associações:

- **Dublin Core (prefixo dc)** - a etiqueta dc:description é associada com os rótulos cod\_munic, cod\_cnes, dsc\_estrut\_fisic\_ambienca, dsc\_adap\_defic\_fisic\_idosos, dsc\_equipamentos e dsc\_medicamentos.
- **FOAF (prefixo foaf)** - a etiqueta foaf:name é associada com o rótulo nom\_estab.
- **VCard (prefixo vcard)** - as etiquetas vcard:address-street, vcard:extended-adress, vcard:locality e vcard:tel são associadas com os rótulos dsc\_endereco, dsc\_bairro, dsc\_cidade e dsc\_telefone, respectivamente.
- **Basic Geo (prefixo geo)** - as etiquetas geo:lat e geo:long são associadas com os rótulos vlr\_latitude e vlr\_longitude, respectivamente.

Com a definição e inserção dos vocabulários a serem utilizados no Google Refine, os dados das unidades básicas de saúde (UBS.csv) ficam disponíveis para serem exportados em RDF. A Figura 1 apresenta a modelagem dos dados de acordo com os vocabulários supracitados.

Em relação à recuperação e uso dos dados, o processamento de consultas é uma atividade para extrair dados de um banco de dados. A linguagem RDF foi usada para a codificação dos dados armazenados na realização das consultas em SPARQL. Afim de carregar as triplas RDF da base de dados no SGBD OpenLink Virtuoso, foi realizado o *upload* do respectivo grafo RDF gerado pela ferramenta Google Refine.

Na sequência, os dados semantificados estão disponíveis para serem acessados e consultados a partir da linguagem SPARQL. A consulta da Figura 2 apresenta informações sobre localização e telefone das UBS de Guarapuava. Outro exemplo é mostrado na Figura 3, a qual apresenta a interface web desenvolvida, incluindo os resultados de uma consulta SPARQL.

Na Figura 3 é detalhada a situação das UBS (Nome\_Estabelecimento) referente às descrições de estrutura física e ambiência (Descrição\_Estrutura\_Física\_Ambiência), assim como adaptação para deficientes e idosos (Descrição\_Adaptação\_Deficientes\_Idosos) em Guarapuava (Cidade) do Estado do Paraná, Brazil. Como melhores práticas para publicação de dados na web, conforme propõe o Consórcio W3C<sup>8</sup>, são incluídos na interface botões para exportar os dados em vários formatos e a informação sobre a licença dos dados.

A Figura 3 é um exemplo de contribuição para a tomada de decisão. Nesse caso é possível saber quais UBS possuem desempenho mediano ou um pouco abaixo da média sobre as descrições supracitadas. Os resultados apontam quais UBS necessitam de algum tipo de investimento pelos órgãos governamentais.

<sup>7</sup> Disponível em: <http://dados.gov.br/dataset/unidades-basicas-de-saude-ubs/resource/d424d7ba-6f26-4628-9630-831e2259e67a>

<sup>8</sup> Disponível em: <https://www.w3.org/TR/dwbp/>

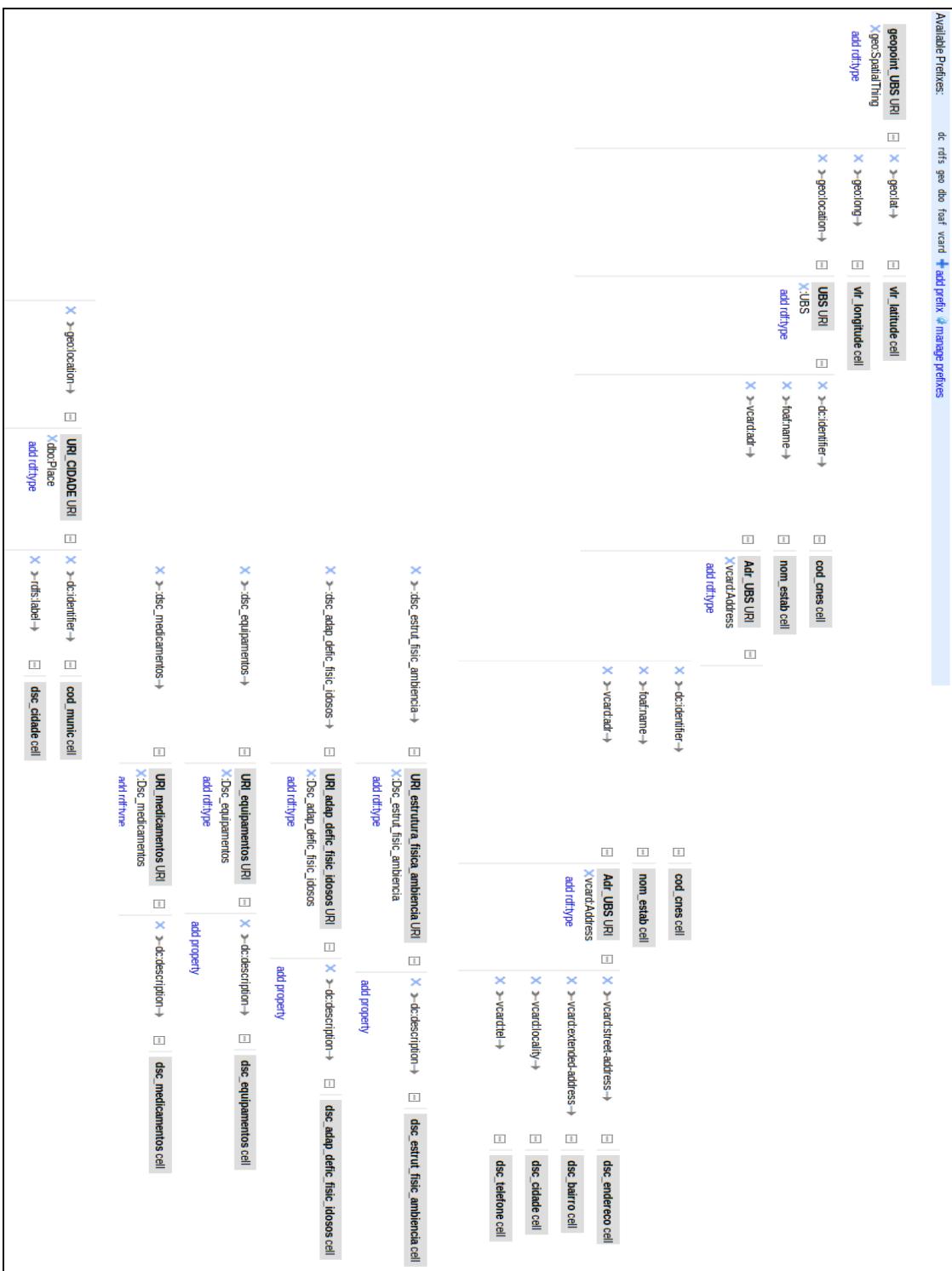


Figura 1. Grafo RDF das UBS e associações com LOVs

Query | Saved Queries

Default Graph IRI: <http://lod.unicentro.br/SmartCities/UBS>

Query

```

PREFIX vcard: <http://www.w3.org/2006/vcard/ns#>
PREFIX foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>
PREFIX ubs: <http://lod.unicentro.br/SmartCities/UBS/>
PREFIX dc: <http://purl.org/dc/elements/1.1/>
SELECT ?Cidade ?Nome_Estabelecimento ?Descricao_Estrutura_Fisica_Ambiencia
?Descricao_Adapatacoes_Deficientes_Idosos WHERE {
?rdfs:type ubs:UBS ;
  foaf:name ?Nome_Estabelecimento ;
  vcard:adr ?local .
?local vcard:locality ?Cidade .
?u rdf:type ubs:UBS ;
  ubs:dsc_estrut_fisic_ambiciencia ?ef .
?ef dc:description ?Descricao_Estrutura_Fisica_Ambiencia .
?u rdf:type ubs:UBS ;
  ubs:dsc_adap_fisic_idosos ?adfi .
?adfi dc:description ?Descricao_Adapatacoes_Deficientes_Idosos .
FILTER REGEX(STR(?Cidade) , "Guarapuava")
} LIMIT 10

```

Execute | Save | Load | Clear

| Cidade     | Nome_Estabelecimento   | Descricao_Estrutura_Fisica_Ambiencia           | Descricao_Adaptacoes_Deficientes_Idosos        |
|------------|------------------------|--|--|
| Guarapuava | CIA VILA CARLI         | Desempenho mediano ou um pouco abaixo da média | Desempenho mediano ou um pouco abaixo da média |
| Guarapuava | PSF JORDAO             | Desempenho muito acima da média                | Desempenho mediano ou um pouco abaixo da média |
| Guarapuava | PSF ENTRE RIOS II      | Desempenho mediano ou um pouco abaixo da média | Desempenho mediano ou um pouco abaixo da média |
| Guarapuava | PSF PARQUE DAS ARVORES | Desempenho mediano ou um pouco abaixo da média | Desempenho mediano ou um pouco abaixo da média |
| Guarapuava | PSF DOURADOS           | Desempenho mediano ou um pouco abaixo da média | Desempenho mediano ou um pouco abaixo da média |

Figura 2. Consulta sobre informações de algumas UBS de Guarapuava

UBS

Resultado da pesquisa:

| (1 of 2)     |                           |  |  |
|--------------|---------------------------|--|--|
| Cidade       | Nome_Estabelecimento      | Descrição_Estrutura_Física_Ambiência             | Descrição_Adaptações_Deficientes_Idosos          |
| "Guarapuava" | "PSF JARDIM DAS AMERICAS" | "Desempenho mediano ou um pouco abaixo da média" | "Desempenho mediano ou um pouco abaixo da média" |
| "Guarapuava" | "CIA RIO DAS PEDRAS"      | "Desempenho mediano ou um pouco abaixo da média" | "Desempenho mediano ou um pouco abaixo da média" |
| "Guarapuava" | "PSF BONSUCESSO"          | "Desempenho mediano ou um pouco abaixo da média" | "Desempenho mediano ou um pouco abaixo da média" |
| "Guarapuava" | "PSF JORDAO"              | "Desempenho muito acima da média"                | "Desempenho mediano ou um pouco abaixo da média" |
| "Guarapuava" | "PSF SAO CRISTOVAO"       | "Desempenho mediano ou um pouco abaixo da média" | "Desempenho mediano ou um pouco abaixo da média" |

(1 of 2)

[Voltar](#)

Licença Aberta para Bases de Dados (ODbL) do Open Data Commons

Figura 3. Interface web apresentando descrições das UBS de Guarapuava

## 7. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Atualmente, a publicação de dados na web de modo padronizado e aberto tem atraído a atenção dos órgãos governamentais brasileiros, pois é uma exigência da sociedade para com os governos. Assim, é possível obter maior controle sobre serviços prestados e transparência com recursos públicos e seus gestores, gerando uma grande quantidade de dados disponíveis para serem processados e consultados.

Como o conjunto de Dados Governamentais Abertos brasileiros disponíveis atualmente é extremamente amplo, são necessárias ferramentas que possam gerenciar de forma eficiente esse volume de informações, permitindo a humanos e máquinas trocar informações. Para suprir essas dificuldades, essa pesquisa demonstrou de forma prática o desenvolvimento de um estudo de caso relacionado à geração e uso de dados governamentais abertos conectados de UBS brasileiras, como forma de gerar conhecimento, permitir interoperabilidade semântica e contribuir para a tomada de decisão por profissionais e governantes da saúde.

Para tanto, foi realizada a conversão de um conjunto de dados governamentais abertos da área da Saúde, a partir de um arquivo em formato CSV para RDF. A ferramenta Google Refine foi utilizada para realizar a associação dos dados aos vocabulários LOV. Para armazenamento desses dados e recuperação de informações sobre as UBS brasileiras foi utilizado o SGBD OpenLink Virtuoso.

Foram desenvolvidas consultas em SPARQL para extrair informações sobre as UBS brasileiras. Através de funções de filtragem, foi possível obter dados precisos de qualquer região do país e obter a real situação sobre seus aspectos básicos de infraestrutura, quantidade de remédios e equipamentos disponíveis nas UBS, assim como obter informações quantitativas e de localização espacial. A interface web desenvolvida considerando as melhores práticas para publicação de dados abertos conectados proporciona uma melhor visualização, contribuindo para troca de informações e facilitando o acesso aos dados.

Como trabalhos futuros, são citados: (i.) projetar e armazenar a base de dados abertos das UBS em outros modelos de dados como o modelo relacional como forma de comparação dos resultados; (ii.) interligar os dados com a DBpedia como forma de gerar mais conhecimento semântico; (iii.) realizar testes de usabilidade no protótipo web desenvolvido; (iv.) adotar outros elementos do Ecossistema da Metodologia de Lee et al (2014) tais como: a) acesso aos dados: disponibilização de *download* em massa, via Interface de Programa de Aplicação - API ou um *endpoint* SPARQL e; b) descoberta de dados: publicar os dados em um registro web como CKAN ou SOCRATA e (v.) modelar o estudo de caso segundo outras metodologias LOD existentes como forma de comparar e evidenciar passos essenciais para promover a geração e uso de dados abertos conectados na área da Saúde no contexto da Web Semântica.

## REFERÊNCIAS

- Apache Jena. Disponível em: <https://jena.apache.org/> Acesso Abril/2016.
- Berners-Lee, T. Linked Data. 2006. Disponível em: <<http://www.w3.org/designissues/linkeddata>>. Acesso em: Jan/2016.
- Bizer, C.; Heath, T.; Berners-Lee, T. "Linked data-the story so far." IISWIS 5.3. 2009: 1-22.
- Bukhari, Ahmad C.; Baker, Christopher J. O. The Canadian health census as Linked Open Data: towards policy making in public health. Data Integration in the Life Sciences. 2013.
- Caelum. FJ-21 Java para Des. Web. Disponível em: <<http://www.caelum.com.br>>. Acesso em Julho/2016.
- DuCharme, B. Learning SPARQL. Querying and Updating with SPARQL 1.1. O'Reilly: USA, 2011.
- Hart, G.; Dolbear, C. Linked Data: A Geographic Perspective. [S. l.]: Taylor & Francis, 2013.
- Heath, T.; Bizer, C. Linked Data: Evolving the Web into a Global Data Space. Morgan & Claypool, 2011.
- Jentzsch, A.; Andersson, B; Hassanzadeh, O.; Stephens, S.; Bizer, C. Enabling Tailored Therapeutics with Linked Data. LDOW2009, April 20, 2009, Madrid, Spain.
- Lee, D; Cyganiak, R; Decker, S. Open Data Ireland: Best Practice Handbook. Insight Center for Data Analytics, 2014.
- LOV. Disponível em:<<http://lov.okfn.org/dataset/lov/>>. Acesso em Julho/2016.
- Linked Data. Disponível em: <[www.linkeddata.org](http://www.linkeddata.org)>. Acesso em: Janeiro/2016.
- NetBeans. Disponível em: <https://netbeans.org/kb/trails/java-ee.html>. Acesso em Julho/2016.
- OpenLink Documentation. 2008. Disponível em: <<http://docs.openlinksw.com/pdf/virtdocs.pdf>>. Acesso em: Janeiro/2016.
- OpenRefine. Disponível em: <<http://openrefine.org/>>. Acesso em: Fevereiro/2016.
- OWL. Disponível em: <http://www.w3.org/2001/sw/wiki/OWL>. Acesso em: Abril/2016.
- Pérez, J; Arenas, M e Gutierrez, C. Semantics and complexity of SPARQL. The Semantic Web-ISWC. 2006.
- PrimeFaces. Disponível em: <http://primefaces.org/> Acesso em: Julho/2016.
- Richard, C. A álgebra relacional para SPARQL. 2005. Disponível em: <http://www.hpl.hp.com/techreports/2005/HPL-2005-170.html>. Acesso em: Março/2016.
- Santarem Segundo, J. E. Web Semântica: introdução a recuperação de dados usando SPARQL. In: Enc. Nac. de Pesquisa em Ciência da Informação. Vol. 15., 2014. Belo Horizonte. UFMG/ ECI, 2014.
- W3C. Disponível em: <<http://www.w3.org/XML>>. Acesso em: Janeiro/2016.
- Teixeira, F.; Araujo, G. D.; de Domenico, E. B. L.; de Araujo, L. V.; Pisa, I. T. Inter-relacionamento de dados presentes em repositórios virtuais heterogêneos do domínio da saúde. XIII CBIS 2012.
- Tilahun, B. Potential of Linked Open Data in Health Information Representation on the Semantic Web. Proc. of the 5th Int. Work. on Sem. Web Applications and Tools for Life Sciences. Paris, France, 2012.
- Tilahun, B. Linked Data based Health Information Representation, Visualization and Retrieval System on the Semantic Web. Master of Science in Geospatial Technologies;TGE00089. Jan/2013.
- Tilahun B, Kauppinen T, Kebler C, Fritz F. Design and Development of a Linked Open Data-Based Health Information Representation and Visualization System: Potentials and Preliminary Evaluation. Buchan I, ed. *JMIR Medical Informatics*. 2014; 2(2):e31.

# APRENDIZADO DE ONTOLOGIAS A PARTIR DE FOLKSONOMIAS

Lucas José Campos Lorenzetti, Josiane M. Hauagge Dall'Agnol ,

Gisane A. Michelon , Lucélia de Souza e Sandro Rauntenberg

*Universidade Estadual do Centro-Oeste. Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03, Vila Carli, Cx. Postal 3010 – CEP 85040-080, Guarapuava, Paraná, Brasil*

## RESUMO

O processo de aquisição do conhecimento para construir uma ontologia pode demandar tempo e esforço. Para diminuir este problema, é possível fazer uso de técnicas para construção semiautomática e automática de ontologias. Neste artigo foi desenvolvido um comparativo teórico de métodos de aprendizado de ontologias a partir de folksonomias, sendo apresentada uma proposta de abordagem híbrida baseada em tais métodos. Os resultados obtidos com o método híbrido proposto apontam que é possível extrair uma ontologia leve de uma folksonomia e que outras abordagens podem ser utilizadas para melhoria qualitativa dos resultados encontrados.

## PALAVRAS-CHAVE

Ontologias, aprendizado, folksonomias

## 1. INTRODUÇÃO

Ontologias descrevem uma hierarquia de conceitos, os quais possuem relacionamentos entre si, e, em casos mais complexos, podem ser utilizados axiomas e restrições. Segundo Guarino (1998) e Guizzardi (2005) na Inteligência Artificial, ontologias são utilizadas na representação e modelagem de conhecimento.

A construção de ontologias pode ser feita de forma manual ou automatizada por meio de métodos de aprendizado. O processo de aprendizado de ontologias (em inglês, *ontology learning*), de acordo com Gómez-Pérez e Manzano-Macho (2003), origina-se da aplicação de um conjunto de métodos e técnicas para construção semiautomática de uma ontologia do zero ou do enriquecimento e adaptação de uma ontologia já existente. Para Maedche e Staab (2001) o aprendizado de ontologias pode decorrer de textos, dicionários, engenharia reversa de ontologias, esquemas de banco de dados e documentos XML (*eXtensible Markup Language*). Desta forma, o aprendizado de ontologias emerge das mais diferentes áreas como o processamento de linguagem natural, mineração de dados (Gómez-Pérez e Manzano-Macho, 2003) e folksonomias (Freddo, 2010).

Folksonomias são oriundas de etiquetagens pessoais de informações e/ou objetos, feitas por usuários em ambientes virtuais. O próprio usuário que está vendo a informação, faz a etiquetagem, de acordo com seu entendimento e compreensão do significado explícito daquele determinado objeto ou informação (Wal, 2007). Segundo Freddo (2010) folksonomias resultam de um processo social, no qual se faz anotações de recursos Web com etiquetas (*tags*) e, eventualmente, com breves descrições dos mesmos. A integração de folksonomias e ontologias é permeada por diversas abordagens.

Esta pesquisa realiza um comparativo entre alguns métodos de aprendizado de ontologias a partir de folksonomias e, com base nestes, propõe uma abordagem híbrida aplicada a um estudo de caso real. Os métodos de aprendizado de ontologias de Mika (2005), Schmitz (2006) e Damme *et al.* (2008) foram escolhidos para um estudo aprofundado, resultando na elaboração de um comparativo teórico. Além disso, a proposta do método de extração de etiquetas para aprendizado de ontologias foi feita baseada em partes desses métodos.

## 2. TRABALHOS RELACIONADOS E COMPARATIVO TEÓRICO

O trabalho de Damme *et al.* (2008) deriva ontologias a partir de etiquetas de usuários de uma corporação baseando-se nas mensagens por eles enviadas. Também utiliza o *feedback* da comunidade de usuários para elucidação de termos em comum, tomando por base o conjunto de dados provenientes de mensagens automáticas, semiautomáticas e manuais trocadas pela comunidade. O objetivo principal da construção de ontologias neste trabalho é melhorar a comunicação entre os funcionários da companhia.

A abordagem de Mika (2005) extrai dados do site *Delicious*<sup>1</sup> e constrói três grafos bipartidos. Os grafos trabalham com a relação entre atores, conceitos e instâncias. Neste trabalho os usuários que utilizaram as mesmas etiquetas nas anotações compõem uma comunidade de interesse. Como resultado é derivado um grafo denominado Oac, baseado na sobreposição de usuários e um grafo Oci, a partir da sobreposição de recursos, sendo que o grafo Oci obteve resultados mais coerentes.

Já Schmitz (2006) usa um modelo baseado na subsunção de etiquetas para induzir uma ontologia adequada para pesquisa e buscar uma interface com o usuário. Nesta abordagem a avaliação manual da corretude das relações constantes das árvores de etiquetas é avaliada. Na discussão sobre a coerência das árvores de subsunção geradas, o autor conclui que os resultados iniciais podem atender as necessidades do sistema de etiquetagem para melhorar as interfaces de busca e navegação.

Com base nesses trabalhos foi realizado um comparativo teórico. Todos estes métodos utilizam etiquetas para gerar ontologias, sejam elas totais ou parciais (Ferreira, 2013). A similaridade dos trabalhos é a emergência de ontologias a partir de *folksonomias*, porém as diferenças começam na escolha do conjunto de dados. Damme *et al.* (2008) extrai dados de uma *folksonomia* corporativa, sendo muito mais restrita que a terminologia da empresa ou as etiquetas pertinentes as atividades funcionais dos empregados. Na abordagem de Mika (2007) e Schmitz (2006), a extração é proveniente de dados etiquetados por usuários com objetivos diferentes, mesmo se tratando de recursos similares, isto de fato interfere na variedade das etiquetas adquiridas.

Outra diferença é que o trabalho de Mika (2005) utiliza uma abordagem de ator-conceito-ínstância divididos em três grafos bipartidos, usando teoria de redes e *lambda-sets* transformando o grafo bipartido em uma representação matricial e utilizando multiplicação de matrizes para extrair dados pertinentes à ontologia. Já na abordagem de Schmitz (2006) e Damme (2007) o uso de coocorrência e redução transitiva foi aplicado para obtenção das árvores de subsunção. Ainda o trabalho de Damme (2007) filtra as etiquetas usando uma lista de *stopwords* (lista com preposições, pronomes e outras formas verbais que não indicam um termo propriamente dito) e combina etiquetas pela medida de Levenshtein.

A seguir são apresentadas tabelas comparativas dos métodos. A Tabela 1 trata de informações sobre a extração de dados, a Tabela 2 compara os objetivos, folksonomia e a estrutura obtida.

Tabela 1. Extração dos conjuntos de dados

| Abordagem                  | Origem das etiquetas  | Etiquetas iniciais | Etiquetas selecionadas |
|----------------------------|---|--------------------|------------------------|
| Damme <i>et al.</i> (2008) | Corporação Europeia, extraíndo todas as etiquetas das mensagens usadas nos últimos 20 anos até 2007                             | 60 milhões         | -                      |
| Mika (2005)                | <i>Delicious</i> , usando rastreador web em modo BFS  | 51 mil             | 29 mil                 |
| Schmitz (2006)             | <i>Flickr</i> , não especifica método de extração, somente cita que explorou todo conjunto de dados disponível em julho de 2005 | 65 milhões         | 200 mil                |

Tabela 2. Comparação dos objetivos, da *folksonomia* e da estrutura obtida

| Abordagem                  | Objetivo inicial  | Folksonomia analisada   | Estruturas obtidas   |
|----------------------------|---|---|--|
| Damme <i>et al.</i> (2008) | Derivar ontologias corporativa de etiquetas                       | Uma <i>folksonomia</i> estreita já que nem todos os usuários podem etiquetar todos os recursos  | Uma ontologia de mensagens manuais e outra com todas as mensagens (automáticas, semiautomáticas e manuais) |
| Mika (2005)                | Derivar ontologias de etiquetas e analisar a comunidade semântica | Utiliza uma <i>folksonomia</i> larga do ponto de vista de acesso aos recursos etiquetados       | Grafo de etiquetas relacionadas. Duas ontologias, de ator-conceito Oac e de conceito-ínstância Oci         |
| Schmitz (2006)             | Derivar ontologias parciais de etiquetas                          | Uma <i>folksonomia</i> estreita, o usuário escolhe se quer deixar os dados públicos ou privados | Árvore de etiquetas num modelo baseado em subsunção. Indução de uma ontologia                              |

<sup>1</sup> Site de *bookmarking* social, disponível em: <https://del.icio.us>

A Tabela 3 compara as técnicas e parâmetros utilizados.

Tabela 3. Técnicas e parâmetros utilizados

| Abordagem                  | Técnicas utilizadas   | Feedback da comunidade   | Parâmetros utilizados  |
|----------------------------|---|--|--|
| Damme <i>et al.</i> (2008) | Limpeza e combinação de etiquetas, coocorrência, subsunção e redução transitiva | Pergunta à comunidade sobre a corretude das combinações de etiquetas | Limiar para aplicação da técnica de Levenshtein e parâmetros de subsunção de termos amplos e específicos   |
| Mika (2005)                | Teoria de redes e <i>lambda-sets</i>  | Questiona a comunidade sobre a corretude da relação entre etiquetas  | Número mínimo de ocorrências por etiqueta e de recursos por usuário, limiares de dicotomização, eliminação de arestas e parâmetros de <i>lambda-sets</i> |
| Schmitz (2006)             | Coocorrência, subsunção e redução transitiva                                    | Não utiliza  | Número mínimo de ocorrências por etiqueta e de recursos por usuário, parâmetros de subsunção de termos amplos e específicos                              |

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Tomando por base uma combinação de ações usadas pelos métodos comparados na seção anterior, foi implementado um método híbrido, realizado em duas etapas. A primeira trata da aquisição de dados, com a extração de etiquetas pelo rastreador web do *Delicious*. O conjunto de dados foi obtido pela etiquetagem no domínio de Turismo, a partir da etiqueta “*Tourism*”. O idioma da língua inglesa foi escolhido por haver maior variedade de etiquetas nesse idioma, assim como pelo uso da lista de *stopwords* também na língua inglesa. A segunda etapa, recebe as instâncias com os conceitos e começa o tratamento das etiquetas no núcleo da aplicação, para geração de um arquivo RDF (*Resource Description Framework*) no formato RDF/XML.

A linguagem utilizada para implementação do método foi a *Python*<sup>2</sup>. Para a combinação de etiquetas foi usada a biblioteca que fornece a distância de Levenshtein (Levenshtein, 1966), a qual calcula a distância entre duas palavras, basicamente processando quantas letras precisariam ser substituídas, deletadas ou inseridas para transformar uma palavra em outra. Para visualização dos grafos de subsunção foi usado o pacote *Graphviz*<sup>3</sup> e para a geração do arquivo RDF/XML a biblioteca *RDFLib* da *Python*.

O conjunto de dados (etiquetas do *Delicious*) foi obtido usando as requisições da API do site, a partir de um dado nó raiz, usando a estratégia de busca em largura (*Breadth-First Search* - BFS) (Cormen *et al.*, 2009). A API retorna objetos do tipo JSON (*JavaScript Object Notation*), sendo um conjunto de pares de nome/valor, não ordenado.

A construção da lista de instâncias foi realizada com uma adaptação de Mika (2005). A partir do nó inicial, a API retorna uma lista com as 100 instâncias mais relevantes que possuam o termo de busca. Como a busca é feita em largura, cada etiqueta presente nas instâncias retornadas é adicionada em uma fila. Se a URL (*Uniform Resource Locator*) de um determinado recurso já foi explorada, ela é ignorada. Caso contrário, a instância é adicionada à lista. Esta busca é feita com limites estabelecidos para o número de etiquetas e URLs visitadas. Após visitar todas as etiquetas ou recursos, a lista de instâncias é salva em disco.

Após o carregamento dessa lista, todos os pares de conceitos e suas ocorrências são armazenados numa estrutura de dados. Também é armazenada uma lista dos conceitos e suas respectivas adjacências. Todos os conceitos são convertidos para letra minúscula. Assim como em Damme *et al.* (2008), uma instância depois de filtrada só é considerada se pelo menos restarem duas etiquetas para que um par de conceitos possa ser formado, caso contrário ela é descartada.

A lista de instâncias passa por uma filtragem das etiquetas (Damme *et al.*, 2008) utilizando uma lista de *stopwords*<sup>4</sup> de palavras da língua inglesa e uma *blacklist*<sup>5</sup> (lista com palavras inadequadas que devem ser evitadas). Se um conceito estiver em alguma dessas duas listas ele é automaticamente descartado.

<sup>2</sup> Disponível em: <https://www.python.org/>

<sup>3</sup> Disponível em: <https://pypi.python.org/pypi/graphviz>

<sup>4</sup> Disponível em: <http://snowball.tartarus.org/algorithms/english/stop.txt>

<sup>5</sup> Disponível em: <http://svn.navi.cx/misc/abandoned/opencombat/misc/multilingualSwearList.txt>

A etapa de subsunção dos termos foi baseada nos modelos de coocorrência de Schmitz (2006) e Damme *et al.* (2008) e do modelo estatístico de Sanderson e Croft (1999) para hierarquia de texto. A abordagem de subsunção usada nesta implementação segue a equação (1):

$$\begin{cases} P(x,y) = \frac{n(x,y)}{n(y)} \geq t \\ e \\ P(x,y) = \frac{n(x,y)}{n(x)} < t \\ n(x), n(y) \geq Nmin \end{cases} \quad (1)$$

A equação  $P(x,y)$  determina a probabilidade de um termo X subsumir Y. O número de ocorrências do conceito X é representado por  $n(x)$  e de um conceito Y por  $n(y)$ . Estas ocorrências devem atender um valor mínimo que é determinado por  $Nmin$ . Se  $n(x,y)$  dividido por  $n(y)$  obteve um valor superior ao limiar  $t$  (limiar mínimo de coocorrências) e  $n(x,y)$  dividido por  $n(x)$  obteve um valor menor que o limiar  $t$ , então X subsume Y. No método implementado foram testados dois parâmetros diferentes, primeiramente o valor mínimo de  $t = 0,85$  e  $Nmin = 40$ , na sequência estes valores foram relaxados para  $t = 0,45$  e  $Nmin = 10$ .

Quando uma etiqueta subsume outra etiqueta, de acordo com o critério estabelecido acima, então a etiqueta subsumida é adicionada à lista de adjacências da etiqueta que a subsumiu, deste modo após a leitura de todos os pares, a estrutura final é denominada grafo de subsunção.

A etapa de subsunção origina um grafo orientado, assim como em Damme *et al.* (2008). A procura por termos mais amplos/estreitos é baseada no preceito de que um termo acima na árvore de subsunção é dito um termo mais amplo (genérico), e quando ele está mais abaixo pode ser entendido como um termo mais estreito (específico). Na Figura 1 pode-se visualizar um exemplo de uma parte da árvore de subsunção gerada pela ferramenta Graphviz.

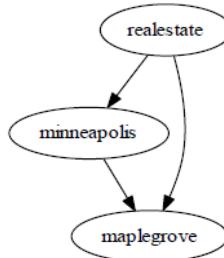


Figura 1. Visualização parcial de uma árvore de subsunção obtida no método

Usando a biblioteca RDFLib, o grafo de subsunção foi explorado, sendo que cada nó do grafo se tornou um BNode, o qual representa um nó não expressivo. Cada nó do grafo é inserido como uma tripla no grafo RDF: o BNode representa o assunto; a propriedade rdfs class se torna o predicado, determinando que a etiqueta é uma classe; o objeto é um literal com a string da etiqueta. Quando as adjacências deste nó são inseridas, significa que essas são suas subclasse, já que se trata de um grafo orientado. As adjacências são inseridas como uma classe igual ao nó raiz, seguida de uma nova tripla RDF, onde o assunto é o BNode da etiqueta que vai se tornar uma subclasse. O assunto é a propriedade rdfs subClassOf, e o objeto BNode da etiqueta é a superclasse.

O grafo de subsunção produzido é transformado em um arquivo RDF/XML, sendo definido como uma hierarquia de classes. Uma visualização parcial desta hierarquia pode ser vista na Figura 2, a qual foi gerada pela ferramenta rdf2svg, do site Rhizomik<sup>6</sup>, que transforma arquivos RDF em SVG.

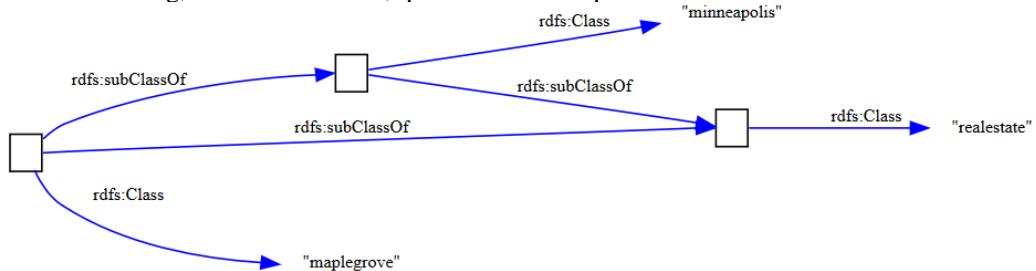


Figura 2. Visualização parcial de uma hierarquia de classes

<sup>6</sup> Disponível em: <http://rhizomik.net/html/redefer/rdf2svg-form/>

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O método implementado seguiu uma abordagem mista dos métodos de Mika (2005), Schmitz (2006) e Damme *et al.* (2008). Para extração de dados, foi usada uma abordagem similar à proposta por Mika (2005). Para limpeza de etiquetas e eliminação de palavras irrelevantes para o conjunto de resultados foi usada uma lista de *stopwords* conforme Damme *et al.* (2008). Nos trabalhos de Mika (2005) eram considerados numericamente os usuários em relação aos conceitos na relação de ator-conceito Oac e em Schmitz (2006) os usuários avaliavam a corretude das relações encontradas. Na abordagem implementada não considerou-se o *feedback* dos usuários, nem a quantidade de usuários para extração das relações de subsunção, apenas a quantidade de etiquetas.

Utilizou-se coocorrência e a medida de Sanderson e Croft (1999) para encontrar as relações de subsunções, assim como em Damme *et al.* (2008) e Schmitz (2006), porém diferentemente destes trabalhos, não foi utilizada a técnica de redução transitiva. O formato do arquivo da ontologia obtida nesses trabalhos não foi especificado. Numa visualização similar a Damme *et al.* (2008), nesta implementação foi utilizado o pacote Graphviz para visualização da árvore de subsunção.

As escolhas dos parâmetros para confecção dos resultados utilizaram uma abordagem de tentativas e erros, assim como em Damme *et al.* (2008). Os limiares foram escolhidos, de modo a não excluir itens importantes do conjunto de dados, pois limiares mais relaxados poderiam produzir ruídos no grafo de subsunção. Entretanto pode-se observar que independente da variação de parâmetros, o ruído produzido foi relativamente grande, no sentido de que durante a visualização do grafo gerado, muitas etiquetas ficaram fora do contexto da etiqueta raiz (órfãos), em grande parte isto se deve ao modo de operação do rastreador web que extraía dados do Site de bookmarking social *Delicious*.

Os arquivos gerados foram submetidos ao serviço de validação de RDF, disponibilizado pelo Consórcio *World Wide Web Consortium* - W3C<sup>7</sup>. Desta maneira pode-se garantir que o arquivo foi gerado corretamente, atendendo às normas dos arquivos RDF/XML.

Durante a extração de dados, Mika (2005) obteve cerca de 51 mil etiquetas, para a confecção de seu trabalho e neste comparativo foram escolhidas 3 variações do conjunto de dados: (i) 30 mil etiquetas, (ii) 50 mil etiquetas e (iii) 100 mil etiquetas. O parâmetro para a medida de Levenshtein se manteve o mesmo em todos os testes, 0,95. Numa primeira bateria de testes utilizou-se o parâmetro de subsunção de termos baseado num limiar de coocorrência de 0,85 e um número de ocorrência de etiquetas de 40, estes denominados parâmetros rígidos. Numa segunda tentativa diminui-se os valores dos parâmetros, o de coocorrência para 0,45 e o número de ocorrência das etiquetas para 10, denominados parâmetros relaxados.

Todos os arquivos gerados utilizando os parâmetros rígidos foram aceitos pelo validador de RDF do W3C. Com os parâmetros relaxados apenas o conjunto com 30 mil etiquetas foi aprovado. Isto se deve ao fato de que o validador possui um número máximo de linhas aceitas para um arquivo RDF/XML, e alguns conjuntos ultrapassaram este valor. O pacote Graphviz não conseguiu renderizar um grafo de subsunção para as instâncias com os parâmetros relaxados, pelos limites máximos da ferramenta, desta forma nem todos os grafos de subsunção puderam ser visualizados. Porém as hierarquias de classes de todas as instâncias foram representadas graficamente no site Rhizomik, facilitando a visualização das relações e dos níveis de subsunção obtidos.

A análise dos resultados obtidos se deu com base no nível de subsunção (profundidade do grafo de subsunção e da hierarquia de classes) e também no contexto das etiquetas em relação ao domínio de conhecimento escolhido, o Turismo.

Observando as instâncias em um conjunto de dados com 30 mil etiquetas utilizando os parâmetros rígidos, algumas subsunções se mantiveram dentro do contexto do domínio de conhecimento do nó raiz, conforme grafo de subsunção da Figura 3. Para as mesmas etiquetas, com parâmetros relaxados, a hierarquia de classes associadas ao termo “travel” apresentou bastante ruído, conforme a Figura 4. Conforme pode-se observar nas Figuras 3 e 4, com parâmetros rígidos obteve-se uma profundidade de subsunção de dois níveis e com parâmetros relaxados esta profundidade chegou a quatro níveis.

O conjunto de instâncias com 50 mil etiquetas atingiu resultados similares ao de 30 mil etiquetas. Com os parâmetros rígidos o resultado obtido foi similar, houve a ocorrência de ruídos, já com os parâmetros relaxados, foram produzidos um pouco menos de ruídos. De fato, a etiqueta raiz “tourism” não apareceu na

<sup>7</sup> Disponível em: <https://www.w3.org/>

árvore de subsunção nas configurações com 30 mil e 50 mil etiquetas, independente dos parâmetros. A Figura 5 apresenta a ocorrência de ruídos no grafo de subsunção no conjunto com 50 mil etiquetas com parâmetros rígidos.

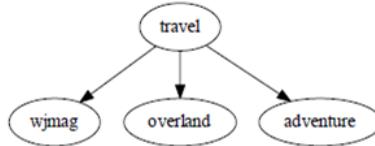


Figura 3. Grafo de subsunção parcial com parâmetros rígidos e 30 mil etiquetas

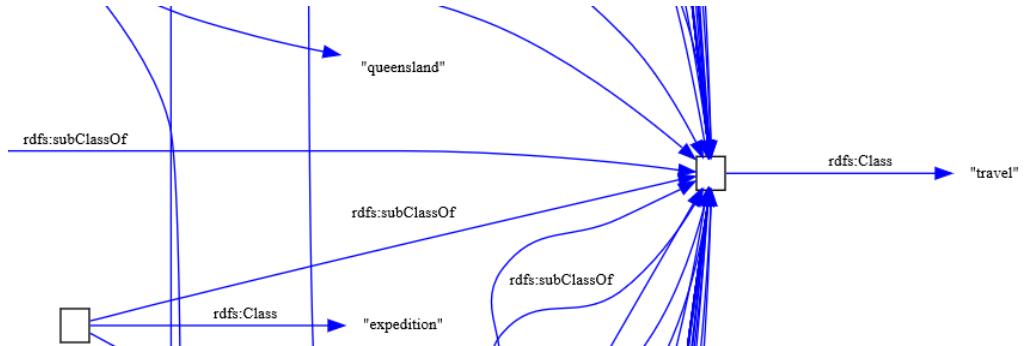


Figura 4. Hierarquia de classes parcial com parâmetros relaxados e 30 mil etiquetas

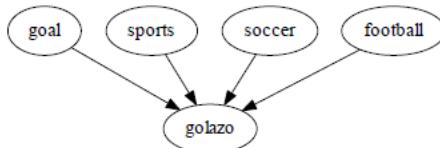


Figura 5. Presença de ruídos no grafo de subsunção com parâmetros rígidos e 50 mil etiquetas

Com o conjunto de instâncias com 100 mil etiquetas, foram obtidos alguns resultados interessantes. Com os parâmetros mais rígidos obtiveram-se três níveis de subsunções. Estes resultados estão em um contexto mais próximo da etiqueta raiz, sendo possível compor relações mais coerentes do que com uma quantidade menor de dados, conforme visualizado na Figura 6. Na Figura 7 é apresentada a respectiva hierarquia de classes.

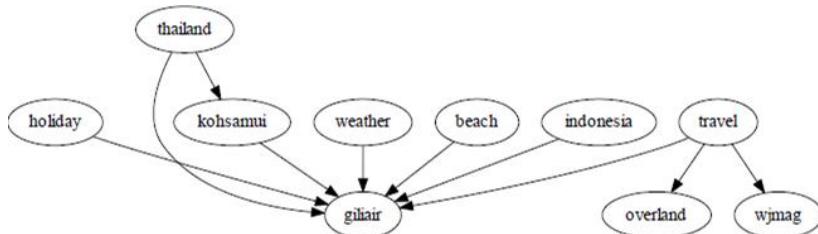


Figura 6. Grafo parcial de subsunção com 100 mil etiquetas e parâmetros rígidos

No conjunto de instâncias com 100 mil etiquetas, com os parâmetros relaxados, a etiqueta raiz “tourism” apareceu na hierarquia de classes (Figura 8). Apesar da utilização de uma lista de palavras inadequadas existiu a ocorrência de termos derivados da palavra “sex”, mesmo com os parâmetros mais rígidos (Figura 9). Isto se deve ao fato de que “sex” e “sexcam” não estavam presentes na lista de filtragem *blacklist*, ainda que “sex” e “gender” em inglês não tem a mesma equivalência que sexo e gênero em português, considerou-se que “sex” nem sempre estaria num contexto de palavras inadequadas. Outro exemplo é o termo “motel”, que na língua inglesa representa um conceito socialmente diferente que em português. Por estes motivos, julgou-se que este termo não poderia ser descartado para os resultados deste trabalho.

Pode-se observar que, de fato, com os parâmetros mais rígidos a maioria das hierarquias se manteve com dois níveis de subsunções, apenas com 100 mil etiquetas este nível aumentou. Já com parâmetros relaxados o nível de profundidade na hierarquia de classe extrapolou o valor de quatro no caso da maior instância avaliada.

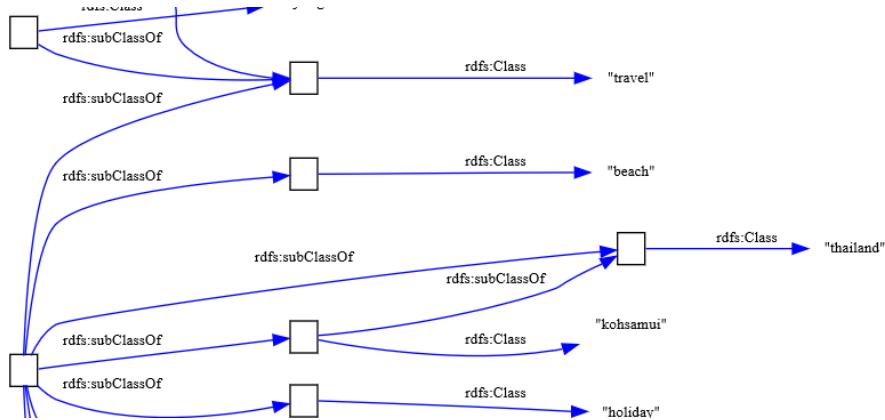


Figura 7. Hierarquia de classe parcial com 100 mil etiquetas e parâmetros rígidos

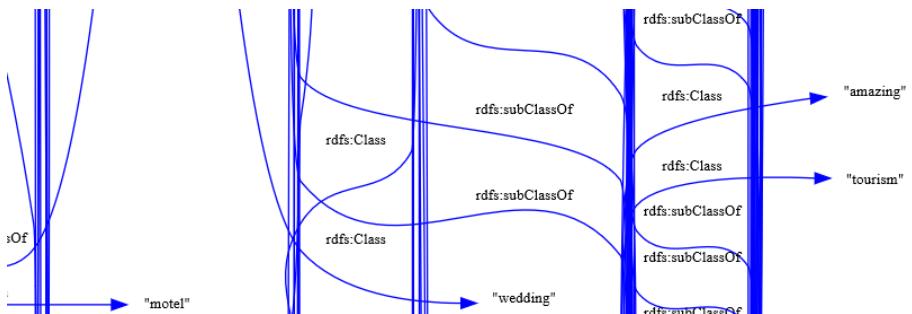


Figura 8. A ocorrência do nó raiz “tourism” com 100 mil etiquetas e parâmetros relaxados

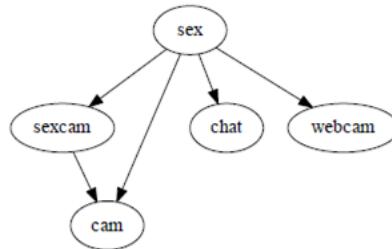


Figura 9. A ocorrência de termos inadequados com 100 mil etiquetas e parâmetros rígidos

## 5. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Neste trabalho foram comparadas abordagens de referência no aprendizado de ontologias: Mika (2005), Schmitz (2006) e Damme et al (2008). Com base nestes trabalhos foi desenvolvido um método híbrido, o qual foi validado através de um experimento que levou à construção de um grafo de subsunção e uma hierarquia de classes.

O método híbrido proposto utiliza características específicas de cada um dos métodos selecionados, tais como: a estratégia de busca bem definida tal como usado em Mika (2005), os parâmetros de correlação de etiquetas do modelo estatístico de Sanderson e Croft (1999) usados no trabalho de Schmitz (2006), a

possibilidade de filtrar os dados e combinar etiquetas similares como em Damme et al. (2008), propiciando um eficiente tratamento de grandes conjuntos de dados provenientes de etiquetagens sociais, sem aumentar a complexidade do método.

O principal diferencial do método híbrido proposto é a possibilidade de se utilizar um conjunto de dados produzido de modo colaborativo, de fácil acesso e compartilhamento, com grande quantidade de dados e popularmente difundido, obtido de um site de etiquetagem social, como o Delicious.

Se comparado às abordagens de referência, o nível de ruído obtido no método proposto foi elevado, levando-se em conta a relativa quantidade de etiquetas produzidas fora do contexto do domínio de conhecimento, gerando uma ontologia de menor qualidade. Desta forma pode-se observar que a escolha de uma estratégia diferente para o rastreador web do *Delicious* e a procura por uma metodologia de busca de termos amplos e estreitos pode impactar de maneira significativa nos resultados.

O relaxamento de parâmetros, utilizado em alguns casos de teste, diminuiu qualitativamente os dados obtidos se comparado com a utilização de parâmetros mais rígidos. Porém de acordo com pesquisas nesta área (Freddo, 2010; Ferreira, 2013), assim como com os dados obtidos no método, pode-se afirmar que o enriquecimento e a criação de ontologias baseado em etiquetagem social pode ser uma alternativa viável para reduzir o esforço empregado na construção de ontologias.

A criação de uma ontologia leve (com poucos níveis de subsunção) foi realizada com a utilização de parâmetros rígidos, obtendo-se uma hierarquia de classes, descrita em RDF/XML. A ontologia obtida reflete os interesses da comunidade de usuários, servindo de base para a evolução futura desta ontologia, que pode ser feita por um especialista no domínio, através da adição de novas classes, relacionamentos e axiomas, aprimorando a semântica da mesma.

Como trabalhos futuros, citam-se ações que podem contribuir para a melhoria qualitativa da ontologia gerada: (i) a utilização de uma estratégia de busca diferente no rastreador web; (ii) o uso de outras formas de filtragem de etiquetas (além das métricas de Levenshtein e das listas com *stopwords* e *blacklist*); (iii) o uso de outras abordagens para encontrar relacionamentos tal como em Mika (2005); (iv) a escolha de folksonomias estreitas oriundas de outros serviços de interação social, (v) o uso de instâncias provenientes de meios mais restritos para obtenção de resultados mais variados, como Flickr, Instagram e Facebook e (vi) o uso de *feedback* da comunidade de usuários em relação a validação das estruturas obtidas.

## REFERÊNCIAS

- Cormen, Thomas H. et al., 2009. *Introduction to Algorithms*. 3. Ed. Cambridge, Massachusetts, EUA.
- Damme C. V.; Coenen, T.; Vandijk, E., 2008. Deriving a Lightweight Corporate Ontology from a Folksonomy: a Methodology and its Possible Applications. *Scientific international journal for parallel and distributed computing*. Vol. 9, No. 4. Timisoara, Timis. pp. 293-301.
- Gómez-Pérez, A. e Manzano-Macho, D., 2003. Ontoweb Deliverable 1.5. *A Survey of Ontology Learning Methods and Techniques*. Madrid, Spain. pp. 10-86.
- Guarino, N., 1998. *Formal Ontology in Information Systems*. Trento, Italy., pp. 3-15.
- Guizzardi, G. 2005. Ontological Foundations for Structural Conceptual Models. *Telematica Instituut Fundamental Research Series no. 15, Universal Press*, The Netherlands, pp. 51-94.
- Ferreira, J. M. P., 2013. Folksonomias como conceitualizações compartilhadas de modelos conceituais. *Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial*, UTFPR, Curitiba, Brazil. pp. 13-55.
- Freddo, A. R., 2010. Folkconcept: Método de Suporte à Modelagem Conceitual de Ontologias a Partir da Aquisição de Conhecimentos de Folksonomias. *CPGEI*, UTFPR, Curitiba, Brazil. pp. 37-116.
- Levenshtein, V. I., 1996. Binary codes capable of correcting deletions, insertions. *Soviet Physics Doklady*, Vol. 10, No. 8, Moscow, Russian. p.707-710.
- Maedche, A. e Staab, S., 2001. Semi-automatic engineering of ontologies from text. *Proceedings of the 12th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering*. Karlsruhe, Germany. pp. 1-8.
- Maedche, A. e Staab, S., 2003. *Ontology Learning for the Semantic Web*. *IEEE Intelligent Systems, Special Issue on the Semantic Web*, Karlsruhe, Germany.
- Mika, P., 2005. Ontologies are us: A unified model of social networks and semantics. *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, Amsterdam, The Netherlands, pp. 5-15.
- Sanderson, M. e Croft, B., 1999. *Deriving concept hierarchies from text*. Acm: 22nd Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval. New York, USA. pp. 206-213.
- Schmitz, P., 2006. Inducing Ontology from Flickr tags. In Collaborative Web Tagging Workshop, *15th WWW Conference*, Edinburgh, England. pp. 1-4.
- Wal, V. T., 2007. "Folksonomy". Disponível em: <<http://vanderWal.net/folksonomy.html>>. Bethesda, USA. pp. 1.

# **CONTROLE DE VERSÃO E ALTERAÇÃO NO GERENCIAMENTO DE CONFIGURAÇÃO DE SOFTWARE UTILIZANDO METODOLOGIAS ÁGEIS: APLICAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE FRAMEWORK DE RASTREABILIDADE DE GRÃOS**

Luma Alves Lopes, Denise do Rocio Maciel, Claudio Roberto Agner,  
Mônica Cristine Scherer Vaz e Maria Salete Marcon Gomes Vaz

*Universidade Estadual de Ponta Grossa, Departamento de Informática  
Avenida General Carlos Cavalcanti, 4748 CEP: 840030-900 –Ponta Grossa –PR –Brasil*

## **RESUMO**

No desenvolvimento de software, os documentos são gerados e podem sofrer variações ao longo do projeto. Manter controle sobre as inclusões, alterações e exclusões dos conteúdos, ajuda a manter a qualidade do software durante a sua evolução. A Gerência de Configuração de Software é a área responsável por controlar as versões dos componentes envolvidos no desenvolvimento de software, através da etapa de Controle de Versão, e indicar o porquê determinado componente passou por modificações. Nesse sentido, é necessária a adoção de metodologias para auxiliar no processo de controle de versões. Este artigo apresenta o controle de versão utilizando as Metodologias Ágeis Scrum e XP, aplicadas no desenvolvimento do Framework de Rastreabilidade de Grãos - RastroGrão. Como resultado, a abordagem trouxe vantagens como a possibilidade de rastrear os documentos e ter acesso a todas as versões dos mesmos.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Controle de Alteração, Controle de Versão, Gerência de Configuração de Software, Metodologia Ágil, Scrum, XP

## **1. INTRODUÇÃO**

Um Software não é somente um programa de computador, mas todos os documentos e configurações necessárias para que o programa opere corretamente. Nesse sentido, a documentação é tão importante quanto à criação do software em si e, portanto, necessita de planejamento e de um processo de controle. Para a construção de um software é necessário considerar um método com os passos definidos e uma metodologia com seu conjunto de práticas recomendadas (SOMMERVILLE, 2003).

A metodologia gera documentos que possuem várias versões, portanto, necessita-se de um controle de versões. Durante o desenvolvimento de software é necessário garantir a qualidade dos documentos, a fim de facilitar a organização do processo de desenvolvimento, além das modificações e futuras manutenções. Quando se tem definido um processo de controle, o planejamento da documentação consiste em selecionar quais artefatos serão submetidos à Gerência de Configuração de Software (GCS), área responsável por controlar os componentes envolvidos no desenvolvimento de software (WAZLAWICK, 2013).

No que diz respeito a codificação, o versionamento permite recuperar versões anteriores, caso seja detectado um erro em uma versão atual do sistema. Manter o histórico de um arquivo e as variações de um projeto, permite maior segurança tanto para o desenvolvedor quanto para o usuário.

O framework RastroGrão (VAZ, 2014), auxilia o processo de rastreamento de grãos, integrando todos os agentes da cadeia de produção. Por meio da sua estrutura, é possível rastrear os produtos, as fases dos processos de produção de cada produto, além dos dados a serem rastreados em cada fase. De acordo com a estrutura definida, o processo pode auxiliar na rastreabilidade de qualquer tipo de grão, já que o sistema pode ser gerenciado pelo usuário de acordo com as suas demandas.

Enquanto alguns trabalhos têm por objetivo apresentar uma abordagem para a implementação da GCS (CUNHA et al, 2004), outros analisam ferramentas de controle de versão (PALESTINO, 2015). No que diz respeito as metodologias ágeis como *Scrum* e *Extreme Programming* (XP) (WAZLAWICK, 2013), aplicam essas metodologias (BALLE, 2011), mas não encontra-se em suas aplicações, o objetivo de realizar o Controle de Versão e o Controle de Alteração como etapa da GCS.

Dessa forma, este artigo tem por objeto apresentar o Controle de Versão e Alteração na GCS, utilizando as metodologias ágeis: *Scrum*, como processo de desenvolvimento, e o XP, na produção da codificação do framework de rastreabilidade de grãos RastroGrão. A finalidade é proporcionar qualidade ao software.

## 2. CONTROLE DE VERSÃO E CONTROLE DE ALTERAÇÃO NA GCS

O Controle de Versão é uma prática da Engenharia de Software, que tem por objetivo a organização de projetos por meio do gerenciamento das versões de um componente. O histórico das inclusões, alterações e exclusões de funcionalidades é mantido. Sua aplicação evita problemas como: perda de versões de arquivos, modificações indevidas de código fonte e as dificuldades em saber o autor responsável pela modificação de um componente do projeto. Já o controle de alteração permite saber o porquê determinada versão de um item de configuração de software foi sucedida por outra, indicando funcionalidades adicionadas, removidas ou modificadas, podendo estar previstas ou não no plano de desenvolvimento (WAZLAWICK, 2013).

A Gerência de Configuração de Software é a área responsável por controlar as versões dos artefatos envolvidos no desenvolvimento, definindo como devem ser modificadas e identificadas (SOMMERVILLE, 2003; WAZLAWICK, 2013). É um conjunto de tarefas relacionado à Gestão de Qualidade, cujo objetivo é gerenciar as alterações através do ciclo de vida do software e manter a qualidade do projeto na medida em que a configuração evolui, identificando os artefatos que definem a configuração de software, gerenciando as alterações desses e facilitando a construção de diversas versões de uma aplicação (PRESSMAN, 2011).

O processo de gerência de configuração é iniciado pela identificação dos componentes, seguida pelas etapas: Controle de Versão, Controle de Alteração, Auditoria de Configuração e Relatório de Status (WAZLAWICK, 2013). Este artigo tem por objetivo abordar os Controles de Versão e de Alteração, aplicados no desenvolvimento do RastroGrão. Para tanto, torna-se necessário a compreensão dos conceitos de Item de Configuração de Software (ICS), *Release*, *Baseline*, Repositório e Documento metamodelo.

O ICS é um componente de desenvolvimento, controlado pelo sistema de gestão que pode ser modificado somente conforme as definições estabelecidas no plano de desenvolvimento da GCS. O *Release* é a distribuição da versão de software ou de ICS para o ambiente de produção. Já a *Baseline* é uma marca, gerada pela revisão técnica, caracterizando uma versão de software ou de um ICS que não irá para o ambiente de produção (WAZLAWICK, 2013; PRESMANN, 2011). O repositório é onde as diferentes versões de um ICS são mantidas e identificadas. Finalmente, o Documento Metamodelo define o funcionamento do repositório, a forma de armazenamento de arquivos e informações, formas de acesso e visualização, gerenciamento da segurança, integridade dos dados e a capacidade de estender o repositório para satisfazer necessidades futuras (WAZLAWICK, 2013).

Existem vários métodos de se realizar o controle de versões, dentre elas o Versionamento Semântico que é um conjunto de regras e requisitos na forma X.Y.Z (*Release* Maior. *Release* Menor. *Release* de Correção) que estabelece como os números das versões são atribuídos e incrementados (PRESTON-WERNER, 2016). O versionamento semântico é facilmente encontrado em atualizações de versões de bibliotecas de software, embora nem sempre seja aplicado corretamente, principalmente no que diz respeito a sinalização de instabilidade da interface (RAEMAEKERS, 2014).

## 3. METODOLOGIA ÁGIL

Nas Metodologias Ágeis, os principais conceitos são (BECK et al, 2000): Indivíduos e interações, ao invés de processos e ferramentas, Software executável ao invés de documentação extensa, colaboração do cliente ao invés de negociação de contratos, e respostas rápidas para as mudanças ao invés de seguir planos. São adaptativas e trabalham com constantes feedbacks, o que permite adaptar rapidamente a eventuais mudanças nos requisitos.

Dentro da Metodologia ágil tem-se o Método *Scrum*, que tem por objetivo definir um processo de desenvolvimento interativo e incremental (SCHWABER, 2002) e o Modelo Ágil XP, cujo foco está no desenvolvimento do software (WAZLAWICK, 2013).

### 3.1 Scrum

No modelo *Scrum* existem três perfis: o *Scrum master*, o *Product owner* e o *Scrum Team*. O *Scrum master* é a pessoa participante do projeto que tem um conhecimento maior do modelo e que agirá como um solucionador de conflitos, mas não se caracteriza como um líder ou gerente, já que as equipes nesse modelo são auto-organizadas. Já o *Product owner* é a pessoa responsável pelo projeto, indicando quais são os requisitos importantes a serem implementados em cada ciclo de desenvolvimento (WAZLAWICK, 2013).

O desenvolvimento do *Scrum* envolve alguns conceitos como: o *Sprint Planning*, *Product Backlog*, *Daily Scrum*, *Sprint*, *Sprint Backlog*, *Sprint Review* e *Sprint Retrospective*. O *Sprint Planning* é a reunião do *Product Owner* com a equipe de desenvolvimento, onde se realiza a seleção dos requisitos ou histórias de usuário, chamados de *Product Backlog*, a serem implementados durante o ciclo de desenvolvimento. O *Daily Scrum* refere-se às reuniões diárias da equipe de desenvolvimento para realizar o controle do projeto.

O ciclo de desenvolvimento do *Scrum* é chamado de *Sprint*, com duração, em média, de duas semanas até um mês. No início de cada *Sprint* é definido o *Sprint Backlog*, lista de funcionalidades formadas a partir do *Product Backlog* e que serão implementadas no ciclo de *Sprint* que se inicia. No final da *Sprint* é realizado o *Sprint Review* para avaliar o produto e o *Sprint Retrospective* para avaliar o processo de trabalho (WAZLAWICK, 2013).

As fases de desenvolvimento do *Scrum* podem ser divididas em três fases (SCHWABER, 2002): planejamento, desenvolvimento e encerramento. Na etapa de planejamento são definidas as funcionalidades requeridas pelo sistema, com base no conhecimento da aplicação. É nessa etapa que se realiza o *Sprint Planning*. Na segunda etapa, são desenvolvidas as funcionalidades, respeitando tempo, requisitos e qualidade, realizando o *Daily Scrum*. Por fim, a etapa de encerramento refere-se as atividades de entrega do produto, onde realiza-se o *Sprint Review* e o *Sprint Retrospective* (SCHWABER, 2002; BISSI, 2007).

Como ferramenta auxiliar, para gestão do *Scrum*, cita-se o método de melhoria de processos Kanban, que opera de forma incremental e evolutiva através de mudanças experimentais, visando otimizar a produção de software (STELLMAN, GREENE, 2014). O Kanban usa um mecanismo de controle visual para acompanhar a evolução do trabalho. Tipicamente, utiliza-se um quadro branco com *post-its* ou um sistema de cartões eletrônicos. O processo é iniciado com o mapeamento das atividades em andamento, do inglês *WIP* (*Work in Process*), e sequencialmente são selecionadas as atividades a serem controladas. O quadro é dividido em colunas chamadas Estados, definidas conforme o escopo. Como, por exemplo, Não Iniciado, Iniciado e Pronto (KNIBERG, SKARIN, 2015).

### 3.2 XP-Extreme Programming

A metodologia de desenvolvimento *Extreme Programming*, surgiu após uma pesquisa comprovar que, enquanto 45% das funcionalidades do sistema nunca são utilizadas, 19% são raramente utilizadas, 16% às vezes são utilizadas, 13% são usadas frequentemente e somente 7% sempre são utilizadas (TELES, 2004). Com isso, o objetivo foi desenvolver um sistema com melhor qualidade, produzido em menor tempo e de forma econômica, baseando-se em um conjunto de valores, princípios e práticas. Dentre os principais valores tem-se: a simplicidade, o respeito, a comunicação, o *feedback* e a coragem (WAZLAWICK, 2013).

A Simplicidade está relacionada ao fato da equipe se concentrar nas funcionalidades reais e não nas que poderiam ser necessárias. O Respeito e a Comunicação referem-se ao relacionamento entre a equipe e o cliente, preconizando comunicação de boa qualidade. O *feedback* deve ser realizado o quanto antes, com o objetivo de evitar eventuais falhas de comunicação, danos e aumento dos custos. Por fim, a Coragem está relacionada a confiar nas necessidades de mudanças (WAZLAWICK, 2013).

No XP, dentre as regras relacionadas à codificação, pode-se citar (WAZLAWICK, 2013): 1) Cliente sempre disponível: o cliente participa constantemente do projeto, já que é ele que escreve as histórias do usuário e prioriza as iterações; 2) Código escrito de acordo com padrões: o código padronizado ajuda a mantê-lo comprehensível e de fácil aplicação de refatoração por toda a equipe; 3) Escrever teste de unidade: o recomendado é que se escreva um teste antes do código, já que o teste ajuda a escrever um código melhor; 4)

Todo código é produzido em pares: refere-se ao fato de se ter duas pessoas trabalhando em conjunto para obtenção de maior qualidade na codificação; 5) Integração de código: deve ser realizada a integração de um código por vez, a fim de evitar problemas de compatibilidade imprevistos; 6) Integração frequente: o código deve ser integrado ao repositório em curtos períodos de tempo; 7) Computador exclusivo para integração: permite que todos da equipe tenham acesso as funcionalidades e o responsável pela integração das funcionalidades; 8) A posse do código é coletiva: todos devem ter autorização para modificar o código.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

O controle de versão foi aplicado sobre a codificação e sobre a documentação. No caso do versionamento de documentação, o mesmo foi aplicado em dois níveis de detalhamento. O primeiro nível controla a criação dos itens de configuração, através da padronização da nomenclatura, já o segundo nível, controla o conteúdo interno de cada item.

Para a realização do Controle de Versão e de Alteração é necessária a definição de repositórios. Para realizar o controle das versões de codificação do projeto, utilizou-se as ferramentas Git, integradas ao Netbeans, e o repositório remoto Github. Para o controle da documentação utilizou-se o Dropbox como repositório dos demais documentos inerentes ao desenvolvimento do projeto. Tanto o conteúdo armazenado no GitHub quanto os documentos do Dropbox, foram compartilhados com todos os membros da equipe de desenvolvimento.

A escolha do Github baseou-se nos estudos de Palestino (2015), onde os sistemas são analisados, conforme a funcionalidade e usabilidade. Neste estudo, o Sistema SVN apresenta maior credibilidade, seguido pelo Github. Pela facilidade de instalação e por ser um sistema distribuído, optou-se por escolher o Github. Já a escolha pelo Dropbox baseou-se na sua rápida sincronização entre a internet e a rede local.

Para o processo de versionamento aplicado no desenvolvimento do *framework* de rastreabilidade de grãos, utilizou-se as metodologias ágeis: *Scrum*, na gestão, e o *XP* na codificação do sistema (WAZLAWICK, 2013; SCHWABER, 2002). A Figura 1 ilustra o processo adotado no projeto.

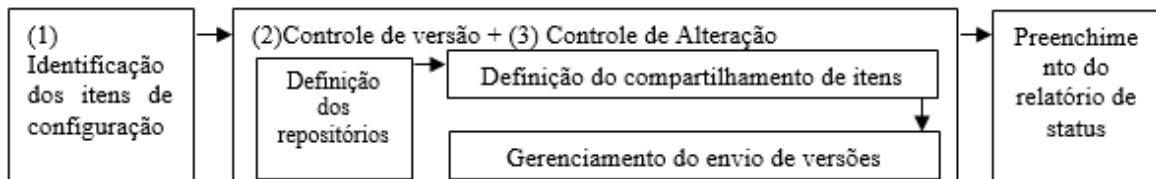


Figura 1. Diagrama do processo de versionamento aplicado

A gestão de configuração de software estabelece seis etapas de implementação (WAZLAWICK, 2013; PRESMANN, 2011): Identificação dos Itens de Configuração, Controle de Versão, Controle de Alteração, Auditoria de Configuração e Preenchimento de Relatório de Status. O processo aplicado para a implementação do *framework* RastroGrão é uma versão simplificada desse modelo, utilizando quatro etapas: Identificação dos Itens de Configuração, Controle de Versão, Controle de Alteração e Preenchimento de Relatórios de Status. O Controle de Versão e o Controle de Alteração foram aplicados de forma simultânea.

### 4.1 Identificação dos Itens de Configuração

A partir da identificação dos ICS, realizou-se a definição dos artefatos que seriam controlados. Dessa forma, se optou por versionar: Casos de Uso, Entrega de Construção, Ata de Reunião, Abertura do Projeto, Encerramento do Projeto, Solicitações de Alteração e Mudança, Documento Metamodelo e a codificação. Conforme a finalidade e necessidade de controle, as regras de gerenciamento das versões foram divididas em: versionar itens de configuração que não se referem a versão específica, versionar itens de configuração que se referem a versão específica e versionar Conteúdo Interno dos itens de configuração. Nem todos os componentes definidos como itens de configuração foram versionados.

O versionamento de documentos e codificação do sistema seguiu numeração formada por quatro sequências como, por exemplo, 1.0.0.0 é a versão inicial, onde se realiza a criação do ambiente com as configurações iniciais para desenvolvimento. O sistema de numeração utilizado no projeto apresenta um nível a mais do que o proposto em Preston-Werner (2016) referindo-se a entrega de uma *Release*.

A primeira sequência se refere a versão do software, essa numeração é incrementada sempre que são superadas as fases previstas no escopo inicial. A segunda sequência define a revisão, ela indica incremento de um caso de uso ou adição de uma nova funcionalidade não prevista. A terceira sequência indica a correção, e ocorre quando são solicitadas alterações devido a review não estar de acordo com a proposta inicial. Isso ocorre por ser produto de erros de programação. Por último tem-se a construção que simboliza a disponibilização de Review para o *Product owner*.

Para a realização de um novo versionamento, adotou-se as regras: 1) A Versão do sistema será incrementada apenas quando for um novo projeto; 2) A Revisão será incrementada a cada caso de uso incluído no projeto; 3) A Correção será incrementada a cada *bug/erro* solucionado no sistema; 4) A Construção será incrementada a cada versão disponibilizada para testes e/ou produção.

Durante o versionamento é preenchida a planilha de Controle de Versão no *Scrum* (Figura 2). Essa planilha desempenha a função de *Product Backlog*, onde as quatro primeiras colunas referem-se as sequências numéricas adotadas, utilizando o padrão de versionamento semântico, elas promovem o Controle de Versão. As demais colunas, Comentário, Data, Horas e Responsável proporcionam o Controle de Alteração. Na Figura 2, observa-se a inclusão dos casos de uso Gerenciar Acesso, Gerenciar Regra e Gerenciar Permissão através do incremento da coluna de Revisão. Esses casos de uso foram entregues na primeira *release*, informação extraída por meio da coluna Construção.

| Versão | Revisão | Correção | Construção | Comentário                | Data       | Horas | Responsável |
|--------|---------|----------|------------|---------------------------|------------|-------|-------------|
| 1      | 0       | 0        | 0          | Inicialização do ambiente | 19/04/2016 | 2:00  | Membro x    |
| 1      | 0       | 0        | 1          | Autenticação do Sistema   | 08/04/2016 | 1:00  | Membro x    |
| 1      | 1       | 0        | 1          | Gerenciar Acesso          | 20/04/2016 | 3:00  | Membro x    |
| 1      | 2       | 0        | 1          | Gerenciar Regra           | 21/04/2016 | 3:00  | Membro x    |
| 1      | 3       | 0        | 1          | Gerenciar Permissão       | 22/04/2016 | 3:00  | Membro x    |

Figura 2. Exemplo de preenchimento da Tabela de Controle de Versão

Para implementar o Controles de Versão e de Alteração foi necessário estabelecer como os itens seriam gerenciados. Definiu-se as regras para: versionar itens de configuração de documentação que não se referem a versão específica, versionar itens de configuração de documentação que se referem a versão específica, versionar conteúdo interno dos itens de configuração de documentação, versionar itens de configuração de codificação. O versionamento de itens de Configuração de Documentação que não se referem a versão específica, é aplicado a itens de configuração ligados com mais de uma, ou nenhuma, versão do software. Compreende os itens de configuração: Atas de Reunião e Entregas de Construção. As Atas de Reunião especificam os detalhes das *Sprint Review*, as Entregas de Construção são documentos entregues na *Sprint Review* ao *Product Owners*, os documentos especificam os detalhes sobre a entrega.

O controle desses itens de configuração é realizado sobre a nomenclatura, que segue a regra “Tipo de arquivo + ”. ” + data + ”. ” + hora”. As siglas utilizadas para representar o tipo de arquivo foram: AT para Ata de Reunião, SC para Solicitação de Correção, SM para Solicitação de Mudança e EC para Entrega de Construção. Nessa etapa o Controle de Alteração não é aplicado, visto que os itens de configuração não devem sofrer modificações. Caso ocorra, os ICs anteriores a modificação devem ser substituídos.

O versionamento de itens de configuração de documentação que se referem a versão específica é aplicado a itens de configuração ligados com apenas uma versão do software. Nesse caso a versão é mais representativa do que a data. Quando aplicado ao IC Caso de Uso, a regra de nomenclatura é “Tipo de arquivo+”.”+ “Número da versão”. A sigla utilizada para representar o tipo Caso de Uso foi UC. O Controle de Alteração desse tipo de item de configuração ocorre através da planilha Controle de Versão (Figura 2).

Já o versionamento do conteúdo interno dos itens de configuração de documentação é utilizado em conjunto com os versionamentos supra citados, aplicado aos Itens de Configuração: Documento Metamodelo, Tutorial do Sistema, Tutorial de Requisitos para Desenvolvimento e Casos de Uso. Este versionamento é implementado em componentes com necessidade de controle mais rigoroso e em cenário com interação de múltiplos agentes, simultaneamente. A cada série de alterações realizadas, o autor aponta as mesmas na cor azul e realiza o preenchimento da Tabela “Controle de versões”, disponibilizada no topo do documento.

Por fim, o versionamento de itens de configuração de codificação, é aplicado a itens de configuração de codificação, e são componentes ligados com apenas uma versão do software e a data de disponibilização é tão importante quanto sua versão. A nomenclatura segue o padrão “Versão” + “ ” + “Número da Versão” + “ ” + “data” + “ ” + “hora”. Diferente dos versionamentos anteriores, onde os itens de configuração são armazenados no repositório *Dropbox*, para armazenamento da codificação é utilizado o repositório *Github*. O preenchimento dos dados de versionamento ocorre na Etapa de Envio de Versões do Controle de Versão da gestão de GCS, o Controle de Alteração sobre a codificação é discriminado no *Product Backlog* (Figura 2), onde a codificação pode estar vinculada a uma regra de negócio ou indicar solicitações de alteração e mudança na *review*.

Essas solicitações foram controladas através do aplicativo *Mantis Bug Tracker*, onde é utilizado o método de melhoria de processos *Kanban* dentro da metodologia de desenvolvimento ágil *Scrum*. O quadro foi substituído por interface digital do aplicativo, e as etapas de controle adotadas foram: Solicitações Atribuídas, Solicitações não Atribuídas, Solicitações Relatadas, Solicitações Resolvidas, Solicitações Modificadas Recentemente e Solicitações Monitoradas. A partir da solicitação, um integrante realiza a análise e em caso de aceite vincula a solicitação a uma nova versão discriminada no *Sprint Backlog*.

## 4.2 Controle de Versão e de Alteração e o Preenchimento de Relatórios de Status

O Controle de Versão é realizado através das tarefas de Definição dos Re却itórios, Definição do Compartilhamento de Itens e Gerenciamento do envio de versões. O Controle de Alteração foi aplicado no decorrer de todo o processo de software, indicando os motivos que levaram a incrementação das versões.

Na etapa de Definição dos Re却itórios optou-se utilizar o *Github* para controle da codificação e o *Dropbox* para controle dos demais arquivos. Na etapa de definição do compartilhamento de Itens, o controle foi manual, o integrante que faz uma alteração em um documento ou codificação, deve analisar as alterações realizadas pelos demais a fim de evitar conflitos com o que foi realizado. Na etapa de Gerenciamento de envio de versões, é realizado o envio para o repositório somente se o arquivo estiver livre de defeitos e com base nas normas de nomenclatura adotada. Nesse momento é realizado o Controle de Alteração dos documentos.

O Preenchimento de Relatórios é a última etapa do processo de Gestão de Configuração de Software. Ao longo do processo de implementação do *framework RastroGrão*, foram preenchidos de forma manual os documentos de: Controle de Versão, onde são definidas as *baselines* do projeto, o Cronograma do *RastroGrão*, onde se registra as horas gastas em cada *Sprints Backlog*, o Cronograma de reuniões, detalhando as horas gastas em reuniões e o relatório de entrega de cada construção.

## 5. RESULTADOS

A Figura 3 mostra a estrutura final dos repositórios. O Re却itório I sofreu alterações durante o projeto pela necessidade de agrupar em pastas os ICS: Conjunto de Caso de Uso, Conjunto de Entrega de Construção e Conjunto de Ata de Reunião. Além disso, o projeto previa solicitações de alteração e mudança realizadas através de documentos previamente definidos na abertura do projeto, contudo esse modelo poderia comprometer o armazenamento e gerenciamento. Por esse motivo, utilizou-se a Ferramenta *Mantis Bug Tracker*, que beneficiou o processo de gerenciamento de solicitações de correção e de alteração ao automatizá-lo. Em contra partida, um membro da *Scrum Team* ficou responsável por analisar as solicitações, a fim de definir a versão correspondente.

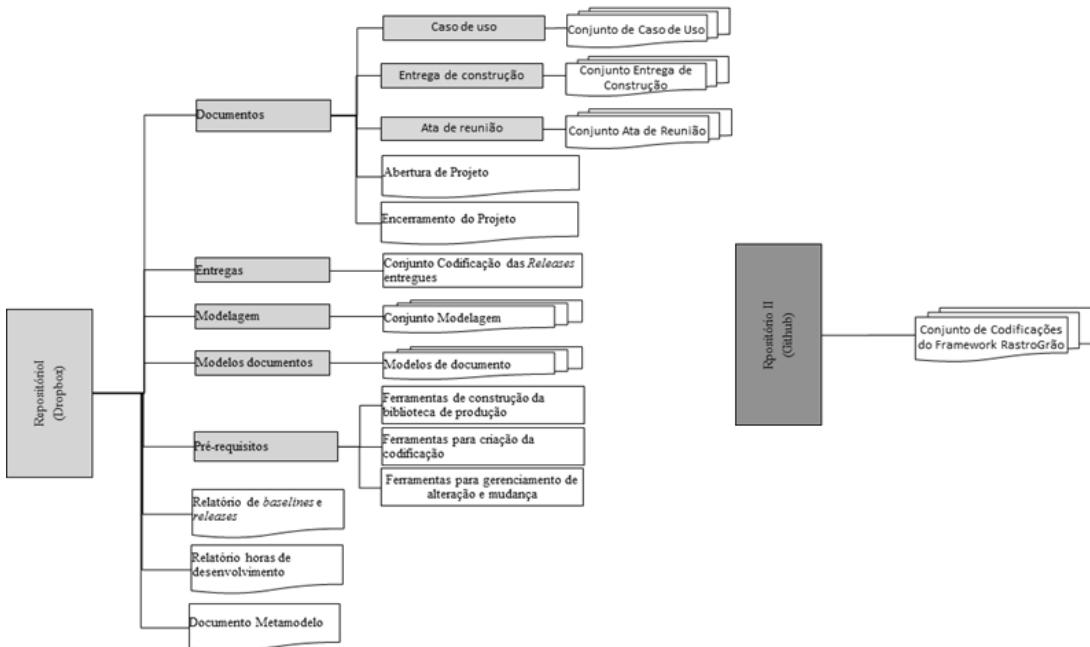


Figura 3. Definição dos Repositórios finais

No que se refere ao modelo *Scrum*, a primeira etapa do *Sprint* sugere a realização de reunião de planejamento, *Sprint Planning*, com a equipe de desenvolvimento, *Scrum Team*, e com o Cliente, *Product Owner*, a fim de definir metas a serem alcançadas. Como o objetivo foi implementar o *framework* de rastreabilidade de grãos, a lista de *Product Backlog* foi gerada a partir dos casos de uso extraídos de Vaz (2014), e com base nessas especificações definiu-se o *Sprint Planning* e cinco *Sprints Backlog*.

Na etapa de execução, a equipe realizou reuniões para acompanhar o progresso de desenvolvimento do projeto, conforme o *Scrum* sugere, entretanto optou-se por realizar reuniões semanais e não diárias. E realizou-se ainda a *Sprint Review* e a *Sprint Retrospective*, junto com as entregas de *releases*.

O projeto previa implementar XP em toda a etapa de codificação, porém devido a limitações de recursos humanos e período de desenvolvimento, algumas diretrivas não foram implementadas. Dentre elas, a codificação em pares e a definição de testes de unidade, antes da codificação. As diretrivas XP aplicadas, foram manter o cliente sempre disponível, com contatos presenciais e através de ambiente virtual, padronização dos códigos, disponibilizando os mesmos no item de configuração Documento Metamodelo, integração de uma codificação por vez, de maneira frequente utilizando o GitHub.

## 6. CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS DE TRABALHOS FUTUROS

Para manter os componentes organizados e gerenciáveis, tornam-se necessárias a documentação e o versionamento adequados. No que se refere a codificação, o projeto desenvolvido foi finalizado com um total de 11 *releases*. Desses *releases*, cinco corresponderam a entrega de um módulo do sistema enquanto os outros seis corresponderam a Solicitação de Alteração e/ou Mudança.

Aplicar o Controle de Versão e Alteração trouxe benefícios como maior independência para a equipe e maior segurança, visto que em caso de problema os diversos ICS podem ser retornados para versões anteriores. É importante a consciência de que o processo exige maturidade dos integrantes da equipe.

O método Ágil *Scrum* permitiu maior controle sobre o processo de desenvolvimento, através das entregas incrementais, possibilitando averiguar a funcionalidade das especificações determinadas pelo *Product Owner*. O XP foi eficiente, especialmente em relação às entregas incrementais, disponibilizadas para a equipe de desenvolvimento, para futuros desenvolvimentos, aplicando a codificação aos pares visando maior produtividade.

Para o processo de versionamento adotado nesse projeto, alguns aspectos identificados necessitam de melhorias, conforme apresentados na Tabela 1, e que se sugerem como perspectivas de trabalhos futuros.

Tabela 1. Propostas de melhoria ao processo de versionamento adotado

| Item | Atualmente  | Melhoria   |
|------|---|--|
| 01   | A nomenclatura dos itens de configuração de software se baseia, por vezes, na data de criação e no sistema de versionamento semântico. No documento metamodelo esse sistema é descrito para cada item, o que causa dúvida nos integrantes do projeto gerando erros na nomenclatura.         | Manter o sistema de versionamento alterando a forma de como as regras são descritas no ICS Documento Metamodelo. Uma solução é definir as regras como Seções e internamente inserir as informações dos documentos a que essas regras se aplicam. Além de facilitar a interpretação deve-se reduzir a documentação. |
| 02   | As regras de nomenclatura da codificação não se encontram padronizadas com as regras de nomenclatura aplicadas na documentação, em razão da necessidade de versionar as <i>baselines</i> .  | Para solucionar problemas existentes em virtude das alterações na forma de implementar o versionamento, uma solução é definir um membro da equipe como responsável pelo gerenciamento do repositório.  |
| 03   | A relação de dependência entre os itens de configuração de software utilizados é feita através do item de configuração Documento Metamodelo. Esse sistema não permite visualizar a relação entre as diferentes versões de um mesmo item, assim como não vincula ao versionamento semântico. | Aplicar na etapa de Identificação dos Itens de Configuração a implementação da etapa Definição de Relacionamentos de itens de Configuração de Software sugerida em Wazlawick (2013). A mesma deve permitir relacionar os itens de configuração de software entre si e entre o versionamento semântico do projeto   |
| 04   | Utilizam-se sugestões do Kanban para as Atas de Reunião com: tarefas a fazer, sendo realizadas e concluídas. Mas, têm-se dificuldades em vê-las.  | Manter a informação nos documentos de Atas de Reunião, mas adotar o uso de quadro para que o processo seja visualizado com maior facilidade.   |

## REFERÊNCIAS

- Balle, A.R., 2011. Análise de Metodologias Ágeis: Conceitos, Aplicações e Relatos sobre XP e Scrum. Trabalho de Conclusão em Ciência da Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.
- Beck, K. et al., 2000. *Manifesto for Agile Software Development*. Vol. 2003.
- Bissi, W., 2007. Scrum-Metodologia de Desenvolvimento Ágil. In: *Campo Dig.*, Campo Mourão, Vol.2, No.1, pp. 3-6.
- Cunha, J.R.D et al., 2004. Uma Abordagem para o processo de Gerenciamento de Configuração de Software. In: *Revista Eletrônica de Sistemas de Informação*, Vol.3, No1.
- Kniberg, H. and Skarin M., 2009. *Kanban e Scrum obtendo o melhor de ambos*.
- Palestino, C.M.C., 2015. *Estudo de Tecnologias de Controle de Versões de Software*. 72 p. Trabalho de Conclusão de Curso em Gestão da Informação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.
- Pressman, R.S., 2011. *Engenharia de Software – Uma abordagem Professional*. AMGH, 7ª Edição, São Paulo, Brasil.
- Preston-Werner, T. *Semantic Versioning 2.0.0*. Disponível em: <http://www.semver.org/>. Acesso em: 01 jul. 2016.
- Raemaekers, S et al., 2014. Semantic versioning versus breaking changes: A study of the Maven Repository. *4th IEEE International Working Conference on Source Code Analysis and Manipulation*. Victoria, Canada, pp. 28-29.
- Schwaber, K., 2002. *Agile Software Development with SCRUM*. Prentice Hall.
- Sommerville, I., 2003. *Engenharia de Software*. Addison-Wesley.
- Stellman, A. and Greene, J., 2014. *Learning agile: Understanding scrum, XP, lean, and kanban*. O Reilly Media, Inc.
- Teles, V. M., 2004. *Extreme Programming: aprenda como encantar seus usuários desenvolvendo software com agilidade e alta qualidade*. Novatec, São Paulo, Brasil.
- Vaz, M. C. S., 2014. *Especificação de um Framework para Rastreabilidade da Cadeia Produtiva de Grãos*. 87f. Dissertação de Mestrado em Computação Aplicada, Universidade Estadual de Ponta Grossa, PR, Brasil.
- Wazlawick R.S., 2013. *Engenharia de Software – Conceitos e Práticas*. Elsevier, Rio de Janeiro, Brasil.

# VOCÊ ACREDITA NA LEI DE CONWAY?

Diogo Adriel Lima Ferreira<sup>1</sup>, Adailton Magalhães Lima<sup>2</sup> e Rodrigo Quites Reis<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Especialização em Arquitetura de Software, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará

<sup>2</sup>Laboratório de Engenharia de Software, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará

Av Augusto Corrêa, 1 - Cidade Universitária Prof. José Silveira Netto - Belém - PA - Brasil

## RESUMO

O desenvolvimento de software é uma tarefa que envolve além do conhecimento técnico, habilidades gerenciais e conhecimento sobre questões sociais. O uso das técnicas e ferramentas adequadas é importante para o sucesso de um projeto de software, porém a capacidade de coordenar e trabalhar em equipe, alocar tarefas, entre outras atividades gerenciais, também determinam se o produto gerado terá qualidade. Melvin Conway afirmou em 1968 que toda organização de desenvolvimento de software está limitada a produzir sistemas de software que refletem a estrutura organizacional da empresa que o produziu. Esta afirmação ficou conhecida como Lei de Conway e obteve críticas positivas e negativas. Com o passar dos anos a forma de se construir software passou por uma série de mudanças, fugindo do contexto onde a Lei de Conway foi estabelecida originalmente e, portanto, pode não mais ser aplicável nos contextos atuais. Este trabalho contribui com uma pesquisa para entender como autores e profissionais da área de Engenharia de Software confirmam ou refutam a afirmação de Conway nos últimos anos.

## PALAVRAS-CHAVE

Lei de Conway, Desenvolvimento de software, Arquitetura de software, Estrutura organizacional, Comunicação.

## 1. INTRODUÇÃO

Construir software, ainda que ferramentas tenham sido criadas para facilitar esse processo, é uma tarefa que se torna mais complexa com o passar dos anos. Esta complexidade está ligada a vasta gama de aplicações que software pode ter e, de acordo com Sommerville (2015), as infraestruturas nacionais são controladas por sistemas baseados em computadores e a maioria dos produtos eletrônicos atuais incluem computador e controlador por software. A fabricação e distribuição industrial são totalmente automatizadas, assim ocorre com o sistema financeiro. Portanto, a Engenharia de Software é essencial para o funcionamento das sociedades nacionais e internacionais.

Investir em arquitetura de software é uma forma de investir na qualidade de software. De acordo com Pressman (2015), a arquitetura não é o software operacional, mas sim uma representação que permite: (1) analisar a efetividade do projeto no atendimento dos requisitos declarados, (2) considerar alternativas de arquitetura em um estágio quando realizar mudanças no projeto ainda é relativamente fácil, e (3) reduzir os riscos associados à construção do software. Porém, em uma organização desenvolvedora de software, a arquitetura não é empregada apenas no software propriamente dito pois frequentemente influencia também na forma como os integrantes desta empresa estão organizados para realizar suas tarefas.

Conway (1968) afirmou que as organizações desenvolvedoras de software estão limitadas a desenvolver projetos que sejam cópia da estrutura de comunicação da empresa. Posteriormente, esta afirmação se tornou, embora contestada por muitos estudiosos e profissionais de Engenharia de Software, conhecida como Lei de Conway (Wikipedia, 2016A).

Este artigo é organizado com segue. A seção 2 apresenta a justificativa para o estudo. A seção 3 descreve a fundamentação e os objetivos traçados para o estudo. A seção 4 descreve o estudo realizado. A seção 5 apresenta os resultados obtidos.

## 2. JUSTIFICATIVA

A Lei de Conway é uma afirmação ambiciosa que, caso seja reconhecidamente universal ou estabelecidos formalmente os contextos de sua aplicabilidade, facilitaria a organização de uma empresa e os resultados de seus projetos devido às vantagens técnicas e gerenciais que pode proporcionar. Alguns estudiosos e profissionais contestam a aplicabilidade desta afirmação, enquanto outros a consideram uma lei de fato. Se, por um lado, a afirmação ficou conhecida como uma "Lei", isto é, considerada verdadeira por muitos, por outro lado é uma afirmação antiga estabelecida em um contexto de desenvolvimento de software bem diferente do atual. Portanto, isto justifica o estudo aqui apresentado.

## 3. FUNDAMENTAÇÃO E OBJETIVO

Em 1967 Melvin Conway submeteu o artigo intitulado *"How do Committees Invent?"* à *Harvard Business Review* (HBR) onde fez a seguinte afirmação: "Qualquer empresa que projeta um sistema (definição mais ampla aqui do que apenas sistemas de informação) irá inevitavelmente produzir um projeto cuja estrutura é uma cópia da estrutura de comunicação da organização", em uma tradução livre da citação original.

Este trabalho foi rejeitado pela HBR alegando falta de provas para a sua afirmação. O mesmo trabalho foi, posteriormente, submetido à *Datamation* e então foi publicado em (Conway, 1968).

A afirmação de Conway acabou por ser apoiada - mesmo que indiretamente - em estudos de outros autores, como Curtis (1988), que afirma que ocasionalmente, o particionamento (de componentes de software) é baseado não somente na conectividade lógica entre os componentes, mas também sobre a conectividade social entre os funcionários. Esta afirmação mostra que, assim como Conway, Curtis também concorda que a organização social de uma empresa também reflete na organização técnica do software produzido por ela.

A figura 1 ilustra as forças negativas existentes no contexto de desenvolvimento de software que podem ser minimizadas através da Lei de Conway.

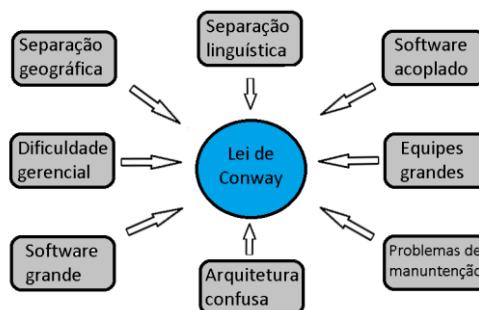


Figura 1. Forças negativas minimizadas através da Lei de Conway

Cataldo e Herbsleb (2008) afirmam que recente evidência empírica (o estudo não apresenta mais informações sobre esta evidência empírica) indica que a relação entre a estrutura do produto (arquitetura de software) e estrutura de tarefa (estrutura organizacional) não é tão simples como anteriormente se pensava. Afirram também que promover a comunicação mínima entre as equipes responsáveis por módulos interdependentes é algo problemático e aumenta problemas de integração.

O trabalho de Bailey *et al* (2013) é uma revisão sistemática da literatura sobre a Lei de Conway, indicando que este assunto ainda é pesquisado e estudado.

O trabalho aqui apresentado objetiva avaliar o que hoje os pesquisadores e praticantes da Engenharia de Software dizem sobre Lei de Conway. Para isto foi escolhido um período de dez anos para a coleta destes posicionamentos, se diferenciando do trabalho de Bailey *et al* por englobar manifestações de estudiosos obtidas através de fontes informais, como apresentado a seguir.

## 4. DESCRIÇÃO DO ESTUDO REALIZADO

O cerne deste artigo consiste em um estudo bibliográfico que foi executado em três etapas principais: 1) pesquisa *ad-hoc* por estudos relacionados à Lei de Conway, 2) seleção de estudos recuperados, e 3) leitura e extração de dados relevantes para o trabalho.

A pesquisa foi realizada em três fontes principais: duas fontes científicas e uma fonte informal. A ideia desta divisão foi buscar contribuições acadêmico-científicas (oriundas das fontes científicas) e contribuições de profissionais da área (provenientes de uma fonte informal). As fontes científicas foram: IEEE Explore (2016) e a *Digital Library* da ACM (2016). A fonte informal foi a máquina de busca de propósito geral do Google (<https://www.google.com>). A ideia do uso do Google foi para recuperar itens da literatura cinza (*gray literature* - Wikipedia, 2016b) a fim de se obter informações da prática da indústria, como complemento às referências acadêmico-científicas.

Nas três fontes foi usada a *String* de busca “Conway’s Law” os resultados foram filtrados para os últimos dez anos, mais especificamente, do dia 01 de janeiro de 2006 até o dia 31 de dezembro de 2015. Este escopo de tempo foi escolhido após outras pesquisas com um período menor fornecerem um número reduzido de resultados. O que determina o escopo de tempo utilizado seria que pelo menos duas das três fontes escolhidas retornassem mais de dez resultados, e este número foi atingido com a pesquisa sendo restringida para os últimos dez anos (completos). O ano de 2016 não entrou no escopo de estudo do trabalho porque, das três fontes escolhidas, só haviam textos na pesquisa pelo Google. Como resultados da pesquisa foram recuperados: seis textos pela ACM, doze pela pesquisa no Google e doze pelo IEEE Explore. No Google, o número de resultados foi muito superior a doze. Este valor foi escolhido como limite baseando-se na fonte com maior numero de resultados recuperados depois do Google, a fonte IEEE Explore.

### 4.1 Seleção de Estudos Recuperados

A seleção dos estudos recuperados através da pesquisa nas fontes citadas se deu através da leitura de cada artigo, onde foram analisados o título, *Abstract*, *Keywords* e até a introdução dos artigos a procura de afirmações e sobre a Lei de Conway. Estudos iguais recuperados de bases diferentes foram levados em consideração apenas o analisado por primeiro - esta ordem é apresentada a seguir.

### 4.2 Utilização dos Estudos Selecionados

Na leitura integral dos artigos selecionados nem todos apresentaram as informações esperadas (aplicações/reflexões sobre Lei de Conway). Da ACM, dos seis estudos selecionados, quatro apresentaram contribuições. Do Google, dos doze resultados selecionados, oito apresentaram contribuições. Do IEEE Explore, dos onze estudos selecionados, sete apresentaram contribuições.

## 5. APLICAÇÕES E REFLEXÕES SOBRE A LEI DE CONWAY

A seção intitulada Referências dos Estudos Recuperados relaciona os itens citados especificamente nesta seção, indicando ao final - entre parênteses - a origem da referência (i.e., ACM, IEEE ou Google).

### 5.1 ACM

Esta seção reúne as reflexões a respeito da Lei de Conway em trabalhos selecionados na fonte ACM e podem ser observadas nos parágrafos a seguir.

No contexto de alocação de tarefas em ambientes distribuídos, Salma Imtiaz (2012) cita a Lei de Conway na afirmação que a arquitetura de um produto deve estar de acordo com a arquitetura da organização que o projetou, o que resultaria em uma menor necessidade de comunicação, coordenação e desenvolvimento em locais distribuídos.

Jongdae Han e Woosung Jung (2014) afirmam que, por vezes, a influência da Lei de Conway no contexto de desenvolvimento de software está diminuindo, como por exemplo no desenvolvimento ágil de software.

Ainda assim, apresentam uma abordagem baseada na Lei de Conway e assumem que um par de desenvolvedores que compartilham os mesmos interesses têm uma maior necessidade de estabelecer um canal de comunicação. Propuseram o CF (*Commodification factor*), uma métrica baseada na Lei de Conway para medir a necessidade de comunicação entre desenvolvedores.

Em um relatório que resume o *2nd International Workshop on Replication in Empirical Software Engineering Research* (RESER 2011), Krein et al (2012) afirma que, no que diz respeito a um sistema de software, a percepção dos desenvolvedores sobre a composição final da equipe de desenvolvimento (pode) afetar a arquitetura do sistema resultante mais do que a composição real da equipe de projeto. Relata também evidências (apresentadas no artigo de Charles Knutson, no referido *Workshop*) que a Lei de Conway é mais complexa do que as formulações da época expressavam, e o estudo apela para repetições adicionais e mais completas para explorar as nuances do fenômeno de Conway.

Boer e Vliet (2009) afirmam que obtiveram resultados que sugerem que o processo de desenvolvimento da organização pode também ser espelhado, reproduzindo características dos processos de negócio adotados pela organização. Assim, o processo de desenvolvimento adotado pode ter implicações para efetividade com que o conhecimento sobre o desenvolvimento pode ser compartilhado através da documentação de software.

## 5.2 Google

Esta seção reúne as reflexões sobre a Lei de Conway em resultados selecionados da pesquisa com a máquina de busca de propósito geral do Google. As reflexões seguem adiante.

Pritchett (2010) diz que prefere olhar a Lei de Conway por um ângulo diferente do que se comumente se discute, isto é, começando pela arquitetura do sistema e, em seguida, a organização. Na opinião do Pritchett não se trata de uma atitude típica a ideia que primeiramente um desenvolvedor crie uma arquitetura e diagramas de componentes e, somente em seguida, haja a definição da estrutura organizacional para elaborar e implementar esta arquitetura. Ainda de acordo com Pritchett, pode-se iniciar com uma pequena equipe sênior para se concentrar em determinar a arquitetura de componentes para o sistema e, a partir daí, se pode criar a organização para entregar esta arquitetura. As interfaces definidas para os componentes de software tornam-se, neste caso, os limites naturais de comunicação da equipe.

Allan Kelly (2013) apresenta, em seu *blog*, um exemplo ilustrativo: se uma equipe de desenvolvimento é formada por um especialista em banco de dados SQL, um desenvolvedor JavaScript/CSS e um desenvolvedor C#, estes invariavelmente irão desenvolver um sistema com três camadas: um banco de dados com *stored procedures*, uma camada intermediária de negócios, e uma camada de interface com o usuário. Este projeto arquitetural será aplicado, independentemente se for bom ou não.

Allan Kelly fornece também com um exemplo de desenhos infantis numa situação onde super-heróis precisam resgatar alguém: O Superman diz: “Eu posso usar minha super-força para levantar as pedras de gelo e jogá-las fora do caminho”, enquanto o Fireman diz “Eu posso meu hábito de fogo para derreter o gelo” e, por fim, Drillerman diz “Eu posso usar minhas mãos de broca para fazer um túnel de resgate”. Uma vez adicionados à equipe, cada especialista encontraria uma forma de utilizar seus superpoderes. Para uma equipe desenvolvedora de software isto pode levar a uma arquitetura ruim resultando em projetos complicados e módulos com funcionalidades redundantes e/ou sobrepostas. Com esta analogia o autor sugere que para alcançar um único objetivo, permitir que cada especialista trabalhe da sua forma usando suas habilidades concorrentemente pode resultar em uma arquitetura ruim. Melhor seria se cada especialista, com suas formas diferentes de resolver um problema, trabalhasse em módulos distintos.

Phil Haack (2013) afirma em seu *blog* que a Lei de Conway passiva, isto é, uma observação de como as estruturas de software tendem a seguir as estruturas sociais. Então, se deve passar de observador para participante ativo e mudar as estruturas organizacionais para coincidir com a arquitetura que se quer projetar. No blog ele cita um *tweet* de Sara Mei (@sarahmei) que diz: “A lei de Conway atualizada pela @jesse\_toth: Devemos modelar nossas equipes e nossas estruturas de comunicação após definir a arquitetura que queremos” (em uma tradução livre).

Jim Bird (2012) diz que, na sua interpretação, um sistema de software cuja estrutura se assemelha a estrutura de comunicação da sua organização funciona “melhor” (definido em termos gerais) do que um subsistema que a estrutura é diferente da estrutura de comunicação da organização. Diz que, a Lei de Conway argumenta contra a “Propriedade coletiva do código” (*Collective Code Ownership*), um dos princípios da Programação Extrema (*Extreme Programming - XP*) (Kent Beck, 2004), onde todos podem e devem

trabalhar em qualquer parte do código a qualquer momento. Bird menciona ainda um estudo da Microsoft (mais informações sobre este estudo não estão disponíveis no texto) descobriu que nos projetos onde desenvolvedores de diferentes partes da organização trabalham no mesmo código, acontecem mais erros. Portanto, é melhor ter uma equipe que possui um pedaço de código, ou pelo menos, agir como um guardião e rever todas as alterações. O trabalho é melhor quando realizado pelas pessoas que mais entendem do código. As lições da Lei de Conway são, ainda de acordo com Bird, que os desenvolvedores devem atrasar a tomada de decisão sobre a estrutura organizacional até que sejam compreendidas as relações de arquitetura em um sistema, e é necessário reorganizar a equipe às mudanças de arquitetura ao longo do tempo. Por fim, afirma que a aplicação da Lei de Conway para equipes pequenas, especialmente equipes ágeis trabalhando juntas e em contato constante, é efetivamente irrelevante.

Seal (2008) afirma que as interfaces internas entre equipes muitas vezes não são levadas tão a sério como deveriam ser. Supõe-se que as pessoas vão se comunicar, resolver seus problemas e tudo irá dar certo no final. Segundo Seal mesmo com a maior boa vontade do mundo, nem todos os desenvolvedores são capazes de conciliar as diversas demandas colocadas sobre eles. Afirma ainda, que um projeto adequado pode aliviar as tensões e permitir uma comunicação eficaz no desenvolvimento. Prosseguindo, afirma que a Lei de Conway deve ajudar a manter o foco que o projeto é importante durante o desenvolvimento do produto, e não tem tanta importância quando o produto final está sendo executado.

A versão em inglês da Wikipédia (2016) diz que a Lei de Conway foi concebida através de uma observação sociológica válida, embora às vezes não seja levada a sério. Nigel Bevan é citado, através da afirmação que “as organizações, muitas vezes produzem *sites* com conteúdo e estrutura que espelham as preocupações internas da organização, em vez de as necessidades dos usuários do site”. O texto da Wikipedia (2016) informa que comprovações de apoio da Lei de Conway foram publicadas por uma equipe de pesquisadores do MIT e da Harvard Business School (2011), que encontrou “fortes evidências para apoiar a hipótese do espelhamento”, e que “diferenças significativas na modularidade eram consistentes com a visão de que as equipes distribuídas tendem a desenvolver mais produtos modulares”.

Daniel Pope (2014) fala sobre uma abordagem um pouco menos radical que é a tentativa de criar canais de comunicação fortes e fixos entre as equipes. Cita que a empresa Spotify, por exemplo, agrupa as suas equipes de desenvolvimento para estimular a colaboração além das fronteiras da equipe em questões específicas, habilidades ou disciplinas. Aparentemente pode-se passar, também, pela Lei de Conway não necessariamente melhorando a comunicação entre as equipes, mas assegurando que a equipe esteja estruturada para corresponder a arquitetura do produto que se deseja produzir. Pope cita também um memorando que vazou de um ex-funcionário da Amazon, que contrasta a estrutura da Amazon com a da Google, mencionando uma determinação de Jeff Bezos que: Todas as equipes passarão a expor seus dados e funcionalidades através de interfaces de serviço. [...] As equipes devem comunicar entre si através destas interfaces (em uma tradução livre).

Sam Newman (2015) fornece o exemplo que os projetos da Netflix e a Amazon estruturam-se em torno de várias pequenas equipes, cada uma com a responsabilidade de uma pequena parte de todo o sistema. Estas equipes independentes podem ter autoridade sobre todo o ciclo de vida dos serviços que criam, o que resulta em um maior grau de autonomia em comparação com as equipes maiores com códigos-base monolíticos. Newman diz também que estas equipes com suas preocupações independentes podem mudar e evoluir independentemente umas das outras resultando no atendimento mais rápido a mudanças. Se essas organizações adotassem equipes maiores, os sistemas monolíticos maiores que surgiriam como resultado não alcançariam a mesma capacidade de experimentar, se adaptar, e finalmente, manter seus clientes satisfeitos.

### 5.3 IEEE Explore

Esta seção reúne as reflexões a respeito da Lei de Conway em trabalhos selecionados na fonte IEEE Explore.

Betz et al (2013) citam Baldwin e Clark, que dizem que a Lei de Conway foi complementada com a adição de uma direção de causalidade. Não só a arquitetura de software corresponde à estrutura organizacional, mas também a estrutura organizacional também reflete a arquitetura de software. Apresentam também a definição de congruência sócio técnica (definida por Cataldo e Herbsleb, 2008) como sendo o alinhamento entre as necessidades de coordenação retiradas das dependências técnicas entre as tarefas e as atividades de coordenação realizadas pelos engenheiros. Cataldo e Herbsleb, além da definição anterior, fornecem evidências que a congruência sócio técnica sobre o nível de tarefas possui um impacto positivo na

produtividade de desenvolvimento de software. O artigo de Betz et al cita também um estudo de vários casos com várias empresas de tecnologia onde a maioria dos entrevistados declarou que a organização de sua empresa é muitas vezes espelhada na arquitetura do sistema e vice-versa. Tal congruência sócio técnica foi importante para facilitar a integração e validação de software e definir as interfaces entre as unidades organizacionais.

Imtiaz (2012) afirma que através da Lei de Conway haveria uma menor necessidade de comunicação e coordenação além de permitir desenvolvimento independente em locais distribuídos. Em vez de se trabalhar em facilitar a comunicação e coordenação entre equipes distribuídas através de ferramentas, abordagens, entre outras, se trabalha no sentido de se minimizar a necessidade de comunicação através da alocação eficaz de tarefas. As equipes de desenvolvimento distribuído não são apenas separadas pela distância geográfica, mas também são separadas por fronteiras culturais, temporais e organizacionais, ocasionando uma diminuição da capacidade de coordenação. Por fim, Imtiaz afirma que um desafio que persiste consiste em definir como se chegar ao ajuste entre arquitetura organizacional e arquitetura de produto.

Kwan et al (2012) falam que pesquisadores (não citados) mostram que o alinhamento entre as estruturas técnicas e organizacionais melhora a produtividade e a qualidade do produto no desenvolvimento de sistemas físicos. No entanto, os benefícios da Lei de Conway em projetos de software são menos claros. Muitos estudos de projeto de software (incluindo o de Kwan) identificaram a existência deste alinhamento sócio técnico. No entanto, uma recente revisão interdisciplinar da hipótese de espelhamento de produtos descobriu que muitos projetos de desenvolvimento de software carecem de um significativo alinhamento. Além disso, Kwan et al não encontraram evidência que a falta de alinhamento entre os produtos e as estruturas organizacionais foi prejudicial para estes projetos. Em uma resposta curta, Kwan et al afirmam que: Sim, a Lei de Conway ainda é importante. Em algumas situações, ainda de acordo com Kwan et al, a arquitetura de software pode trabalhar em favor da organização como um mecanismo de coordenação, mas não se sabe de alguma evidência que sugira benefícios em todo o projeto, tais como uma melhor produtividade ou qualidade.

Burton et al (2011) dizem que a Lei de Conway é bem conhecida, mas não necessariamente bem estabelecida em resultados de pesquisas. Afirmam que a Lei de Conway mostra-se mais visível em contextos de dispersão geográfica, talvez porque os canais de comunicação em ambientes geograficamente distribuídos são mais evidentes. Citam um estudo (Amrit, 2004 e Valetto, 2007) que tenta elucidar a Lei de Conway através da construção de gráficos de rede social, tanto do grupo de desenvolvimento e sua arquitetura de produto resultante e depois calcular a congruência entre os dois gráficos. Além disso, Herbsleb e Mockus são citados pela proposta de uma teoria de coordenação que podem ser usados em testes empíricos para definir precisamente os fenômenos relevantes e gerar uma tentativa de formalização para a Lei de Conway.

Han et al. (2009) dizem que as métricas NOC (*Number Of Commitments*) e CL (*Commodification Factor*) permitem calcular o custo de comunicação, o qual atua como um fator para estimar o custo de desenvolvimento de software. Software com maior custo de comunicação significa que a organização de desenvolvimento não fornece canais de comunicação apropriados para as equipes. O texto assim afirma que a desobediência à Lei de Conway possivelmente faz com que o software resultante não seja confiável.

Blatter et al (2013) citam Endres e Rombach (2003), que afirmam que a Lei de Conway é válida no contexto em que o desenvolvimento do sistema é mais um problema de comunicação do que um problema técnico. Endres e Rombach afirmam ainda que encontraram muitas confirmações da Lei de Conway durante suas carreiras na indústria. No entanto, apesar da confiante afirmação da validade da lei de Conway, o livro cita apenas duas fontes não-anedóticas (Endres, 1975, e Herbsleb, 1999) como comprovação de apoio à Conway. Em geral, Blatter et al não argumentam contrariamente à Lei de Conway, pois dizem que a literatura fornece evidências observacionais suficientes para convencer que algum tipo de fenômeno Conway ocorre. O problema, ainda de acordo com Blatter et al, é que se sabe muito pouco sobre como o fenômeno realmente funciona na prática. Afirmam ainda que a Lei de Conway seria mais fortemente representada por uma topologia em estrela, embora nada menos do que uma arquitetura totalmente conectada também iria confirmar parcialmente a lei de Conway.

Por fim, Santana et al (2013), diz que foi possível observar que os resultados encontrados em seu estudo foram apenas parcialmente confirmados pela Lei de Conway. No seu estudo não foi encontrada evidência que a estrutura de comunicação organizacional seja o principal fator que afeta o projeto do sistema, mas a própria estrutura de comunicação. Os resultados obtidos mostraram que o uso de estruturas de comunicação diferentes resultou em projetos completamente diferentes. Desta forma, a Lei de Conway foi parcialmente confirmada no sentido da existência de uma influência da estrutura organizacional de comunicação sobre a

arquitetura do sistema. No estudo de Santana et al foi feita ainda uma comparação entre um desenvolvimento ágil com Scrum e o outro seguindo a Lei de Conway. Uma das surpresas citadas no resultado foi: a ausência de problemas de integração significativos no desenvolvimento que seguia a Lei de Conway. Santana et al estavam esperando que a segunda equipe tivesse mais problemas devido à sua falta de comunicação para resolver problemas e tomar decisões sobre a interface de seus módulos.

## 6. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo coletar e analisar o que a literatura recente possui em relação a Lei de Conway. O formato do trabalho, abrangendo resultados provenientes de fontes não científicas, contribui para uma avaliação mais abrangente do que se entende por Lei de Conway no período pesquisado, se diferenciando de uma revisão sistemática da literatura onde apenas fontes científicas são analisadas com mais profundidade. O trabalho encontrou limitação na própria forma de pesquisa, que não visou coletar os trabalhos mais renomados sobre o assunto, mas sim as afirmações mais atuais e, desta forma, a qualidade dos estudos não é garantida. Outra limitação se refere a este trabalho apenas relacionar as reflexões existentes na literatura recente, não procurando confirmá-las na prática.

Vários foram os posicionamentos dos autores consultados e muitos deles são divergentes entre si. Muitos autores confiam na existência de algum fenômeno em volta da afirmação de Conway. Outros autores não descartam a validade da lei, porém apontam a falta de confirmação do fenômeno na prática, o que poderia por sua confiabilidade em risco. Durante a análise dos estudos recuperados, porém, foi perceptível que uma grande parte dos autores indicam o uso da lei para ambientes de desenvolvimento distribuído de software, onde a comunicação é mais precária por conta de fronteiras, além de geográfica, como linguísticas e culturais, por exemplo. Nesses ambientes, a modularização do software é muitas vezes indicada em uma equipe inevitavelmente separada. Neste caso, pode-se observar o cumprimento da Lei de Conway mais claramente.

Por fim, é importante lembrar que existem diversas formas de se desenvolver software, tanto em relação às questões técnicas como questões sociais, e cada uma tem seu valor e é indicada para um contexto. A Lei Conway é uma afirmação que diz existir relação entre a forma que a equipe se organiza para realizar uma tarefa e a arquitetura do produto. Desta forma, indica-se o uso desta afirmação com equipes maiores, onde a gestão de comunicação entre os membros seja uma tarefa custosa. Em equipes menores, onde se pode utilizar algum método ágil, a organização da equipe de acordo com Lei de Conway aparentemente não é necessária, já que a comunicação não só é mais fácil como é encorajada pela própria filosofia dos métodos ágeis. Portanto, se deve adotar alguma metodologia que corresponda a realidade e aos objetivos da organização.

## REFERÊNCIAS

- ACM, 2016. ACM Digital Library (<http://www.acm.org/dl>).
- Bailey S. et al, 2013, A Decade of Conway's Law: A literature review from 2003-2012. *Proceedings of the 3rd International Workshop on Replication in Empirical Software Engineering Research (RESER '13)*. Washington, EUA, pp. 1-14.
- Beck, K., 2004. *Extreme Programming Explained: Embrace Change*. Pearson Education, Addison-Wesley Longman Publishing Co., EUA.
- Bets, S., et al, 2013. An Evolutionary Perspective on Socio-Technical Congruence: The Rubber Band Effect. *Proceedings of the 3rd International Workshop on Replication in Empirical Software Engineering Research (RESER)*. Karlskrona, Suécia, pp. 15-24. (IEEE)
- Bird, J., 2012. Building Real Software - Should you care about Conway's Law. Acessível em: <http://swreflections.blogspot.com.br/2012/10/should-you-care-about-conways-law.html>. Acessado em: agosto de 2016. (Google)
- Blatter, K., et al, 2013. Impact of Communication Structure on System Design- Towards a Controlled Test of Conway's Law. *Proceedings of the 3rd International Workshop on Replication in Empirical Software Engineering Research (RESER)*. Provo, EUA, pp. 25-33. (IEEE)

- Burton, S., et al, 2011. Design Team Perception of Development Team Composition: Implications for Conway's Law. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Replication in Empirical Software Engineering Research (RESER)*. Provo, EUA, pp. 52-60. (IEEE)
- Cataldo, M. e Herbsleb, J. D., 2008. Communication patterns in geographically distributed software development and engineers' contributions to the development effort. *Proceedings of the International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering*. Lípsia, Alemanha, pp. 25-28.
- Conway, M. Conway's Law, 1968. *Datamation*. Vol 14, Núm 4, p.28-31. Acessível em: [http://www.melconway.com/Home/Conways\\_Law.html](http://www.melconway.com/Home/Conways_Law.html) (acessado em agosto de 2016).
- Curtis, B, 1988. A field study of the software design process for large systems. *Communications of the ACM*. Vol. 31, No. 11, pp. 1268-1287.
- De Boer, R., Vliet, H., 2009. Writing and Reading Software Documentation- How the Development Process may Affect Understanding. *Proceedings of the 2009 ICSE Workshop on Cooperative and Human Aspects on Software Engineering (CHASE '09)*. Washington, EUA, pp. 40-47. (ACM)
- Haack, P., 2013. Applying Conway's Law - You've Been Hacked. Acessível em: <http://haacked.com/archive/2013/05/13/applying-conways-law.aspx/>. Acessado em: agosto de 2016. (Google)
- Han, J., et al, 2009. Extracting Development Organization from Open Source Software. *Proceedings of the Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC '09)*. Seul, Coreia, pp. 441-448. (IEEE)
- Han, J., Jung, W., 2014. Extracting communication structure of a development organization from a software repository. *Personal and Ubiquitous Computing*. Vol.18, No. 6, pp. 1413-1421. (ACM)
- IEEE. IEEE Explore. Acessível em <http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>.
- Imtiaz, S., 2012, Architectural Task Allocation in Distributed Environment: A Traceability Perspective. *Proceedings of the 34th International Conference on Software Engineering (ICSE '12)*. Zurique, Suíça, pp. 1515-1518. (ACM)
- Kelly, A, 2013. allan's blog - @allankellynet - Agile, Lean, Patterns. Conway's Law v. Software Architecture. Acessível em: <http://allankelly.blogspot.com.br/2013/03/conway-law-v-software-architecture.html>. Acessado em: agosto de 2016. (Google)
- Krein, J. et al, 2012. Report from the 2nd International Workshop on Replication in Empirical Software Engineering Research (RESER 2011). *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*. Vol. 37, No. 1, pp. 27-30. (ACM)
- Kwan, I., et al, 2011. Conway's Law Revisited- The Evidence for a Task-Based Perspective. *IEEE Software*. Vol. 29, No. 1, pp. 90-93. (IEEE)
- Mei, S., 2013. Twitter do usuário @sarahmei. 12 de maio de 2013, 10:36. Acessível em: <https://twitter.com/sarahmei/status/333636839451795456>. (Google)
- Newman, S., 2015. Desmistificando a Lei de Conway - ThoughtWorks. Acessível em: <https://www.thoughtworks.com/pt/insights/blog/demystifying-conways-law>. Acessado em: agosto de 2016. (Google)
- Pope, D., 2014. Design your organisation for Conway's Law - Mauveweb. Acessível em: <http://mauveweb.co.uk/posts/2014/06/design-your-org-for-conways-law.html>. Acessado em: agosto de 2016. (Google)
- Pressman, R. e Maxim, B., 2015. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. 8th edition. McGraw Hill, EUA.
- Pritchet, T., 2010. Adding Simplicity - An Engineering Mantra. Conway's Law. Acessível em: [http://www.addsimplicity.com/adding\\_simplicity\\_an\\_engi/2010/11/conways-law.html](http://www.addsimplicity.com/adding_simplicity_an_engi/2010/11/conways-law.html). Acessado em: agosto de 2016. (Google)
- Santana, A., et al, 2013. Relationships between communication structure and software architecture - An empirical investigation of the Conway's Law at the Federal University of Pernambuco. *Proceedings of the 3rd International Workshop on Replication in Empirical Software Engineering Research (RESER)*. Pernambuco, Brasil, pp. 34-42. (IEEE)
- Seal, K., 2008. Conway's Law - Coding the Architecture. Acessível em: [http://www.codingthearchitecture.com/2008/12/07/conways\\_law.html](http://www.codingthearchitecture.com/2008/12/07/conways_law.html). Acessado em: agosto de 2016. (Google)
- Sommerville, I., 2015. *Software Engineering*. Pearson Education, Inc., publishing as Addison-Wesley, EUA.
- Wikipedia, 2016A. *Conway's Law*. Acessível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/Conway%27s\\_law](https://en.wikipedia.org/wiki/Conway%27s_law).
- Wikipedia, 2016B. *Grey literature*. Acessível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/Grey\\_literature](https://en.wikipedia.org/wiki/Grey_literature).
- Wikipedia. Conway's law - Wikipedia, the free encyclopedia. Acessível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/Conway%27s\\_law](https://en.wikipedia.org/wiki/Conway%27s_law). Acessado em: agosto de 2016. (Google)

# HONEYHASHES E HONEYTICKETS

Fabio Luiz da Rocha Moraes<sup>1</sup>, Robson de Oliveira Albuquerque<sup>2</sup>, Flávio Elias Gomes de Deus<sup>2</sup>  
e Rafael Timóteo de Sousa Júnior<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Instituto de Criminalística (IC), Polícia Civil do Distrito Federal (PCDF)*

*SPO, Conjunto A, Lote 23, Complexo da PCDF, Ed. Sede - 70.610-907 - Brasília - DF - Brasil*

<sup>2</sup>*Departamento de Engenharia Elétrica (ENE), Universidade de Brasília (UNB)*

*Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte - 70910-900 - Brasília - DF - Brasil*

## RESUMO

O roubo de credenciais é considerado ser uma parte em um evento de ataques, evasão de dados ou incidentes com um escopo maior. Por cerca de 18 anos ataques do tipo Pass-the-Hash são conhecidos no ambiente de Rede Windows. Mesmo após anos, a detecção de ataques Pass-the-Hash e Pass-the-Ticket ainda constitui um desafio. Para endereçar esse problema este trabalho estudou duas linhas de detecção. A primeira é a detecção de anomalia e a segunda é a detecção de *honeytokens*. Adicionalmente, este trabalho testou uma ferramenta chamada DCEPT que usa *honeytokens* para a detecção de credenciais roubadas da memória de computadores e analisa os detalhes internos de funcionamento dela. Os achados são discutidos e uma arquitetura de uma ferramenta para detecção de Pass-the-Hash e Pass-the-Ticket é proposta.

## PALAVRAS-CHAVE

Active Directory, Kerberos, Pass-the-Hash, Pass-the-Ticket, Honeytoken, DCEPT

## 1. INTRODUÇÃO

Considere o seguinte cenário. Um atacante explora uma vulnerabilidade em um computador participante de um Domínio Windows e obtém privilégios de sistema nesse único computador. O intruso extrai credenciais de administrador do domínio da memória desse computador comprometido e usa essas credenciais para acessar recursos na rede da organização. Essa história é um exemplo de como um único computador pode comprometer toda uma rede Windows. De acordo com a empresa Verizon (2016), 63% de violação de dados confirmadas envolveram a obtenção de senhas fracas, padrão ou usurpadas. O furto de credenciais é usado em muitos padrões de incidentes, de infecção de malware a ataques altamente direcionados como os coordenados por uma Ameaça Persistente Avançada (APT) (Foster, 2014).

O protocolo usado como padrão para prover autenticação mútua em Redes Windows é o Kerberos (Neuman *et al.*, 2005). A fundação do protocolo Kerberos é usar uma chave simétrica, conhecida por ambas as partes na comunicação (senha do usuário), para estabelecer uma chave de sessão e autenticar ambas as partes. A chave de sessão é utilizada para criptografar mensagens trocadas. Isto é feito por meio de um serviço no controlador de domínio chamado *Kerberos Distribution Center – KDC* – (Centro de Distribuição Kerberos), que também é responsável pela distribuição de tíquetes para permitir que usuários acessem recursos e serviços na rede.

Domínios *Active Directory* (AD) do Windows têm sido marcados por anos por ataques do tipo Pass-the-Hash (PtH) e Pass-the-Ticket (PtT). Ataques PtH têm sua existência conhecida pelo menos desde 1997 (Bashar, 2010; SecurityFocus, 1997). PtH são técnicas de ataque onde um atacante utiliza um *hash* de senha como um equivalente da senha para personificar o usuário portador da senha e acessar recursos permitidos a ele. De forma similar ao PtH, na técnica PtT um atacante também personifica um usuário, mas ao invés de usar um *hash* de senha o atacante utiliza um tíquete do Kerberos, gerado pelo KDC ou forjado. O tíquete pode ser válido por um período de tempo pré-estabelecido, como 10 horas (validade padrão para tíquetes de usuários e serviços) (Microsoft Corporation, 2002), ou o atacante pode ser capaz de gerar tíquetes para quaisquer serviços (caso conhecido como *golden tickets*), dependendo do *hash* obtido ou nível de infiltração (Exorcyst, 2014; Pilkington, 2014).

Até 2016 duas abordagens eram comuns para tratar o problema, sendo a primeira a implantação de mecanismos de mitigação (Jungles *et al.*, 2012) e a segunda mecanismos de detecção. Os mecanismos de mitigação visam principalmente duas coisas: 1) minimizar o acesso de um atacante a credenciais; e 2) uma vez que o atacante tenha obtido credenciais limitar o escopo de uso delas. Os mecanismos de detecção envolvem a análise de registros de eventos do Windows (*Windows Event Logs*), geralmente usando duas técnicas: 1) uma assinatura de um ou mais eventos que possam indicar um ataque; 2) identificação de perfis em conjunto com uma técnica de classificação, para se conseguir uma detecção de anomalia. Em março de 2016 foi lançada uma ferramenta, como prova de conceito, que usa uma abordagem de detecção diferente da análise de registros. Ela se baseia no uso de *honeytokens* de senhas para detectar atacantes. Essa ferramenta é chamada DCEPT, um acrônimo para *Domain Controller Enticing Password Tripwire* (Stewart and Betke, 2016). Ela gera senhas forjadas, as armazena em uma base de dados em um servidor, as coloca na memória de estações de trabalho Windows e monitora o tráfego do Controlador de Domínio (*Domain Controller – DC*) esperando detectar um desses *honeytokens* gerados para disparar um alarme. Apesar de o uso de *honeytokens* não ser novo não existem trabalhos que utilizam tal técnica para a detecção de ataques PtH e PtT em Redes Windows, com exceção da ferramenta DCEPT.

Este trabalho estuda o DCEPT e suas funcionalidades. Um configuração com máquinas virtuais composta por um controlador de domínio, uma estação de trabalho cliente e um servidor DCEPT é montada para avaliar como a ferramenta DCEPT se comporta contra ataques PtH e PtT. Algumas descobertas e análises do experimento são discutidas. Uma arquitetura baseada nas observações é proposta para endereçar ataques PtT. É assumido um cenário de pós-exploração em que um atacante já obteve privilégios elevados em uma estação de trabalho cliente de um Domínio Windows. As principais contribuições desse trabalho são introduzir o conceito da utilização de *honeyhashes* (no lugar de *honeywords*) e *honeytickets* no ambiente de Rede Windows e propor uma arquitetura para ferramentas que usam *honeyhashes* e *honeytickets* e que possam ser integradas com outras ferramentas que utilizam técnicas de detecção de anomalias.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Para o correto entendimento de ataques do tipo PtH e PtT é importante revisar alguns conceitos na literatura, entre eles, o funcionamento básico do protocolo Kerberos e a troca de mensagens correspondentes.

### 2.1 Kerberos

O Serviço de Autenticação de Rede Kerberos (versão 5) é descrito pela RFC 4120 (Neuman *et al.*, 2005). Ele é um protocolo para prover autenticação mútua entre duas partes em uma conversa. Ele usa o conhecimento prévio de uma chave simétrica (senha) como base para identificar participantes. Brevemente, um cliente se autentica em um Serviço de Autenticação (*Authentication Service – AS*), que é um dos dois serviços que compõem o Serviço de Centro de Distribuição Kerberos (*Kerberos Distribution Center – KDC*). O outro serviço componente do KDC é o Serviço de Concessão de Tíquetes (*Ticket Granting Service – TGS*). Após a autenticação o cliente recebe um Tíquete de Concessão de Tíquetes (*Ticket Granting Ticket – TGT*), que será usado para requisitar ao TGS outros tíquetes para acessar recursos na rede, como um compartilhamento ou uma impressora. A implementação da Microsoft inclui extensões para prover informações de autorização adicionais como participação em grupos, informação de *logon* interativo e níveis de integridade.

#### 2.1.1 Troca de Mensagens

Resumidamente, são 3 os principais conjuntos de trocas de mensagens do cliente: 1) com o AS; 2) com o TGS; e 3) com algum dos serviços de aplicação. Ignorando as possíveis mensagens de erro, no tocante ao protocolo Kerberos temos dois tipos de mensagens para cada um dos casos anteriores, que são as mensagens de requisição (*request*) e resposta (*reply*). Dessa forma para a comunicação com o AS temos um AS-REQ e um AS-REP. Para comunicação com o TGS temos um TGS-REQ e um TGS-REP. Analogamente, para as aplicações temos AP-REQ e AP-REP.

O processo de requisição de um TGT pode envolver uma pré-autenticação, comportamento padrão, ou não. Isso depende de como algumas políticas são configuradas. Se a pré-autenticação não é para ser usada a AS-REQ é feita sem o uso de criptografia. Do contrário, a pré-autenticação consiste no cliente enviar um

AS-REQ solicitando um TGT e informando os tipos de criptografia (*encryption types* ou *etypes*) que ele suporta, junto com outras informações como um *nonce*. Se o AS requer pré-autenticação para aquele cliente mas nenhum dado de pré-autenticação foi enviado na AS-REQ, o AS responde com uma mensagem de erro (KRB\_ERROR de acordo com a RFC 4120) informando a necessidade de pré-autenticação (KDC\_ERR\_PREAMUTH\_REQUIRED). Essa resposta pode incluir a especificação de *salt* para os *etypes* que requerem isso. O cliente deve escolher o primeiro tipo de criptografia forte válida, suportada mutuamente pelo cliente e o serviço (Neuman *et al.*, 2005; Pilkington, 2014), que servirá para criptografar um carimbo de tempo (*timestamp*) que por sua vez será enviado na próxima AS-REQ para pré-autenticar o cliente.

O *timestamp* é usado para prevenir ataques *replay*, limitando a janela em que esses ataques possam ocorrer (2 minutos por padrão) (Microsoft Corporation, 2009) e será criptografado usando uma chave de longo prazo criada para os *etypes* suportados a partir a senha de usuário (Pilkington, 2014). Se o servidor for capaz de decriptografar o *timestamp* e o *timestamp* estiver em um intervalo de tempo válido a pré-autenticação será bem sucedida e a AS-REP conterá uma chave de sessão e um TGT. A chave de sessão é criptografada usando a senha do usuário, de forma que só ele possa decriptografar, e será usada para criptografar a comunicação do cliente com o TGS. O TGT é criptografado com a chave do TGS (que é derivada da senha da conta KRBTGT do domínio), de forma que só o TGS possa decriptografá-lo e é apresentado ao TGS pelo cliente para requisitar tíquetes para aplicações (serviços). As adições da Microsoft, também conhecidas como MS-KILE (Microsoft Corporation, 2016), incluem mais coisas no TGT como Certificado de Atributo de Privilégio (*Privilege Attribute Certificate – PAC*), assinado usando a chave do TGS. A requisição de tíquetes de serviço ocorre de forma parecida, com o cliente apresentando o TGT junto com um autenticador ao TGS. O TGS responde com uma chave de sessão para a comunicação com o serviço e um tíquete de serviço, criptografado com uma chave derivada da senha da conta do serviço. O cliente então apresenta o tíquete de serviço junto com um autenticador à aplicação que irá autenticar o usuário. Caso necessário o cliente pode solicitar uma autenticação mútua para autenticar a aplicação.

## 2.2 Pass-the-Hash e Pass-the-Ticket

Pass-the-Hash (PtH) e Pass-the-Ticket (PtT) são técnicas que utilizam um *hash* de senha, ou um tíquete do Kerberos, para personificar o usuário que detém a senha para aquele *hash* ou o tíquete. Nesses casos tanto o *hash* como o tíquete funcionam como equivalentes de senha.

Credenciais do Windows podem ser armazenadas de diferentes formas. Podem ser encontradas em uma base de dados no disco do computador cliente como a *Security Account Manager (SAM)* (Martin and Tokutomi, 2012) ou LSA secrets (senha do computador para o domínio, senhas de contas de serviço, etc). Podem ser armazenadas na memória do computador por meio do processo LSASS (Duckwall and Delpy, 2014; Metcalf, 2014a). Também podem ser achadas na base de dados do AD, no arquivo NTDS.DIT (Hummel, 2009; Jungles *et al.*, 2012; Metcalf, 2016). Senhas podem ser armazenadas usando *hashes* LM ou NTLM. Há também a possibilidade de que credenciais de domínio sejam armazenadas localmente de forma que usuários possam fazer *logon* de forma interativa mesmo se o controlador de domínio não estiver disponível. Este mecanismo é conhecido como *cached credentials* (Jungles *et al.*, 2012). LSASS vem de *Local Security Authority Subsystem Service*. Nesse caso, pode haver armazenadas senhas com criptografia reversível (*reversibly encrypted passwords*), *hashes* de senhas (NT ou LM) ou tíquetes do Kerberos (TGT e outros tíquetes de serviço). Estes são alguns exemplos de onde credenciais podem ser furtadas.

O protocolo Kerberos especifica operações a serem aplicadas na senha de usuário para transformar uma senha de tamanho variável em uma chave de longo prazo de tamanho fixo, que servirá como entrada para as várias formas de algoritmos de criptografia suportados pela especificação (aes128, aes256, des, 3des, rc4...). As chaves geradas podem ser armazenadas no processo LSASS para serem usadas pelo usuário durante a sessão (sessão LSA). Como essas chaves são usadas para criptografar mensagens, elas são usadas nesse sentido quando furtadas, como equivalentes de senha. Há várias ferramentas para executar esses ataques. *Mimikatz* (Duckwall and Delpy, 2014), Psh-toolkit, Msvctl, Metasploit PSEXEC module, Tenable smbshell e JoMo-kun (Bashar, 2010) são algumas delas.

Quando a conta comprometida é a KRBTGT do domínio o atacante tem a possibilidade de criar os seus próprios tíquetes de serviço, para qualquer serviço da rede (CERT-EU, 2014; Metcalf, 2014b). Isso ocorre porque o *hash* da senha dessa conta é utilizado para codificar TGTs e assinar informação de PAC. Esse tíquetes são conhecidos como *Golden Tickets* (Tíquetes de Ouro), onde um TGT é forjado e apresentado ao TGS para obtenção de um tíquete de serviço válido (Duckwall and Delpy, 2014). Existem também os *Silver Tickets* (Tíquetes de Prata) gerados a partir do roubo de credenciais de contas de aplicação (Metcalf, 2015).

### 3. TRABALHOS RELACIONADOS

#### 3.1 Detecção de PtH e PtT

##### 3.1.1 Detecção de Anomalia

Já foi afirmado que é difícil diferenciar um *logon* legítimo de um não legítimo (Jungles *et al.*, 2012). Entra em cena a detecção de anomalia que normalmente usa algum método de aprendizado de máquina para realizar sua tarefa (*Support Vector Machines*, Redes Neurais, Modelos de Markov, etc.). Embora parte do trabalho não esteja focada especificamente na detecção de ataques PtH ou PtT em Redes Windows, esses tipos de modelos são elegíveis para isso porque lidam com o uso de credenciais roubadas em cenários de pós-exploração.

Compreendendo a área de detecção de anomalia, Hsieh *et al.* (2015) modelam o comportamento do usuário e estimam o uso provável de certas operações para detectar anomalias. Eles visam principalmente ameaças internas (*inside threats*). Isso é feito analisando um conjunto de dados de registros do *Active Directory* de uma organização real, usando a probabilidade do modelo de Markov para modelar as contas, centrando nas ações do usuário em eventos sequenciais de tempo. Foi utilizada uma validação cruzada N-fold para avaliar o método.

Sapegin *et al.* (2015) propõem um algoritmo de detecção de anomalias baseado na distribuição de Poisson para detectar usuários maliciosos que não causam uma violação de acesso. O trabalho se concentra em atividades de *logon* com um grande volume de eventos a serem analisados. Eles produziram um experimento e usaram um conjunto de dados de treinamento e um conjunto de dados de teste em seu cenário. Eles concluíram que o algoritmo funcionou bem, embora sua configuração tenha escopo limitado e pudesse usar mais alguns cenários e validação.

Yu (2015) introduz um modelo para detectar usuários disfarçados usando valores de peso para diferentes eventos, a fim de construir um perfil de usuário e novas atividades são comparadas a perfis de eventos passados usando lógica fuzzy para avaliar o nível de ameaça.

##### 3.1.2 Honeywords

Nos trabalhos envolvendo detecção de anomalia é preciso se preocupar com taxas de *precision* (relacionada a falsos positivos) e *recall* (relacionada a falsos negativos). Nesse sentido, um sistema de alarme pode ocupar um valioso tempo de administradores/equipes de resposta investigando eventos fora do interessante. Quando se trata de *honeytokens*, é mais provável que algo esteja errado (De Barros, 2003), e talvez seja por isso que os falsos positivos não aparecem na discussão neste campo específico. Existem trabalhos recentes em torno de usar *honeywords* para confundir um invasor de forma que ele não seja capaz de diferenciar entre um *hash* de senha válido e um que não é.

Juels e Ristenpart (2014) estudaram uma técnica denominada *honey encryption*, que é uma forma de criptografar uma mensagem com a característica de que quando esta mensagem seja decriptografada com uma chave errada, o texto claro se pareça com uma mensagem válida mas falsa, confundindo o cracker, em vez de gerar um erro quando o processo de decodificação falhar, o que beneficiaria o atacante.

Khedkar *et al.* (2016) propõem armazenar o *hash* da senha do usuário junto com diversos outros *hashes* provindos de *honeywords*, assim um atacante não pode ter certeza de estar usando a senha real ou uma falsificada, no caso de um vazamento do banco de dados de *hashes*. O uso de uma senha falsa dispararia um alarme.

### 4. DCEPT

A ferramenta DCEPT baseia-se no conceito de implantação de *honeytokens*, ou mais precisamente *honeywords*, na memória de estações de trabalho clientes de um Domínio Windows, para que os invasores possam roubar essa senha falsa e usá-la para se autenticar na rede. Quando um *logon* com uma *honeyword* é detectado um alarme é gerado para avisar os administradores.

## 4.1 Arquitetura e Configuração do Experimento

Para avaliar o DCEPT e verificar seus detalhes de funcionamento, foi preparada uma configuração com 3 máquinas virtuais. Uma para o controlador de domínio do *Active Directory* (DC), outra para a função de uma estação de trabalho do Domínio Windows e a terceira para ter o DCEPT instalado e em execução. O DC foi instalado em um Windows Server 2008. A versão do Windows usada para a estação de trabalho foi a versão 8.1. O DCEPT foi instalado em um Ubuntu Server 14.04.

Na estação de trabalho Windows foi instalado um agente, um executável. O executável se conecta via HTTP ao módulo de geração de *honeywords* do servidor DCEPT, solicita uma *honeyword*, injeta a *honeyword* em memória e dorme por 24 horas, quando então reinicia o processo.

O servidor DCEPT tem um módulo *sniffer* que procura por requisições para o Serviço de Autenticação (AS-REQ) do protocolo Kerberos, com dados de pré-autenticação. Assim, para que ele funcione, o servidor DCEPT tem que estar perto do DC, e ser capaz de capturar a comunicação dos clientes com o DC.

Os dados de pré-autenticação de um AS-REQ são compostos de um *timestamp* criptografado. Para cada AS-REQ com dados de pré-autenticação, o DCEPT enfileira um trabalho que cria uma lista de palavras (um dicionário) a partir do banco de dados de *honeywords* geradas previamente (e distribuídas) e usa outra ferramenta, *John the Ripper* (JtR) para decifrar o *timestamp*. Quando a cifra é quebrada, é sabido que um *honeyword* foi usado para autenticação (supondo que *honeywords* não irão colidir com a senha de administrador de rede) e enviado um e-mail de alerta para administradores.

O agente executável do DCEPT, que é responsável por colocar as palavras-chave na memória da estação de trabalho, é codificado em C# e deve ser compilado antes de ser distribuído para as estações de trabalho. No agente é codificada uma URL base, que será usada para a conexão com o servidor de geração de *honeytokens* e deve ser alterada para apontar para o endereço IP ou entrada de DNS do servidor, e um parâmetro para a solicitação GET do HTTP, cujo padrão é o nome da máquina (pode ser deixado dessa forma). O código do agente é simples e não é necessário um conhecimento C# avançado para inspeção.

## 4.2 Execução do Experimento

Depois que o servidor e o agente foram iniciados, foi realizado o teste do cenário. A *honeyword* injetada na memória da estação de trabalho é conhecida anteriormente, pois ela é mostrada na saída do servidor DCEPT quando um agente pede uma *honeyword*, ao executar o servidor no modo de depuração. A *honeyword* também pode ser obtida a partir do arquivo de banco de dados *SQLite* que o DCEPT usa para armazenar suas *honeywords*. Apesar disso, uma ferramenta foi usada para extrair a *honeyword* da memória, para obter um pouco mais da perspectiva do atacante. A ferramenta escolhida foi o *Mimikatz*. A ferramenta apresentou a *honeyword* em texto claro, o que sugere que foi armazenada com uma forma de criptografia reversível na LSA.

Com a *honeyword* extraída um *logon* interativo foi tentado. O módulo DCEPT cracker não foi capaz de decifrar o *timestamp* codificado e terminou com uma mensagem “no password hashes loaded”. Inspecionando o código do módulo de quebra de cifra (cracker), descobriu-se que a mensagem vem do JtR. Ela quer dizer que a lista de palavras (dicionário) gerado pelo módulo cracker do DCEPT não foi reconhecido pelo John. No módulo em questão a chamada para o JtR espera que o formato do arquivo de *hashes* seja *krb5pa-sha1* (opção --format do JtR). O formato *krb5pa-sha1* no JtR é responsável pela decodificação de tipos de criptografia Kerberos (*etypes*) 17 (aes128-cts-hmac-sha1-96) e 18 (aes256-cts-hmac-sha1-96). Capturando a comunicação entre o DC e a estação de trabalho foi possível ver que o *etype* enviado pela estação de trabalho era o 23 – *rc4-hmac*. Tentando alterar manualmente no código o *etype* de 18 para 23 e removendo o parâmetro --format da chamada JtR, para que JtR reconhecesse o formato do arquivo de *hashes* automaticamente, foi suficiente para fazer com que a mensagem “no password hashes loaded” desaparecesse. Apesar disso, JtR não foi capaz de quebrar o *timestamp* criptografado.

Algumas hipóteses para a incapacidade do JtR para quebrar o *timestamp* codificado foram levantadas como o sal gerado no arquivo de *hash* fornecido pelo JtR estar incorreto (embora nenhum sal fora especificado pelo DC durante a troca de mensagens) ou algum problema desconhecido com JtR. Não fomos capazes de confirmar nenhuma dessas hipóteses. Uma tentativa de usar outra ferramenta para a quebra da cifra, o *Hashcat*, foi tentada mas sem sucesso. Para contornar este problema, o DC e a estação de trabalho foram configurados para usar apenas o *aes256* (18), como é esperado pelo código fonte do DCEPT. Depois

de algum tratamento com as diretivas de grupo do AD para a estação de trabalho e conta de usuário e também após uma redefinição de senha de administrador do domínio (conta utilizada pelo *honeytoken*), uma nova tentativa de *logon* com o *honeyword* atingiu o servidor do DCEPT, foi quebrada pelo JtR e acionou o alerta de e-mail para administradores.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Análise do DCEPT

Uma vantagem clara do DCEPT é que ele é simples e direto. No lado do cliente um agente pré-compilado é capaz de fazer o trabalho. É livre e de código aberto sob a GNU General Public License. A ideia de um *honeytoken* para capturar intrusos é sólida. Sendo uma prova de conceito, pode atrair administradores de sistema a repensar os problemas de ataques PtH e PtT. Outra vantagem é que ele é capaz de identificar a máquina comprometida, aquela de onde a senha foi furtada, e também o período de tempo em que foi roubado, por meio da data de geração da *honeyword*, ao custo de poder de processamento, já que é usado um banco de dados de *honeywords* para descriptografar um *timestamp*. Este recurso é interessante a partir de um ponto de vista da análise forense e também de recuperação do recurso exposto.

Uma desvantagem é que o texto em claro da *honeyword* apresentado pela ferramenta *Mimikatz* dá uma visível indicação para um atacante que pode se tratar de uma armadilha, um *honeyword*. O *honeyword* tem um comprimento fixo de dez pseudoaleatórios alfa caracteres, algo que dá a sensação de que não é uma senha comum para um usuário, talvez até mesmo para um administrador de domínio. Por isso é interessante usar um *honeyhash* ao invés de uma *honeyword*, isto é, injetar na memória um *hash* ao invés de uma senha. Com um *hash* o atacante não tem essa visibilidade de se tratar de uma credencial forjada. Além disso, Definitivamente, seria desejável carregar o tipo de criptografia (*etype*) apropriado, dependendo daquele escolhido pelo cliente na troca de mensagem com o AS. Também nota-se que a ferramenta não endereça ataques PtT.

Uma coisa que chama a atenção é o poder de processamento necessário relativamente ao tamanho da rede de clientes, o crescimento do banco de dados de *honeywords* e os pedidos para o Serviço de Autenticação (AS) no KDC. Em uma análise simplista, o banco de dados teria um aumento linear de uma entrada por estação de trabalho cliente por dia, uma vez que o tempo padrão de geração de palavras-chave é de 24 horas. Assim, para uma rede cliente com 300 computadores executando os agentes, as entradas do banco de dados de *honeywords* aumentaria de 300 no dia um para 2100 entradas no dia 7. E esse banco de dados será usado para criar o arquivo de dicionário que é usado pelo processo enfileirado para decodificação do *timestamp* em todos as AS-REQ com dados de pré-autenticação.

### 5.2 Proposta de Arquitetura de Ferramenta

Baseado no conceito DCEPT de gerar *honeytokens* a ideia proposta é criar não só *honeywords* mas também criar *honeyhashes* e *honeytickets*. O resumo da arquitetura é: 1) cópia falsa (pseudo) do domínio/aplicações a serem colocadas como um *man-in-the-middle* (como um firewall ou um proxy reverso) para analisar o tráfego de entrada para o DC e serviços a serem protegidos; e 2) ferramenta análoga ao *Mimikatz* (ou a própria) para injetar *hashes* e tíquetes falsos na memória das estações de trabalho.

Os *honeyhashes* e *honeytickets* podem ser injetados na memória da mesma forma que um atacante usa a ferramenta *Mimikatz* para colocá-los na LSA. Uma cópia falsa do controlador de domínio deve ser colocada na frente do DC. O pseudo DC manterá um banco de dados de contas de interesse com senhas falsas. Ele vai agir recebendo as AS-REQ e TGS-REQ, e decidirá se passa essas requisições para o controlador de domínio real ou não. Se o pseudo DC é capaz de completar o processo de pré-autenticação usando suas senhas de contas (no caso de uma AS-REQ) ou completar o processo de requisição de tíquete de serviço usando sua senha do TGS (no caso de uma TGS-REQ) é uma indicação de que um *honeyhash* ou um *honeyticket* está sendo usado e deve enviar uma mensagem para um módulo de decisão ou outro serviço para lidar com isso. Caso contrário, deve deixar o tráfego passar para o verdadeiro DC.

Se é desejável endereçar o problema de *Silver Tickets*, as aplicações podem se beneficiar da mesma arquitetura. Ou seja, pseudoaplicações podem ser colocadas na frente das reais e tomar as mesmas ações,

decidindo se o tráfego deve ser encaminhado ou não. No que diz respeito aos *Golden Tickets*, a senha da conta KRBTGT pode ser exportada e usada no pseudo DC, antes de reinicializá-la duas vezes no DC real, como uma medida complementar de segurança, embora uma redefinição de senha da conta KRBTGT possa ser complicada.

A ideia pode ser estendida para não só colocar credenciais na LSA, mas em outros armazenamentos de credenciais também, como a SAM. Essa adição não afeta o lado do DC falso e aumenta o potencial para enganar os atacantes. A injeção pode ser feita usando agentes nas estações de trabalho, como o DCEPT faz, ou através de um sistema push a ser pensado.

Essa arquitetura se beneficia da característica sem estado (*stateless*) da implementação do Kerberos e usa alguns métodos que um invasor utilizaria contra ele como a clonagem de domínio e injeção de *hash/ticket*. A injeção de *hashes* resolve o problema do reconhecimento de *honeyword* que pode acontecer com o DCPET (sequência alfanumérica aleatória com um comprimento de 10 caracteres), que pode afastar invasores. Além disso, também é possível implementar filtros que seriam responsáveis por comunicar com outras ferramentas que podem realizar detecção de anomalias como as aqui discutidas.

Esta proposta não aborda o problema potencial do poder de processamento necessário para a decodificação. Se os recursos encontrados no DCEPT de identificação de computador comprometido e determinação de intervalo de tempo de comprometimento forem desejados, o problema permaneceria, pois seria necessário gerar *hashes* e *tickets* por estação de trabalho em um determinado período de tempo, que seriam usados para decriptografar as AS-REQ/TGS-REQ. Embora neste caso a implementação do módulo de decisão possa ser inteligente o suficiente para detectar o aumento da carga causado pelo aumento de requisições e chamar mais *workers* para fazer o trabalho de decriptografia, como a criação de mais containers em um ambiente virtualizado.

O posicionamento do pseudo DC interceptando a comunicação com o DC real também pode ser usado para não lançar um erro de autenticação. Um erro de autenticação poderia assustar um invasor e chamar sua atenção quando não seria necessário. O módulo de decisão/serviço que recebe a mensagem quando a solicitação não será encaminhada para a DC pode enviar um *ticket* falso para o atacante, a fim de estudar seu comportamento.

## 6. CONCLUSÕES

A detecção de ataques PtH e PtT dentro do ambiente de Domínio do Windows é importante para evitar que invasores prossigam com seus objetivos, pois esses ataques podem ser uma parte inicial de algo maior. O uso de *honeytokens*, embora não seja novo, é uma maneira promissora de resolver o problema e essa técnica pode ser usada em conjunto com outras, como a detecção de anomalias. O estudo da ferramenta DCEPT ajudou a trazer novas ideias para melhorar as possibilidades de detecção. A arquitetura proposta pode ampliar o poder de detecção de ataques PtH e PtT. O uso de *honeyhashes* e *honeytickets* pode ser uma chave central para diminuir o problema dos ataques PtH e PtT no contexto da Rede Windows. Como trabalho futuro pode-se configurar um teste para avaliar a viabilidade da arquitetura proposta e desenvolver uma ferramenta como prova de conceito, que seria um escudo para controladores de domínio e ativos de serviços mais valiosos de uma rede de Domínio Windows. Outra possibilidade é comparar a detecção de anomalias e detecção por *honeytokens* para priorizar uma maneira de detecção sobre a outra.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às Agências brasileiras de pesquisa, desenvolvimento e inovação, CAPES (Projeto FORTE 23038.007604/2014-69) e FINEP (Projeto RENASIC/PROTO 01.12.0555.00), bem como ao DITEC/DPF/MJ (Contrato 36/2010 DPF-FUB Mestrado Profissional em Informática Forense) e à Polícia Civil do Distrito Federal (PCDF).

## REFERÊNCIAS

- Bashar, E., 2010. *Pass-the-hash attacks: Tools and Mitigation* [Documento WWW]. URL <https://www.sans.org/reading-room/whitepapers/testing/pass-the-hash-attacks-tools-mitigation-33283> (acessado em 28/06/2016).
- CERT-EU, C.E.R.T., 2014. *Protection from Kerberos Golden Ticket*.
- Chandola, V. et al., 2009. Anomaly detection: A survey. *ACM Computing Surveys* 41, 1–58. doi:10.1145/1541880.1541882
- De Barros, A.P., 2003. *IDS: Protocol Anomaly Detection IDS - Honeypots* [Documento WWW]. URL <http://seclists.org/focus-ids/2003/Feb/95> (acessado em 28/06/2016).
- Duckwall, A. e Delpy, B., 2014. Abusing Microsoft Kerberos. *Black Hat USA 2014*. Las Vegas, NV, USA.
- Exorcyst, 2014. Mimikatz and Golden Tickets... What's the BFD? *Still Passing the Hash 15 Years Later*.
- Foster, J., 2014. *Are there novel ways to mitigate credential theft attacks in Windows?*
- Hummel, C., 2009. *Why Crack When You Can Pass the Hash?* [Documento WWW]. URL <https://www.sans.org/reading-room/whitepapers/testing/crack-pass-hash-33219> (acessado em 28/06/2016).
- Juels, A., 2014. A Bodyguard of Lies: The Use of Honey Objects in Information Security, in: *Proceedings of the 19th ACM Symposium on Access Control Models and Technologies*, SACMAT '14. ACM, New York, NY, USA, pp. 1–4. doi:10.1145/2613087.2613088
- Juels, A. e Ristenpart, T., 2014. Honey encryption: Security beyond the brute-force bound, in: *Annual International Conference on the Theory and Applications of Cryptographic Techniques*. Springer, pp. 293–310.
- Jungles, P. et al, 2014. *Mitigating Pass-the-Hash Other Credential theft, version 2*.
- Jungles, P. et al, 2012. *Mitigating Pass-the-Hash (PtH) Attacks and Other Credential Theft Techniques*.
- Khedkar, S.P. et al, 2016. *Achieving Flatness by Selecting the Honey words from Existing User Passwords*. IJESC 6, 6041–6045. doi:10.4010/2016.1463
- Martin, S. e Tokutomi, M., 2012. *Password Cracking*.
- Metcalf, S., 2016. *How Attackers Dump Active Directory Database Credentials*.
- Metcalf, S., 2015. *How Attackers Use Kerberos Silver Tickets to Exploit Systems*.
- Metcalf, S., 2014a. *How Attackers Extract Credentials (Hashes) From LSASS*.
- Metcalf, S., 2014b. *Kerberos & KRBTGT: Active Directory's Domain Kerberos Service Account*.
- Microsoft Corporation, 2016. *[MS-KILE]: Kerberos Protocol Extensions*.
- Microsoft Corporation, 2009. *How the Kerberos Version 5 Authentication Protocol Works: Logon and Authentication* [Documento WWW]. URL [https://technet.microsoft.com/pt-br/library/cc772815\(v=ws.10\).aspx](https://technet.microsoft.com/pt-br/library/cc772815(v=ws.10).aspx) (acessado em 27/10/2016).
- Microsoft Corporation, 2002. *Configuring Kerberos Policies* [Documento WWW]. URL <https://technet.microsoft.com/en-us/library/dd277401.aspx> (acessado em 03/11/2016).
- Neuman, C. et al, 2005. *The Kerberos Network Authentication Service (V5)*.
- Pilkington, M., 2014. Kerberos in the Crosshairs: Golden Tickets, Silver Tickets, MITM, and More. *SANS Digital Forensics and Incident Response Blog*.
- SecurityFocus, 1997. *NT “Pass the Hash” with Modified SMB Client Vulnerability* [Documento WWW]. URL <http://www.securityfocus.com/bid/233/discuss> (acessado em 27/10/2016).
- Stewart, J. e Betke, J., 2016. *DCEPT – Open Source Honeytoken Tripwire* [Documento WWW]. URL <https://www.secureworks.com/blog/dcept> (acessado em 05/07/2016).
- Verizon Enterprise, 2016. *2016 Data Breach Investigations Report*.

# MINERAÇÃO DE DADOS EDUCACIONAIS NO ENSINO A DISTÂNCIA GOVERNAMENTAL

Vinícius Coutinho G. Coelho<sup>1</sup>, João Paulo C. L. da Costa<sup>1,2,3</sup>, Daniel Alves da Silva<sup>1</sup>,  
Rafael T. de Sousa Júnior<sup>1</sup>, Fábio L. L. de Mendonça<sup>1</sup> e Daniel G. Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Brasília UnB - Brasil

<sup>2</sup>Institute of Information and Electrical Engineering, Ilmenau University of Technology (TUIL), Germany

<sup>3</sup>Fraunhofer Institute for Integrated Circuits (Fraunhofer IIS), Germany

## RESUMO

A Mineração de Dados Educacionais (do inglês, Educational Data Mining - EDM) tem sido uma ferramenta crucial para a melhoria da educação a distância (EAD), permitindo, por exemplo, a identificação de características de participantes, a análise preditiva de desempenho bem como o reconhecimento dos tipos e padrões de aprendizado. A literatura científica apresenta uma vasta quantidade de trabalhos relacionados a ambientes educacionais de instituições de ensino superior. Entretanto, tais ambientes possuem um modelo pedagógico com características específicas comuns a cursos de graduação e pós-graduação. Neste trabalho, propomos a aplicação de técnicas de EDM para identificação descritiva e preditiva dos padrões de interação de em um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) corporativo governamental, na oferta de cursos de capacitação de curta duração na modalidade instrucional (com tutoria). Foram analisados dados referentes aos *logs* de interação de 698 alunos de duas turmas de um curso instrucional a distância da Escola Nacional de Administração Pública (Enap), ao longo do ano de 2015. Por meio de técnicas de classificação usando árvores de decisão, verifica-se o relacionamento entre os padrões das interações realizadas pelos alunos ao longo do curso e as notas finais obtidas. Em seguida, por meio de técnicas de clusterização e usando como critério as notas finais, identificam-se os grupos de alunos separados de acordo com as características de interação com o AVA e o desempenho final. Os resultados obtidos mostram que a aplicação de técnicas de EDM podem ser utilizadas em cenários da educação corporativa, identificando os perfis de interação dos alunos de acordo com o desempenho obtido ao final do curso.

## PALAVRAS-CHAVE

Classificação, Clusterização, EAD Corporativa, Escolas de Governo, Mineração de Dados Educacionais

## 1. INTRODUÇÃO

A área de Mineração de Dados Educacionais (*Educational Data Mining* – EDM) tem como objetivo a aplicação de técnicas computacionais para o tratamento das grandes massas de dados geradas em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA). A EDM tem como base proporcionar a descoberta de conhecimentos que sejam relevantes, únicos e válidos, bem como: a identificação de padrões entre os alunos; a análise preditiva de desempenho; e a identificação de perfis, de forma a auxiliar a gestão qualitativa da EAD [Baker et al. 2011].

Os trabalhos na área de EDM estão altamente concentrados em cenários relacionados a um tipo específico de instituição, as Instituições de Ensino Superior (IES). A metodologia de oferta em EAD das IES está focada, naturalmente, nos cursos que tais instituições oferecem. Esses trabalhos possuem características específicas em relação à metodologia em que o ensino é oferecido, tais como: informações pré-acadêmicas dos alunos, duração dos cursos, informações sobre indicadores econômicos e variáveis relacionadas a outras atividades das instituições [Bresfelean 2007] [Bunkar et al. 2012] [Hoe et al. 2013] [Mishra et al. 2014] [Guleria et al. 2014] [Jindal and Borah 2015].

Essas características, que são comuns em alguns estudos relacionados a Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) de IES muitas vezes não estão presentes em outros tipos de instituições, como aquelas de educação corporativa governamental, i.e., a Escola Nacional de Administração Pública.

Dentro deste contexto específico — educação à distância no ambiente corporativo governamental —, este trabalho concentra-se em dados gerados pela interação dos alunos com o AVA durante a oferta de um curso de grande importância na formação dos servidores públicos, no ano de 2015, o curso de Gerência de Projetos: Teoria e Prática. Foram analisados os dados dos *logs* referentes a 698 alunos deste curso, sob a perspectiva de identificar perfis de alunos e potenciais causas de reaprovação.

A classificação supervisionada de padrões é uma tarefa que se caracteriza por organizar objetos em classes pré-definidas. Trata-se de uma abordagem sistemática para construção de modelos de classificação a partir de conjuntos de dados. Existem diversas técnicas que podem ser utilizadas, e.g. classificadores baseados em árvores de decisão, classificadores baseados em regras, redes neurais artificiais, máquinas de vetores suporte e classificadores bayesianos[Tan et al. 2009].

Em ambientes educacionais, a predição de desempenho dos alunos possui dois contextos distintos para sua aplicação: 1) o estudo da influência dos atributos de um modelo específico para a previsão de uma classe e 2) previsão de um resultado para uma classe alvo de saída de acordo com os atributos preditores utilizados. É possível, neste sentido, direcionar técnicas de classificação para a análise e previsão de desempenho dos alunos, possibilitando a identificação de padrões que podem ser monitorados como indicadores de intervenção para a melhoria da EAD[Baker et al. 2010].

A sequência deste trabalho está organizada conforme segue. A Seção 2 trata sobre os trabalhos relacionados às técnicas utilizadas. Na Seção 3 é apresentada a metodologia, que utilizou como base o *framework* CRISP-DM, que fornece subsídios concretos para a realização de projetos de mineração de dados[Wirth and Hipp 2000]. A Seção 4 discute os resultados obtidos através dos algoritmos de classificação e de clusterização e por fim, na Seção 5, as conclusões e trabalhos futuros.

## 2. TRABALHOS RELACIONADOS

Baker[Baker et al. 2011] apresenta as possibilidades de aplicação de técnicas de EDM no Brasil. Nesse trabalho, os autores demonstram as diversas tarefas de mineração de dados que podem ser aplicadas ao contexto educacional. O estudo apresenta uma análise de diversos trabalhos e demonstra como essa nova área de pesquisa pode contribuir com a melhor compreensão dos processos de ensino e aprendizagem e para a motivação dos alunos, que utilizam a educação à distância no cenário da educação brasileira.

O trabalho realizado por[Gottardo et al. 2014] serviu de base para a realização desse artigo. Neste trabalho, os autores utilizaram variáveis relacionadas ao nível de interação com o AVA, interação estudante-estudante e interação bidirecional estudante-professor para análise preditiva do desempenho dos alunos. Foram utilizados os modelos de classificação *Random Forest* e *Rede Multilayer Perceptron*.

Coelho[Coelho et al. 2015] realizou um estudo dos dados relacionados com as informações presentes nos canais de comunicação da Enap. Os autores identificaram que a quantidade de chamados diminuiu consideravelmente, levando em conta as ações realizadas no decorrer dos anos por essa escola. Os autores também apresentaram resultados da atividade de mineração de termos, que eram registrados nos chamados dos canais de comunicação com a instituição, que indicaram a fonte dos principais problemas em relação à utilização da escola virtual da Enap.

Almeida[Almeida et al. 2016] apresenta um estudo relacionado ao desenvolvimento de um *plugin* específico para o Moodle visando o combate à evasão nos cursos à distância. Esse plugin teve como funcionalidade principal o aperfeiçoamento da comunicação da instituição com os alunos, reduzindo as taxas de evasão através do envio automático de mensagens de acordo com regras específicas definidas de acordo com o nível de intervenção desejado.

Percebe-se que todos os trabalhos mencionados não associam simultaneamente as análises de variáveis de interação com as técnicas de aprendizado de máquina aplicado ao contexto da educação corporativa. Daí este trabalho posicionar-se justamente neste nicho, utilizando dados relacionados às variáveis de interação com o AVA, com técnicas de classificação a partir da árvore de decisão C4.5, da implementação J48[Quinlan 1993], e clusterização com o algoritmo K-means[Hartigan and Wong 1979], gerando indicadores direcionados para o apoio à tomada de decisão em cenários de oferta de EAD corporativa.

### 3. METODOLOGIA

O *framework* CRISP-DM organiza os projetos de mineração de dados em seis fases: (A) Entendimento do negócio, (B) Entendimento dos dados, (C) Pré-processamento dos dados, (D) Modelagem, (E) Avaliação e (F) Implementação, conforme apresentado na Figura 1 [Wirth and Hipp 2000]. Nesta representação, as setas internas indicam as dependências mais importantes e frequentes entre as fases. O círculo exterior simboliza a natureza cíclica da mineração de dados, onde as lições aprendidas durante todo o processo podem desencadear novas questões para as fases do projeto.

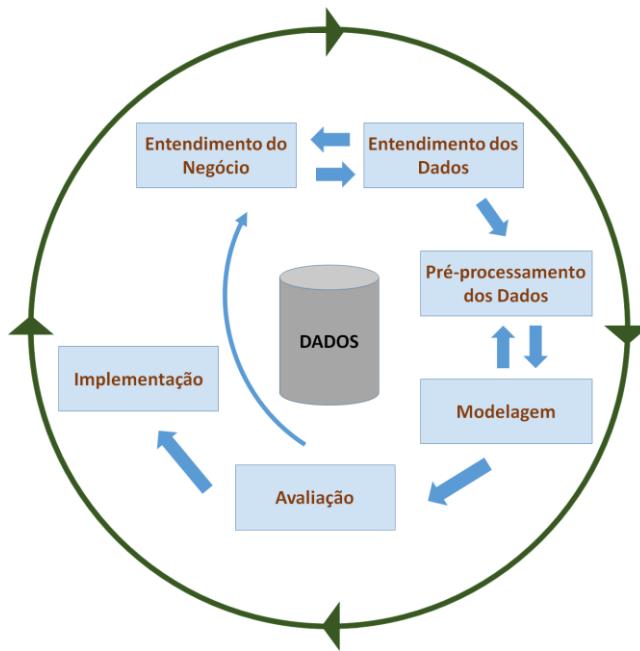


Figura 1. Etapas do *Framework* CRISP-DM  
Adaptado de [Wirth and Hipp 2000]

O experimento seguiu as fases principais propostas pela metodologia CRISP-DM até a etapa de avaliação. O foco da aplicação do *framework* se dá como suporte para o desenvolvimento desse projeto, conforme as fases descritas nas subseções seguintes.

#### 3.1 Entendimento do Negócio

Esta é a fase inicial onde devem ser identificados os objetivos e as metas para a mineração de dados, gerando um plano para o projeto [Wirth and Hipp 2000]. Na Enap, a Coordenação Geral de Educação a Distância (CGEAD) é responsável pela oferta dos cursos a distância. Os cursos são focados no aperfeiçoamento e formação dos servidores públicos no Brasil. A CGEAD utiliza o software Moodle (acrônimo de *Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment*) como AVA.

Durante esta fase, o curso Gerência de Projetos: Teoria e Prática foi definido como alvo para este trabalho, pois, para a Enap, trata-se de um curso estratégico na formação dos gestores em atuação no serviço público brasileiro. Dentre os cursos ofertados na modalidade à distância com tutoria, o curso selecionado é o que apresenta a maior quantidade de módulos para a iteração dos alunos com o AVA, podendo ser utilizado como base para a aplicação do modelo de mineração proposto nesse artigo, nos outros cursos dessa modalidade que são ofertados.

Ainda nesta etapa, foi possível identificar que a escola possuía um índice de evasão de cerca de 20 %. Ademais, não há até então indicadores que possibilitem a compreensão desses números, sendo necessário viabilizar medidas para possíveis intervenções.

### 3.2 Entendimento dos Dados

Esta fase aborda a coleta inicial dos dados e também serve para a familiarização dos pesquisadores envolvidos com os tipos de dados específicos do projeto [Wirth and Hipp 2000]. Nesse sentido, foi identificada a base de dados alvo para o desenvolvimento do projeto de mineração de dados: a base de dados do AVA Moodle, que possui aproximadamente 361 tabelas nativas do sistema. Esta base possui todos os registros relacionados à utilização do AVA na realização dos cursos ofertados pela Enap durante o ano de 2015.

Foram analisadas as dimensões relacionadas aos dados dos alunos, as características dos cursos, as características do AVA, os registros de *log*, as características das avaliações dos cursos e as características de interação dos participantes.

Como pode ser observado na Tabela 1, os atributos estão relacionados ao nível de interação dos alunos com os módulos do AVA Moodle. Esses atributos representam para a Enap indicadores de interação que servirão como base para a tomada de decisões, com o intuito de melhoria na qualidade dos cursos que são ofertados.

Tabela 1. Tabela Descritiva dos Atributos de Intereração com o AVA

| Atributo                      | Propriedades do Atributo   |
|-------------------------------|--|
| primeiro_acesso               | Tempo em dias que os alunos realizaram o primeiro acesso ao curso no AVA |
| count_quiz_view               | Quantidade de visualizações ao módulo de exercícios do curso             |
| count_page_view               | Quantidade de visualizações aos conteúdos de apoio do curso              |
| count_book_view               | Quantidade de visualizações ao módulo de conteúdo do curso               |
| count_forum_view              | Quantidade de visualizações dos fóruns do curso                          |
| count_folder_view             | Quantidade de visualizações ao módulo de biblioteca virtual do curso     |
| count_questionnaire_view      | Quantidade de visualizações nos questionários de fixação de conteúdos    |
| count_quiz_submitted          | Quantidade de atividades não pontuadas submetidas                        |
| count_forum_upload            | Quantidade de mensagens enviadas nos fóruns do curso                     |
| count_assign_view             | Quantidade de visualizações às atividades pontuadas do curso             |
| count_assign_submitted        | Quantidade de atividades pontuadas submetidas para avaliação             |
| count_questionnaire_submitted | Quantidade de atividades de auto avaliação submetidas                    |
| nota_final                    | Nota final obtida pelos alunos ao final do curso.                        |

Ainda nesta etapa definiu-se como atributo alvo para a atividade de mineração de dados o resultado final obtido pelos alunos. Essa informação está presente no atributo nota\_final, que registra a nota obtida pelos alunos em um intervalo de 0 a 100 pontos.

### 3.3 Pré-processamento dos Dados

Nesta fase, o pré-processamento dos dados é realizado para a construção do conjunto de dados a ser utilizado no modelo definido para mineração [Wirth and Hipp 2000]. Inicialmente, realizou-se a atividade de discretização do atributo alvo nota\_final, em que se separou em categorias específicas as notas dos alunos, de acordo com a classificação utilizada pela Enap. Resultou-se assim no novo atributo **CLASSE NOTA**, com os alunos distribuídos entre três possibilidades:

- 155 alunos na Classe EVA (Evadido<sup>1</sup>), para as notas com 0 pontos obtidos;
- 130 alunos na Classe REP (Reprovado), para as notas com valores entre 1 e 59 pontos obtidos e
- 413 alunos na Classe APR (Aprovado), para notas com valores entre 60 e 100 pontos obtidos.

Os dados dos atributos por fim foram separados em uma tabela específica, que serviu como base para o seguimento do projeto de mineração totalizando 698 instâncias, consideradas de boa qualidade e sem valores nulos.

<sup>1</sup> Foram considerados evadidos os alunos que obtiveram a nota final igual a 0

### 3.4 Modelagem

Esta é a fase que define o modelo que será utilizado para a mineração dos dados, o que, em termos práticos, envolve escolher as atividades específicas de mineração: a classificação, com aprendizado supervisionado, para a análise preditiva de desempenho e a clusterização, com aprendizado não supervisionado, para a identificação de informações relacionadas aos perfis dos alunos. As duas atividades utilizaram o software WEKA (*Waikato Environment for Knowledge Analysis* [Hall et al. 2009]).

De forma a validar o modelo inferido pela atividade de classificação, foi utilizada a técnica de separação da base de dados em 2/3 para treinamento e 1/3 para testes, i.e. 459 instâncias para a primeira e 239 instâncias para a segunda. No caso da clusterização, foram utilizadas todas as 698 instâncias na execução do algoritmo.

Previamente à tarefa de classificação, ainda foi utilizada uma técnica de seleção de variáveis, com objetivo de reduzir a presença de atributos irrelevantes e redundantes no conjunto de dados e assim melhorar a qualidade dos resultados [Silva 2009]. Tal atividade mostrou-se necessária pois observou-se que a utilização de todo o grupo de variáveis, conforme apresentado na Tabela I, não vinha apresentando desempenho aceitável em ensaios preliminares.

Especificamente, foi utilizado o algoritmo *CfsSubsetEval* [Hall and Smith 1998] com a técnica de busca *Best First* [Rich and Knight 1991]. Após a sua execução na ferramenta WEKA, foram selecionados os atributos conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Grupo de Atributos Selecionados para Atividade de Classificação

| Atributos selecionados   |                               |
|--------------------------|-------------------------------|
| count_quiz_view          | count_quiz_submitted          |
| count_questionnaire_view | count_questionnaire_submitted |
| count_assign_submitted   | count_forum_view              |
|                          | count_forum_uploaded          |

Na Tabela 2 é possível observar que os atributos selecionados pelos algoritmos estão relacionados a interação com os módulos de atividades (*quiz* e *questionnaire*) e com o módulo de fórum. Essa seleção demonstra que estes são os atributos que possuem uma maior correlação quando considerado o contexto de predição das notas finais.

### 3.5 Avaliação

Para a primeira atividade, que compreendeu a classificação a partir de árvores de decisão, o modelo proposto apresentou bons resultados para prever o caminho percorrido pelos alunos, tendo como alvo a classe de nota final obtida. A Figura 2 apresenta os resultados da execução do algoritmo J48.

| Performance Algoritmo J48 – Base de Testes |     |         |  |
|--|-----|---------|--|
| Instâncias Classificadas Corretamente      | 209 | 87,46 % |  |
| Instâncias Classificadas Incorretamente    | 30  | 12,55 % |  |
| Total de instâncias                        | 239 | 100 %   |  |

(a) Índice de assertividade

| ==== Confusion Matrix === |  |    |                  |         |  |
|---------------------------|--|----|------------------|---------|--|
|                           |  |    | <- classified as |         |  |
| a                         |  | b  | c                |         |  |
| 126                       |  | 0  | 8                | a = APR |  |
| 3                         |  | 52 | 3                | b = EVA |  |
| 10                        |  | 6  | 31               | c = REP |  |

(b) Matriz de confusão

Figura 2. Performance do Algoritmo J48

Podemos observar na Figura 2a que o modelo classificou corretamente cerca de 87 % do total das instâncias e classificou incorretamente cerca de 13 %. A Figura 2b apresenta a matriz de confusão gerada pelo algoritmo. Foram classificadas 134 instâncias para a classe APR, sendo 126 instâncias classificadas corretamente e 8 erros que foram classificadas como REP. A Classe EVA teve 58 instâncias classificadas sendo 52 corretas e 6 com erros, sendo 3 instâncias como APR e 3 como REP. Por fim, a classe REP obteve um total de 47 instâncias sendo 31 classificadas corretamente e 16 com erros sendo 10 como APR e 6 como EVA.

Quanto à segunda atividade, a Figura 3 apresenta os resultados obtidos com a execução do algoritmo de clusterização K-means, com K = 3, que foi definido considerando o número de classes referentes ao resultado final do aluno — vide Seção 4.3. Os clusters formados pelo algoritmo indicam os valores de referência das interações com o AVA de acordo com a classe de nota obtida pelos alunos.

| Attribute                     | Cluster#  |          |          |         | Clustered Instances |
|-------------------------------|-----------|----------|----------|---------|---------------------|
|                               | Full Data | 0        | 1        | 2       |                     |
|                               | (459)     | (279)    | (83)     | (97)    |                     |
| primeiro_acesso               | 3.2026    | 2.6308   | 2.988    | 5.0309  |                     |
| count_book_view               | 279.6471  | 371.3082 | 205.9277 | 79.0825 |                     |
| count_quiz_view               | 57.4074   | 78.086   | 44.3012  | 9.1443  |                     |
| count_quiz_submitted          | 11.1983   | 15.2581  | 8.4217   | 1.8969  |                     |
| count_folder_view             | 11.024    | 13.3226  | 10.8675  | 4.5464  | 0 134 ( 56%)        |
| count_page_view               | 11.6078   | 15.1326  | 10.4578  | 2.4536  | 1 47 ( 20%)         |
| count_questionnaire_view      | 2.0022    | 3.2509   | 0.1446   | 0       | 2 58 ( 24%)         |
| count_questionnaire_submitted | 1.1176    | 1.81     | 0.0964   | 0       |                     |
| count_assign_view             | 54.8802   | 83.9211  | 20.7108  | 0.5876  |                     |
| count_assign_submitted        | 4.5316    | 6.9534   | 1.6867   | 0       |                     |
| count_forun_view              | 145.6514  | 196.6595 | 108.4578 | 30.7629 |                     |
| count_forun_uploaded          | 16.6928   | 22.8315  | 13.5783  | 1.701   |                     |
| nota final                    |           | APR      | REP      | EVA     |                     |

Figura 3. Características dos Grupos Gerados pelo Algoritmo K-means

O Algoritmo agrupou os alunos nos clusters de acordo com os centroides das variáveis analisadas, sendo agrupados no cluster 0 os alunos que foram aprovados (APR), no cluster 1 os alunos que reprovaram (REP) e, por fim, agrupou no cluster 2 os alunos que evadiram do curso (EVA). Ressalta-se que a variável nota final também foi incluída nessa atividade, pois o propósito era analisar o perfil típico de aluno quanto ao resultado final no curso.

## 4. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com os algoritmos de classificação apresentaram valores elevados de acurácia para o modelo utilizado. As técnicas utilizadas classificaram corretamente em torno de 87% das instâncias pertencentes ao conjunto de teste, em relação à classe do resultado final obtido.

A partir do modelo de árvore de decisão inferido pelo algoritmo J48, apresentado na Figura 4, foi possível analisar o nível de interação e o relacionamento das variáveis de acordo com o caminho de interações percorrido pelos alunos. Observa-se na árvore uma base referencial sobre como os alunos alcançaram as notas. O algoritmo definiu a variável count\_forum\_uploaded, que representa a quantidade de posts enviados ao fórum, como nó central da árvore, identificando-a como variável de maior expressividade da tarefa de classificação.

A partir dela seguem os demais nós de decisão inferidos pelo método, até se alcançar a decisão final quanto à classe, nas folhas da árvore. Nota-se, por exemplo, que um valor acima de 2 para count\_forum\_uploaded e acima de 0 para count\_questionnaire\_view, i.e. o aluno acessou alguma vez o módulo de questionário, já indica o status de aprovação para o aluno.

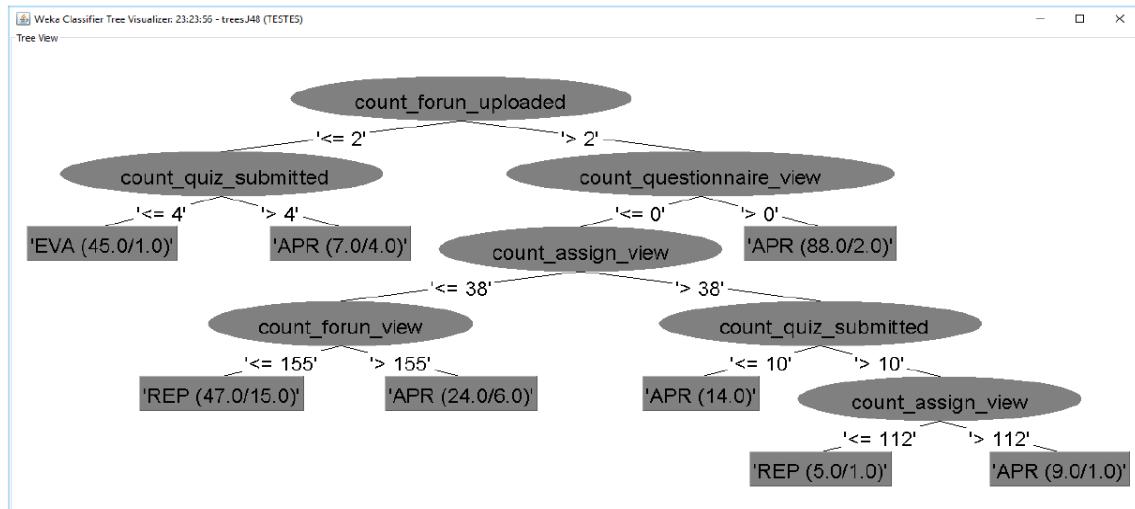
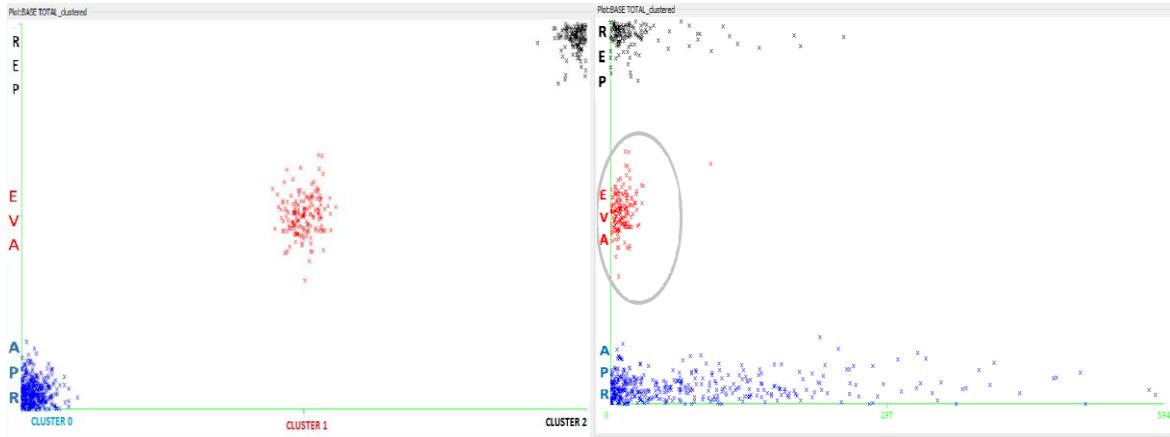


Figura 4. Árvore de Decisão Gerada pelo Algoritmo J48

Para a atividade de clusterização, como já mencionado, foi utilizado o algoritmo K-means disponível na ferramenta WEKA. Com o objetivo de disponibilizar mais informações sobre os perfis dos alunos, realizou-se também uma análise 2D de variáveis referentes ao resultado da clusterização. Conforme apresentado na Figura 5a, o algoritmo K-means exibe os três clusters no eixo X em conformidade plena com as três categorias de notas dispostas no eixo Y.



(a) Projeção dos clusters vs. nota final

(b) Projeção dos clusters vs. count\_assign\_view

Figura 5. Análise em 2D dos Resultados do K-means

A Figura 5b destaca a análise em relação à variável `count_assign_view`, que representa a quantidade de visualizações ao módulo de tarefas. É possível identificar o nível de interação dos alunos que foram classificados no cluster 1, os quais representam a nota final EVA (alunos evadidos). Pode-se observar uma grande concentração de instâncias com a variável `count_assign_view` próxima a 0, o que indica uma baixa interação com esse módulo, diferentemente dos outros clusters, que apresentam maior distribuição nos valores.

## 5. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Os resultados demonstraram um bom potencial de predição com cerca de 87 % de assertividade, a partir de árvores de decisão, do desempenho dos alunos quando analisadas as variáveis associadas à interação com os módulos do Moodle utilizados pela Enap, em seu AVA. A clusterização forneceu informações relevantes em relação ao perfil dos alunos que possibilita a identificação de informações que podem contribuir para a

análise dos comportamentos que, quando observados, possibilitam o planejamento de ações pedagógicas específicas com maior efetividade.

Como trabalho futuro, podem ser consideradas variáveis relacionadas a dados socioeconômicos dos alunos e/ou variáveis relacionadas a informações profissionais dos alunos. Também é uma perspectiva futura analisar as variáveis deste trabalho sob o particular contexto do tempo, i.e. de acordo com a semana de andamento do curso. É também uma perspectiva de trabalho futuro a utilização das informações geradas pela atividade de clusterização para análise dos comportamentos dos alunos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às Agências brasileiras de pesquisa, desenvolvimento e inovação CAPES (Projeto FORTE 23038.007604/2014-69) e FINEP (Projeto RENASIC/PROTO 01.12.0555.00), bem como à DIPLA/MP (TED 005/2016 DIPLA-FUB) e à ENAP (TED ENAP-FUB 083/2016), pelo apoio ao trabalho.

## REFERÊNCIAS

- Almeida, L. R. d., da Costa, J. P. C. L., Sousa Júnior, R. T. d., Freitas, E. P., Canedo, E. D., Prettz, J., Zacarias, E., and Galdo, G. D. Motivating attendee's participation in distance learning via an automatic messaging plugin for the moodle platform. In *Frontiers in Education Conference (FIE)*. IEEE, 2016.
- Baker, R. S. J., Isotani, S., and de Carvalho, A. M. J. B. Mineração de dados educacionais: oportunidades para o brasil. *Revista Brasileira de Informática na Educação* 19 (2), 2011.
- Baker, R. S. J. D., McGaw, B., Peterson, P., and Baker, E. Data mining for education. *International encyclopedia of education* vol. 7, pp. 112–118, 2010.
- Bresfelean, V. P. Analysis and predictions on students' behavior using decision trees in weka environment. In *Proceedings of the Information Technology Interfaces (ITI)*. IEEE, pp. 25–28, 2007.
- Bunkar, K., Singh, U. K., Pandya, B., and Bunkar, R. Data mining: Prediction for performance improvement of graduate students using classification. In *Wireless and Optical Communications Networks (WOCN), 2012 Ninth International Conference on*. IEEE, pp. 1–5, 2012.
- Coelho, V. C. G., Costa, J. P. C. L. d., Souza, D. d. C. R. d., Canedo, E. D., Silva, D. G. e., and Sousa Júnior, R. T. d. Mineração de dados educacionais para identificação de barreiras na utilização da educação a distância. In *21º Congresso Internacional ABED de Educação a Distância*. ABED, 2015.
- Gottardo, E., Kaestner, C. A. A., and Noronha, R. V. Estimativa de desempenho acadêmico de estudantes: Análise da aplicação de técnicas de mineração de dados em cursos a distância. *Revista Brasileira de Informática na Educação* 22 (01): 45, 2014.
- Guleria, P., Thakur, N., and Sood, M. Predicting student performance using decision tree classifiers and information gain. In *I.C. on Parallel, Distributed and Grid Computing*. IEEE, pp. 126–129, 2014.
- Hall, M., Frank, E., Holmes, G., Pfahringer, B., Reutemann, P., and Witten, I. H. The weka data mining software: an update. *ACM SIGKDD explorations newsletter* 11 (1): 10–18, 2009.
- Hall, M. A. and Smith, L. A. Practical feature subset selection for machine learning, 1998.
- Hartigan, J. A. and Wong, M. A. Algorithm as 136: A k-means clustering algorithm. *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)* 28 (1): 100–108, 1979.
- Hoe, A. C. K., Ahmad, M. S., Hooi, T. C., Shanmugam, M., Gunasekaran, S. S., Cob, Z. C., and Ramasamy, A. Analyzing students records to identify patterns of students' performance. In *Research and Innovation in Information Systems (ICRIIS), 2013 International Conference on*. IEEE, pp. 544–547, 2013.
- Jindal, R. and Borah, M. D. Predictive analytics in a higher education context. *IT Professional* 17 (4): 24–33, 2015.
- Mishra, T., Kumar, D., and Gupta, S. Mining students' data for prediction performance. In *Advanced Computing & Communication Technologies (ACCT), 2014 Fourth International Conference on*. IEEE, pp. 255–262, 2014.
- Quinlan, J. R. *C4. 5: Programming for machine learning*. Morgan Kauffmann, 1993.
- Rich, E. and Knight, K. *Artificial intelligence*. McGraw-Hill, New, 1991.
- Silva, D. G. Uso de aprendizado de máquina para estimar esforço de execução de testes funcionais - dissertação de mestrado - UNICAMP, 2009.
- Tan, P.-N., Steinbach, M., and Kumar, V. *Introdução ao datamining: mineração de dados*. Ciência Moderna, 2009.
- Wirth, R. and Hipp, J. Crisp-dm: Towards a standard process model for data mining. In *Proceedings of the 4th international conference on the practical applications of knowledge discovery and data mining*. Citeseer, pp. 29–39, 2000.

# TECNOLOGIA SAT: CONCEITO, APLICAÇÃO E HOMOLOGAÇÃO

Marcel Danilo Alves Siqueira<sup>1</sup>, Douglas Aguiar do Nascimento<sup>1</sup>, Angelina Penteado de Oliveira<sup>1</sup>, Marcelo Luiz Alves Fernandez<sup>2</sup>, Simone Terra da Costa<sup>2</sup> e Vidal Augusto Zapparoli Castro Melo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Fundação de Apoio à Capacitação em Tecnologia da Informação, Brasil*

<sup>2</sup>*Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo, Brasil*

<sup>3</sup>*Fundação da Universidade de São Paulo, Brasil*

## RESUMO

Neste artigo apresenta-se uma nova tecnologia para aplicação no âmbito de automação fiscal, o Sistema de Autenticação e Transmissão de Cupons Fiscais Eletrônicos (SAT-CF-e). São explorados, primeiro, aspectos gerais sobre sua concepção tecnológica, contextualizando o cenário de *Internet das Coisas* (IoT) e seu lugar em uma estratégia de *e-Governance*, que emerge junto com os conceitos de *Smart Cities* e o crescimento das Tecnologias de Informática e Comunicação (TICs). Depois, é apresentado um processo de homologação, elucidando a necessidade disso para que o SAT-CF-e atenda, desde sua concepção, a critérios de eficiência, segurança e interoperabilidade. Finalmente, são apresentados os resultados de aplicação do SAT-CF-e no comércio de varejo no Estado de São Paulo, no Brasil, e comentados os projetos derivados do conceito SAT a outras jurisdições fazendárias. Sobre a homologação, um método é proposto, discutido e tem seus resultados também apresentados. O método, chamado LabSAT, é concebido de forma a ser aplicável a projetos que empreguem o conceito SAT. Inicialmente o método foi aplicado ao projeto SAT-CF-e, resultado que é também mostrado e discutido.

## PALAVRAS-CHAVE

SAT, Cupom Fiscal, *Internet of Things*, Homologação

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos 20 anos o crescimento populacional mundial foi de 28%, chegando em 2015 a 7,3 bilhões de pessoas (The World 2016). Estima-se que em 2050 70% da população se concentrará em regiões urbanas (Mohanty, Choppali e Kougianos 2016). Estudiosos apontam que as cidades inteligentes são uma saída para tantas pessoas e tanta informação.

Uma cidade inteligente consiste em um lugar em que seus serviços e suas redes tradicionais, como redes de água e esgoto, energia, transporte etc baseiam-se em Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) para tornar a operação flexível, eficiente e sustentável. Em uma cidade inteligente pode haver, por exemplo, um prédio que negocie autonomamente preços de energia elétrica com a rede de distribuição. Assim, a cidade inteligente baseia-se em infraestruturas inteligentes que contenham elementos inteligentes. A expansão do conceito das cidades inteligentes acompanha o crescimento da *Internet of Things* (IoT), que Mohanty, Choppali e Kougianos (2016) identificam como a base das cidades inteligentes.

O termo *Internet of Things* foi cunhado em 1999 pela Auto-ID Center, uma rede de laboratórios de pesquisa que iniciou os trabalhos de RFID (*Radio-Frequency Identification*) (Robert 2016). Hoje, diversos grandes fornecedores de TICs e consultores apontam que o mercado de IoT chegará a movimentos de cerca de alguns trilhões de dólares em 2020. Ao passo que paradigmas são quebrados e os ganhos reais trazidos pela Internet são apresentados ao mundo, como o famoso sucesso do Uber, mais soluções surgem. Anterior à esta época, em que se falam de *Smart Cities* e IoT, governos já miravam soluções baseadas em Internet para problemas nas áreas de saúde, transporte, educação, finanças etc.

A regulamentação de elementos de *Smart Cities* e de IoT hoje vivem um franco crescimento. A necessidade de uma operacionalidade efetiva de *IoT devices, middlewares, gateways* e nuvem reúne governos e grandes fornecedores de TICs para a criação de regulamentação. As normas conferem que os elementos

desenvolvidos atendam a critérios globais de eficiência, qualidade e segurança. Como exemplo recente, cita-se a norma ISO 37120 - *Sustainable development of communities -- Indicators for city services and quality of life*, voltada a indicadores de desenvolvimento sustentável que embasam as *Smart Cities*.

Em 2010, o Brasil, pelo Conselho Nacional de Políticas Fazendárias (CONFAZ), instaurou uma nova tecnologia para modernizar o sistema de cupons fiscais no comércio de varejo, o SAT-CF-e - Sistema de Autenticação e Transmissão de Cupons Fiscais Eletrônicos (SEFAZ-SP 2014). O equipamento é dotado de hardware, software e interface com a Internet. Em um contexto em que as estruturas sociais passam a ganhar elementos inteligentes, pode-se dizer o SAT-CF-e surgiu como um elemento de IoT dentro de uma estratégia de *e-Governance*. A partir de um amplo projeto de pesquisa, o sistema foi concebido com base nas necessidades do ecossistema fiscal e uma regulamentação conduzida pela Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo (SEFAZ-SP).

De 2009 até 2014 esforços foram reunidos para conceber, regulamentar, produzir e homologar os equipamentos SAT-CF-e para que esses pudessem efetivamente ser disponibilizados aos estabelecimentos comerciais de varejo. A concepção do sistema SAT-CF-e é de autoria conjunta da SEFAZ-SP e pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP) (Melo 2015); a regulamentação, por parte da SEFAZ-SP e CONFAZ; a produção, por fornecedores de TICs; e a homologação, com trabalhos da SEFAZ-SP, CONFAZ e órgãos técnicos credenciados.

A Fundação de Apoio à Capacitação em Tecnologia da Informação (Facti), tendo como um de seus objetivos a participação em projetos de promoção de TICs voltados à gestão pública (Estatuto da Facti 2015), candidatou-se e foi credenciada como um dos quatro órgãos técnicos para integrar o processo de homologação do SAT-CF-e.

Nesse contexto, este trabalho apresenta o equipamento SAT-CF-e e seu processo de homologação. O SAT-CF-e é contextualizado a seguir, mostrando-se um panorama do sistema fiscal brasileiro e como o sistema supre a necessidade de controle seguro do grande volume de cupons fiscais eletrônicos do comércio de varejo. Em seguida, mostram-se a produção do método LabSAT e sua aplicação a análises técnicas dos equipamentos SAT-CF-e. Finalmente, são discutidos os resultados e apresentadas as conclusões.

## 2. PROCESSO FISCAL ELETRÔNICO COM USO DO SAT-CF-E

A concepção do SAT considerou um cenário que precisava ser modernizado e as tecnologias possíveis para a construção de um sistema que sanasse a necessidade de segurança e velocidade na autenticação e transmissão dos cupons fiscais do varejo. Esta seção mostra o contexto e o conceito do SAT.

### 2.1 Histórico e Benefícios da Utilização de Processo Fiscal Eletrônico

Buscando aprimorar o controle de segmentos fiscais, o governo brasileiro iniciou em 2006 o Programa Nota Fiscal Eletrônica (NF-e), procedimento eletrônico de emissão de nota fiscal que visa ao conhecimento, em tempo real, das operações fiscais pelas administrações fazendárias, também conhecidas por “fisco” (Mello 2008, Melo 2015).

O intuito da instauração do NF-e é documentar, em meio digital, as operações comerciais sobre circulação de mercadorias ou prestação de serviços entre contribuinte e adquirente, para fins fiscais. A validade da NF-e é garantida através da assinatura digital do remetente (a fim de garantir a autoria e integridade) e na recepção, pelo fisco (SEFAZ-SP, 2016a).

Conforme descreve Melo (2015), em um estudo demonstrado pela SEFAZ-SP (Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo), caso o fisco fosse fiscalizar e autuar todos os estabelecimentos comerciais de varejo do Estado de São Paulo (até então com 700.788 estabelecimentos), a SEFAZ-SP levaria 159 anos para realizar a operação, pois haveria necessidade da presença física de fiscais em cada estabelecimento para coleta dos dados que posteriormente seriam analisados.

Nesse caso, de modo a enfrentar o problema de coleta e análise de dados de operações fiscais, foi instituído em 2007, pela SEFAZ-SP, o Programa de Estímulo à Cidadania Fiscal do Estado de São Paulo, motivando os consumidores a solicitar o documento fiscal - nesse contexto chamado de Nota Fiscal Paulista (NFP) - nas compras no varejo (Melo 2015).

Visando o acesso mais rápido e seguro, aos consumidores, quanto às informações de documentos fiscais e para que os estabelecimentos comerciais possam ter simplificação de obrigações acessórias e receber benefício de redução de custo, foi realizada a avaliação do modelo do protótipo do equipamento SAT-CF-e no setor tributário do varejo. Esse protótipo é formado por um equipamento, uma ferramenta computacional (software) e uma solução de retaguarda (sistema de processamento da SEFAZ-SP) (Melo 2015). Além disso, a utilização de fatura eletrônica permite monitorar eletronicamente os contribuintes, e o cruzamento de informações, de forma a selecionar os contribuintes a fiscalizar e identificar, de forma mais rápida, fraudes e sonegação de impostos e favorecer uma ação mais ágil por parte do fisco (Mello 2014).

Como requisitos do conceito de SAT, Melo (2015) descreve: redução de custo com relação ao modelo fiscal anterior, o ECF; simplificação ao contribuinte; facilidade para instalação, uso e manutenção; garantia de integridade e não-repúdio das informações geradas; transmissão segura das informações; comunicação, processamento e armazenamento ágeis; controles de segurança contra fraudes e alterações de hardware; independência de Internet 100% do tempo; abrangência capaz de atender à maioria dos tipos de varejo.

## 2.2 O Conceito SAT

Conforme descreve SEFAZ-SP (2016b), o projeto SAT-CF-e objetiva desenvolver um dispositivo que permita reduzir os custos de obrigações acessórias, simplificar operações comerciais do varejo de contribuintes e garantir a segurança da documentação fiscal ao contribuinte.

Sendo assim, o equipamento SAT permite gerar um Cupom Fiscal Eletrônico (CF-e) – documento fiscal gerado e emitido apenas em meio eletrônico e com validade jurídica garantida através de assinatura digital do Certificado Digital atribuído ao contribuinte – para que seja possível realizar a documentação de operação de circulação de mercadorias ou prestações de serviço de transporte interestadual ou intermunicipal ou de comunicação relacionados ao imposto de ICMS (Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação), substituindo o Cupom Fiscal (SEFAZ-SP, 2016).

Na figura 1 são mostradas as operações realizadas e sempre iniciadas pelo sistema SAT.

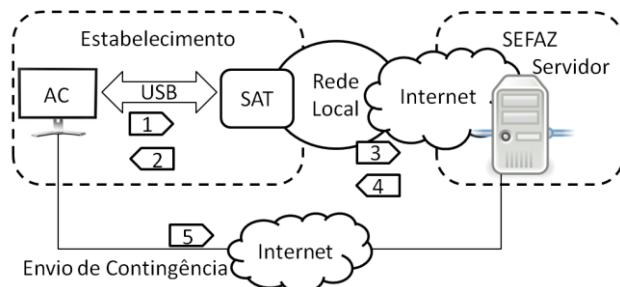


Figura 1. Conceito de SAT com comunicação local. Fonte: adaptado de SEFAZ-SP (2016b)

Na figura 1, as setas 1 e 2 indicam a autenticação do Cupom Fiscal Eletrônico (CF-e) pelo dispositivo SAT durante o processo de venda, no estabelecimento do contribuinte. O fluxo da seta 3 indica a transmissão periódica dos CF-e-SAT do equipamento SAT para a SEFAZ, de modo automático, através do acesso à Internet pela rede local. A seta 4 indica o recebimento de dados e comandos da SEFAZ-SP ao SAT. Na seta 5 é apresentada a transmissão em modo de contingência (a transmissão de CF-e manual do contribuinte ao ambiente de processamento da SEFAZ-SP) (SEFAZ-SP 2016b).

Quanto à especificação de componentes elétricos e eletrônicos que integram o SAT, é possível utilizar-se de dois modelos de dispositivo (mostrados na figura 2): dispositivo com módulo de Wi-Fi e outro com comunicação Ethernet (SEFAZ-SP 2016c).

Conforme os modelos de SAT mostrados na figura 2, o hardware do equipamento é composto de: dispositivo de informação visual; módulo de comunicação, módulo fiscal, conexão USB, memórias, relógio interno, bateria, botão de reset, gabinete e mecanismo de blindagem, módulo criptográfico e antena (apenas para dispositivos que contêm módulo Wi-Fi) (SEFAZ-SP 2016c).

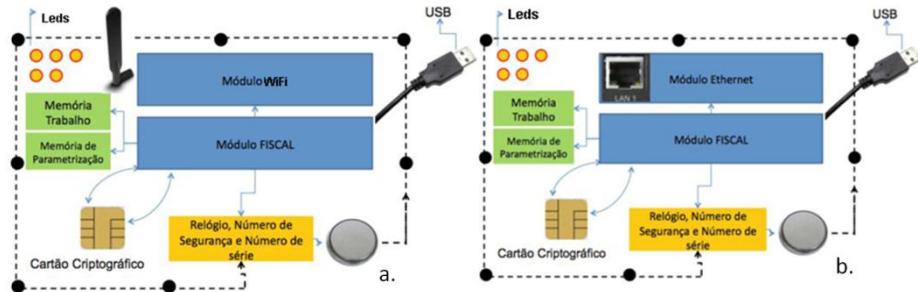


Figura 2. Módulos do SAT. a. Modelo com interface Wi-Fi. b. Modelo com interface Ethernet. Fonte: SEFAZ-SP (2016c)

### 3. HOMOLOGAÇÃO DE EQUIPAMENTOS SAT-CF-E

A interoperacionalidade de um sistema qualquer é garantida quando há um protocolo estabelecido e uma aderência pelo lado dos componentes desse sistema a esse protocolo. Na *Internet of Things*, a regulamentação torna-se fundamental, ainda mais, dada a diversidade de produtores de soluções. Tipicamente uma única companhia não detém um conhecimento que abrange a produção de todos os componentes de uma *Smart City*, por exemplo. O sistema SAT, sendo habilitado em um vasto território e contando com diversos fabricantes, demandou a criação de uma regulamentação sólida que atendesse às necessidades do sistema fiscal e se mantivesse adequada tecnologicamente ao mercado. Dessa forma, a SEFAZ-SP criou a regulamentação e um processo de homologação para o SAT-CF-e.

Esta seção apresenta aspectos gerais da homologação do SAT-CF-e e o desenvolvimento de um método de Análise Técnica para aplicação por Órgãos Técnicos.

#### 3.1 Homologação do SAT-CF-e

A Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo criou um sistema de homologação para equipamentos SAT-CF-e. Na figura 3 é apresentado um resumo do fluxo do processo.

Uma homologação é gerida pelo Sistema de Registro de Modelo de Equipamentos SAT (SRSAT). O sistema concentra a participação de todos os *stakeholders* envolvidos: Fabricante do equipamento, Órgão Técnico, SEFAZ-SP e CONFAZ. No SRSAT, um fabricante pode via Internet submeter e acompanhar seus pedidos de Análise Técnica para um novo modelo de SAT-CF-e ou para uma nova versão de Software Básico (SEFAZ-SP 2016f).

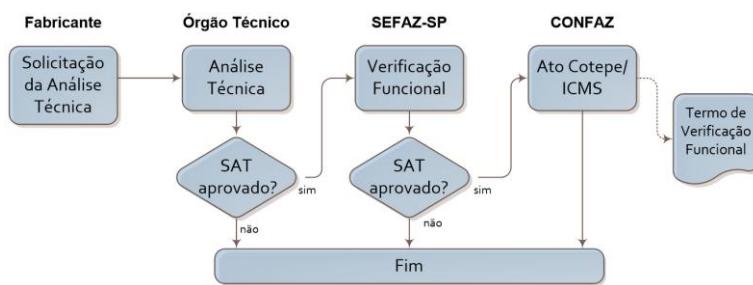


Figura 3. Fluxo simplificado do processo de homologação de um novo modelo de SAT. Fonte: Autoria Facti

A homologação consiste em quatro partes essenciais:

- O Fabricante de SAT-CF-e realiza a solicitação de Análise Técnica pelo SRSAT;
- O Órgão Técnico escolhido pelo fabricante recebe a solicitação e autoriza o recebimento dos materiais físicos e digitais. Analisando os equipamentos com base nos documentos da SEFAZ-SP, o Roteiro de

Análise do SAT (RA) e a Especificação de Requisitos do SAT (ERS), o Órgão Técnico julga se o dispositivo está ou não conforme à ERS. Estando conforme, amostras de equipamentos são encaminhadas para a SEFAZ-SP;

- c. A SEFAZ-SP realiza a Verificação Funcional, com testes adicionais de caráter operacional e fiscal. O Termo de Verificação Funcional de Modelo de Equipamento SAT é gerado caso o modelo de SAT-CF-e atenda aos requisitos;
- d. O CONFAZ, pela Comissão Técnica Permanente do ICMS (Cotepe/ICMS), publica no Diário Oficial da União (DOU) o Termo de Verificação Funcional de Modelo de Equipamento SAT. A partir desse ponto, o modelo analisado pode ser comercializado pelo Fabricante – o modelo está homologado.

### 3.2 Um Método para Análise Técnica de Equipamentos SAT

O conceito SAT pode ser aplicado a diversos tipos de operação que necessitem de autenticação segura e transmissão de documentos eletrônicos. O SAT-CF-e foi a primeira aplicação do conceito SAT, validando-o e testando-o. O surgimento de mais projetos de SAT ocorre no Brasil, como o SAT-ISS, aplicado ao Imposto Sobre Serviços (ISS), em fase de estudo para a Cidade de São Paulo, e como o MFE (Módulo Fiscal Eletrônico), em fase de implantação para ICMS no Estado do Ceará. Com isso, a Facti, como Órgão Técnico, decidiu criar um processo de Análise Técnica flexível para atender processos de homologação de novos projetos SAT, e assim nasceu o método LabSAT.

O método LabSAT compreende instruções para implantação de laboratório de homologação de equipamentos SAT ou implantação de um novo serviço de homologação em um laboratório já constituído. Na figura 4 são apresentadas as sete etapas de aplicação do método.

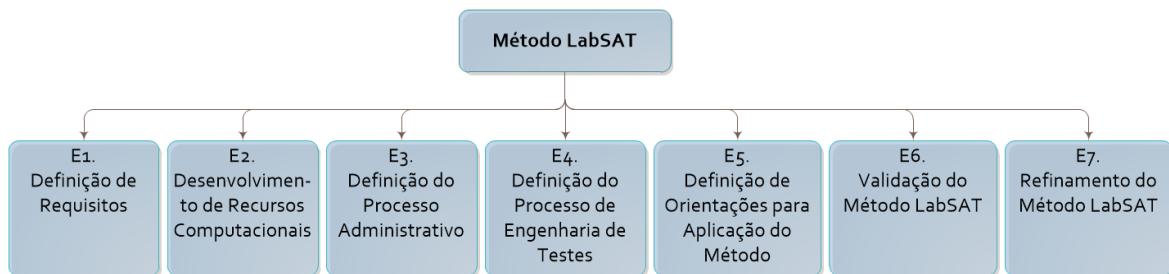


Figura 4. Etapas para aplicação do método LabSAT. Fonte: Autoria Facti

De forma resumida, comentam-se as etapas do método:

- **E1. Definição de Requisitos:** Refere-se a todos os requisitos regulados pela autoridade fazendária a que se homologa o novo equipamento SAT;
- **E2. Desenvolvimento de Recursos Computacionais:** Em geral, a análise técnica ou a homologação de equipamentos SAT requer ferramentas de software específicas, que precisam ser desenvolvidas pelo próprio Órgão Técnico;
- **E3. Definição do Processo Administrativo:** Refere-se à administração de todos os recursos do laboratório (físicos, virtuais e humanos) e serviço de análise;
- **E4. Definição do Processo de Engenharia de Testes:** Refere-se à implementação de planos de teste com base nas instruções e normas da autoridade fazendária;
- **E5. Definição de Orientações para Aplicação do Método:** Refere-se a instruções gerais para operação do processo administrativo e de engenharia;
- **E6. Validação do Método LabSAT:** Com todo o método desenvolvido, aplica-se a uma análise técnica ou homologação, de forma a validar o que foi elaborado;
- **E7. Refinamento do Método LabSAT:** Adequação de detalhes operacionais ou estratégicos do método de acordo com a experiência obtida na aplicação. Com a realização dessa etapa, o método fica pronto para a aplicação em próximos serviços de análise.

A primeira aplicação do método foi sobre o próprio projeto SAT-CF-e, da SEFAZ-SP. A etapa de definição de requisitos foi realizada com documentos de regulamentação já em nível maduro e públicos. As etapas de desenvolvimento de recurso computacional e de definição de processo de engenharia empregaram

mais tempo, e nisso foram desenvolvidos o Aplicativo Comercial de Análise Técnica (ACAT) e bancos de dados com todas as instruções necessárias para cada linha do Roteiro de Análise do SAT (SAT-CF-e), esses últimos a cargo e responsabilidade da Facti.

## 4. RESULTADOS

O projeto SAT-CF-e gerou o conceito SAT, implementou pilotos, elaborou a regulamentação e obteve equipamentos homologados e operantes no mercado. Esta seção mostra os resultados gerados pelo projeto SAT-CF-e, pelo lado da SEFAZ-SP, e os resultados do método LabSAT, proposto para a contribuição da Facti no trabalho.

### 4.1 Adesão de Uso do SAT-CF-e

Em novembro de 2014 houve o primeiro modelo de SAT-CF-e e foi iniciada a emissão com validade jurídica de cupons sob adesão voluntária (Fernandez e Dias 2015). Atualmente existem 10 empresas fabricantes de equipamentos SAT-CF-e e 12 modelos homologados (SEFAZ-SP 2016d).

A obrigatoriedade de utilização do SAT-CF-e se deu a partir de 2015, conforme cronograma de substituição escalonada de equipamentos ECF pelos dispositivos SAT-CF-e e por meio de obrigação de novos contribuintes. Até setembro de 2016, haviam sido emitidos mais de um bilhão e 285 milhões de Cupons Eletrônicos e mais de 116 mil equipamentos ativados (SEFAZ-SP 2016e).

A introdução de modelo tecnológico e controle do processo tributário no varejo do Estado de São Paulo gerou resultados positivos, podendo-se citar, entre outros exemplos, a rápida integração entre o fisco e o estabelecimento comercial sem necessidade de conexão permanente com a Internet e racionalização e modernização da administração tributária (Melo 2015).

Com isso, a nova solução tecnológica mostrou-se eficaz quanto à superação das limitações da tecnologia fiscal eletrônica anterior como, por exemplo, a documentação em papel e a falta de integração na comunicação eletrônica entre o fisco e o estabelecimento comercial. Com o SAT-CF-e foi possível a transição da documentação fiscal em papel para o meio digital, facilitando e agilizando às administrações tributárias estaduais os processos fiscais de operações de emissão, validação e transmissão de dados fiscais no varejo (Melo 2015).

### 4.2 Novos Projetos SAT

A implementação do SAT-CF-e, pela SEFAZ-SP (desenvolvido inicialmente pela SEFAZ-SP), se encontra em âmbito nacional desde a criação do Cupom Fiscal Eletrônico SAT (CF-e-SAT), modelo 59, sendo instituído pelo CONFAZ (Conselho Nacional de Política Fazendária), por meio do Ajuste SINIEF (Sistema Nacional Integrado de Informações Econômico-Fiscais) 11/2010, em que é autorizado aos Estados de Alagoas, Ceará, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná, São Paulo e Sergipe, a utilizá-lo em operações de ICMS (Melo 2015).

A adoção do Módulo Fiscal Eletrônico (MFE), projeto baseado no modelo SAT-CF-e, encontra-se sob desenvolvimento no Estado do Ceará. Com especificação e homologação adicionais, em consideração a particularidades do Estado, o MFE nasce como uma nova tecnologia SAT voltada para o ICMS, de acordo com o Diário Oficial do Estado (Governo do Estado do Ceará 2016; Melo 2015).

### 4.3 Aplicação do Método LabSAT ao SAT-CF-e

Nos trabalhos da Facti, os resultados são expressos nas Análises Técnicas realizadas sobre equipamentos SAT-CF-e. O método LabSAT foi elaborado e refinado em sua primeira aplicação, e obteve no final todo o conjunto de recursos computacionais, processos administrativo e de engenharia e instruções de aplicação do método. Como se ilustra na figura 5, o serviço de Análise Técnica ficou centrado, por fim, no Aplicativo Comercial de Análise Técnica (ACAT), com quem se relacionaram os processos mencionados, o dispositivo sob teste (SAT-CF-e), bancos de dados com o Roteiro de Análise e resultados e recursos de geração automatizada de laudo técnico.

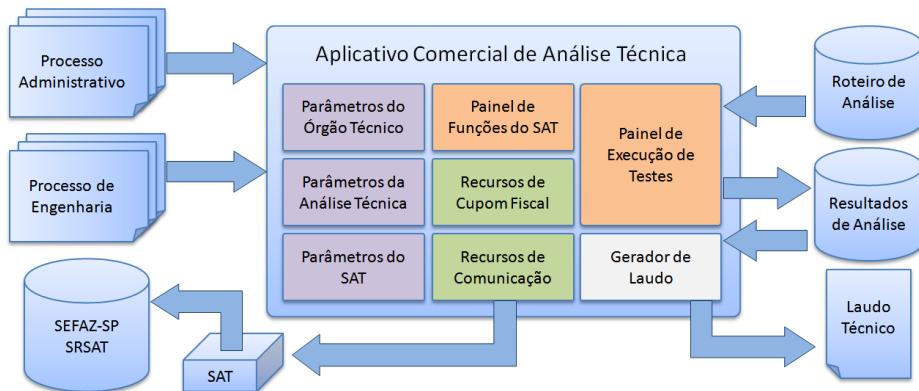


Figura 5. Estrutura do serviço de Análise Técnica do SAT-CF-e. Fonte: Autoria Facti

O método foi validado com sucesso e aplicado em diversas análises de SAT-CF-e que puderam contar com laudos técnicos com rico nível de detalhes. O ponto mais importante para o método é a adaptabilidade para novos processos de homologação de modelos de SAT. Essa característica foi validada com o estudo de implantação de duas derivações do SAT-CF-e, o MFE e o SAT-ISS. A estrutura de ACAT, processos e bancos de dados se mostraram prontamente aptas para configuração para esses dois novos projetos baseados no conceito SAT.

## 5. CONCLUSÃO

O SAT-CF-e é uma realidade para o sistema fiscal brasileiro e mostrou suas vantagens sobre o paradigma antecessor. A necessidade de interconectividade entre o comércio e o fisco foi suprida com o uso da Internet de forma eficaz, sustentável e segura, uma vez que o equipamento foi desenhado para, automaticamente, reconhecer a existência de Internet e se conectar periodicamente ao fisco, deixando ao empresário apenas a tarefa de exercer sua atividade comercial.

Dessa forma, o ponto forte do projeto SAT é a possibilidade de aplicação das regras do fisco *in loco*, no estabelecimento, por meio de um equipamento blindado que automatiza a geração e transmissão dos documentos fiscais aos sistemas do fisco, independentemente da disponibilidade e da qualidade da internet. Cumpre, assim, seus objetivos primordiais: a simplificação e redução de custos aos contribuintes, ao mesmo tempo em que possibilita o controle fiscal ao fisco.

Sendo um novo dispositivo no mundo da Internet das Coisas, a homologação regulamentada também mostrou sua importância e o método LabSAT foi aplicado com sucesso, contribuindo para uma qualidade de operação de uma nova tecnologia desde seus primeiros estágios. O método proposto também atingiu seu objetivo secundário de aplicabilidade a outros projetos SAT que estão por vir.

## AGRADECIMENTOS

Como dito anteriormente, o projeto SAT foi um projeto desenvolvido a várias mãos, envolvendo a Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo (FUSP), fabricantes dos equipamentos, Software Houses, Órgãos Técnicos credenciados, entidades representativas de contribuintes e *players* do mercado, o CONFAZ e a SEFAZ-SP. Foram realizadas diversas audiências públicas com a participação de todos, de modo que sua implantação foi construída a partir dessas inúmeras contribuições.

Pode-se dizer que o sucesso do projeto se deve não só à participação que cada um desses atores teve no seu desenvolvimento, mas, e principalmente, na sua contínua participação na evolução desse produto que tem-se verificado até os dias de hoje.

## REFERÊNCIAS

- Facti 2015, *Estatuto da Facti 2015*, acesso em 06/10/2016, <<http://www.facti.com.br/wp-content/uploads/2011/09/Estatuto-FACTI-Atualizado.pdf>>\*.
- Fernandez, Marcelo Luiz Alves & Dias, Eduardo Mário 2015, ‘Soluções Fiscais Eletrônicas para o Varejo – Nova Fronteira de Modernização e Controle Fiscal de Operações com Mercadorias’. *CONTECSI 2015: 12º Congresso Internacional de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação*, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Governo do Estado do Ceará, 2016. *DECRETO Nº 31.922. Diário Oficial do Estado*, acesso em 06/10/2016. <<http://imagens.seplag.ce.gov.br/PDF/20160414/do20160414p01.pdf>>.
- Mello, Newton Oller 2014. ‘Os Documentos Fiscais Eletrônicos no Brasil e na América Latina e seus Impactos na Automação de Processos e no Intercâmbio Eletrônico de Informações na Cadeia Logística’, tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Melo, Vidal Augusto Zapparoli Castro 2015. ‘Sistema Autenticador e Transmissor (SAT): modelo tecnológico de automação e controle de processos em cidades inteligentes com exemplo de aplicação ao setor tributário’, tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Mohanty, S.P., Choppali, U. and Kougianos, E., 2016. Everything you wanted to know about smart cities. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 5(3), pp.60-70.
- Roberto, M., 2016. Creating Business Value by Enabling the Internet of Things. 1º Congresso Latino Americano de Internet das Coisas.
- SEFAZ-SP 2014, Portaria CAT-59, de 11-06-2015, acesso em 06/10/2016, <<http://www.fazenda.sp.gov.br/sat/legislacao/vigentes.asp#port>>\*.
- SEFAZ-SP – Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo, 2016a. *Nota Fiscal Eletrônica –Perguntas Frequentes*, Acesso em 06/10/2016, <[https://www.fazenda.sp.gov.br/nfe/perguntas\\_frequentes/perguntas.asp](https://www.fazenda.sp.gov.br/nfe/perguntas_frequentes/perguntas.asp)>.
- SEFAZ-SP – Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo 2016b. *Manual de Orientação. 2016. Ed. MO 2.15.05*, acesso em 05/10/2016, <[http://www.fazenda.sp.gov.br/sat/downloads/Manual\\_Orientacao\\_SAT \\_v\\_MO\\_2\\_15\\_05.pdf](http://www.fazenda.sp.gov.br/sat/downloads/Manual_Orientacao_SAT _v_MO_2_15_05.pdf)>\*.
- SEFAZ-SP – Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo 2016c. *Especificação Técnica de Requisitos. Projeto SAT-CF-e. Ed. ER 2.20.06*, visto em 05/10/2016, <<http://www.fazenda.sp.gov.br/sat/downloads/vigentes.asp>>.
- SEFAZ-SP – Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo, 2016d. *Cupom Fiscal Eletrônico – SAT (CF-e-SAT): Modelos de Equipamentos SAT Registrados Junto à SEFAZ-SP*, Acesso em 06/10/2016. <[http://www.fazenda.sp.gov.br/sat/consultas\\_publicas/modelos\\_reg.asp](http://www.fazenda.sp.gov.br/sat/consultas_publicas/modelos_reg.asp)>\*.
- SEFAZ-SP – Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo, 2016e. *Cupom Fiscal Eletrônico – SAT (CF-e-SAT): Notícias*, Acesso em 06/10/2016, <<http://www.fazenda.sp.gov.br/sat/historico/noticias.asp>>.
- SEFAZ-SP – Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo 2016f. *Manual de Registro de Modelo de Equipamento SAT versão RM 1.1.17*, acesso em 06/10/2016, <[http://www.fazenda.sp.gov.br/sat/downloads/Manual\\_Registro\\_Modelo\\_SAT\\_v\\_RM\\_1\\_1\\_17.pdf](http://www.fazenda.sp.gov.br/sat/downloads/Manual_Registro_Modelo_SAT_v_RM_1_1_17.pdf)>\*.
- The World Bank - Population Total 2016, acesso em 06/10/2016, <<http://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL>>

(\*) – remover eventuais caracteres de espaço das URLs citadas.

# USO DO MPEG-DASH EM VÍDEOS VOLTADOS PARA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

Rodrigo Damasceno Marangon e Eduardo Barrére  
*Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil*

## RESUMO

É crescente o consumo de mídias pela *web*, e essa tendência gera preocupações relativas ao volume de tráfego. Nesse contexto, as modernas tecnologias de *streaming* de mídias, via protocolo HTTP, são utilizadas principalmente para auxiliar na solução dos problemas decorrentes da maior demanda. Um aspecto a ser explorado é o processo de transcodificação, segmentação e reprodução de mídias compatíveis com padrões de *streaming* via HTTP, e os impactos derivados, tanto no ambiente computacional quanto na qualidade geral percebida pelo consumidor da mídia. O presente trabalho documenta um caso de utilização de MPEG-DASH numa instituição de ensino superior pública brasileira e analisa a aceitação da qualidade ao acesso das mídias para educação a distância. Os impactos no ambiente computacional e os resultados de um estudo de caso indicam grandes benefícios ao consumidor e menor gasto de banda.

## PALAVRAS-CHAVE

MPEG-DASH, Transcodificação, Mídia vídeo

## 1. INTRODUÇÃO

Conforme se observa em Begen et al. (2011), o aumento da banda disponível e o crescimento do uso de dispositivos móveis dispararam o consumo de mídias pela *web*. Várias fontes, entre elas o *Global Internet Phenomena Report*, indicam aumento gradativo do consumo de *streaming* via HTTP, que toma principalmente espaço do consumo P2P, conforme tendência observada por pelo menos cinco anos (Sandvine, 2014).

Uma alternativa à diminuição de gasto de banda na transmissão de mídias é o *streaming* adaptativo, que dá a possibilidade para o consumidor da mídia escolher o conteúdo de acordo com suas capacidades de rede e *hardware*, principalmente. Em decorrência disso há economia de banda e aumento da qualidade de experiência (QoE) percebida pelo consumidor da mídia (Yitong et al., 2013). A diminuição drástica de consumo de banda vem também da possibilidade de carregamento de somente partes de interesse da mídia, ao invés de transmitir toda a mídia para executá-la localmente.

A tecnologia MPEG-DASH de *streaming* adaptativo é utilizada nesse trabalho. Trata-se de um objeto de estudo de grande interesse, e grande parte do seu sucesso se dá por utilizar o HTTP, protocolo amplamente difundido nos dispositivos computacionais modernos.

O artigo traz um estudo dos impactos e técnicas utilizadas para a transcodificação, segmentação e reprodução de mídias para o padrão MPEG-DASH. As mídias utilizadas no estudo são parte das videoaulas do Centro de Educação a Distância da Universidade Federal de Juiz de Fora. São dados detalhes do ambiente computacional, bem como as características técnicas das mídias, além das motivações das escolhas feitas ao longo do processo. Há também uma análise do impacto das mudanças requeridas, tanto do ponto de vista do consumidor das mídias quanto do ambiente computacional. As conclusões da viabilidade e das vantagens do processo são dadas a partir dos impactos pesquisados.

## 2. TRABALHOS RELACIONADOS

A coleta inicial de *logs*, que, em parte, serviram como base de comparação com o presente trabalho foi feita em Duarte (2014).

Os trabalhos de Akhshabi et al. (2011) e De Cicco e Mascolo (2010) dão bases para os parâmetros de transcodificação e análise dos impactos resultantes. Em ambos os trabalhos há importantes considerações sobre diferentes cenários de distribuição de mídia e avaliação do impacto para o consumidor.

É perceptível que atualmente a maioria dos trabalhos relacionados ao presente artigo dão ênfase na qualidade de experiência, e principalmente em técnicas de distribuição de mídia que visam alguma melhoria a ser percebida pelo consumidor. Exemplos notáveis são encontrados em Babu, et al. (2015), que trata da criação de uma camada de transparência no acesso a arquivos para execução da mídia MPEG-DASH, ou em Detti, et al. (2016), onde se discute uma arquitetura de controle de informações cliente a cliente, que traz maior flexibilidade e controle da transmissão de dados. Apesar da relativa diferença dos dois trabalhos, de certo modo objetivo de ambos é diminuir a ocorrência de problemas comuns, que costumam diminuir de modo significativo a qualidade de experiência do consumidor de mídias no padrão MPEG-DASH.

O estudo das características percebidas pelo usuário no consumo de mídia no padrão MPEG-DASH continua em Rodrigues, et al. (2016), onde há um estudo do consumo de mídia de um concerto através de uma rede congestionada, de modo a avaliar a qualidade do áudio e sua relação com QoE.

Outros estudos de interesse possuem relação com a transcodificação em tempo real e tecnologias que apresentam o *streaming* como um serviço, conforme visto em Timmerer et al. (2015), que traz uma plataforma capaz de ser distribuída através de uma nuvem. Os estudos citados indicam grande interesse no aprimoramento de técnicas de utilização do MPEG-DASH.

### 3. CONTEXTUALIZAÇÃO

A dissertação de Duarte (2014) traz um panorama da infraestrutura de rede da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), ambiente computacional do presente trabalho. A infraestrutura provê conectividade para cerca de 6.000 computadores, e possui aproximadamente 19.000 alunos, 1.500 funcionários e 1.400 professores. A conexão com a *Internet* da UFJF possui velocidade de 1Gbps.

As videoaulas produzidas pelo CEAD, Centro de Educação a Distância da UFJF, são produzidas para os discentes dos cursos de ensino a distância, distribuídos atualmente em sete cursos de graduação e nove de pós-graduação. O presente artigo tem como objeto de estudo apenas as mídias de Licenciatura em Física e da pós-graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensino Básico, devido a boa quantidade e regularidade de acesso. Não se encontram padrões nas características técnicas das mais de cem mídias do estudo, como por exemplo resolução ou taxa de *bits*. A Tabela 1 traz um exemplo de duas mídias produzidas pelo CEAD com padrões de codificação totalmente diferentes entre si.

Tabela 1. Exemplo de diferenças entre mídias

| Nome do arquivo | FISICA_11     | aula_03        |
|-----------------|---------------|----------------|
| Resolução       | 300x264       | 640x480        |
| Duração         | 5m21s         | 1n55s          |
| Video           | vp6f, 755kb/s | flv1, 2000kb/s |
| Áudio           | mp3, 44,1kHz  | aac, 48kHz     |
| Quadros/s       | 24            | 25             |
| Tamanho         | 29MB          | 24MB           |

Os sistemas internos do CEAD indicam que a velocidade de conexão com a *Internet* nos polos de apoio aos alunos da educação a distância é de 1Mbps, e o acesso particular à banda larga é escasso ou inexistente na maioria das cidades que possuem os polos de apoio. Tais fatos geram problemas no consumo das mídias, que em geral levam muito tempo para serem baixadas pelos consumidores. Logo, todos os parâmetros de transcodificação das mídias nesse trabalho levaram em consideração o perfil e características da rede do discente de educação a distância.

Os primeiros testes de codificação e segmentação das mídias objetivaram avaliar e selecionar parâmetros e ferramentas adequadas. Os primeiros testes foram feitos com os softwares ffmpeg, que transcodificou a mídia original em várias mídias de diferentes características técnicas, e o MP4Box foi o programa

responsável pela segmentação nos moldes do MPEG-DASH. Os resultados não foram satisfatórios, pois os testes indicaram falhas na reprodução de algumas mídias, nos reprodutores dash.js e dash.as. Esse último reproduutor foi descartado dos próximos testes por ser capaz de reproduzir apenas vídeos no formato H.264 com áudio HE-AAC, além de depender de *plugins* para execução.

Outra opção analisada foi a geração de áudio Ogg Vorbis e vídeo WebM, ambos pelo ffmpeg. Os testes indicaram que a versões testadas do ffmpeg não foram capazes de segmentar corretamente os arquivos de vídeo. As mídias executam corretamente por apenas alguns poucos milissegundos.

Após exaustivos testes, foi encontrada uma solução para a transcodificação e segmentação das mídias. Nessa solução há espaçamento fixo entre os quadros I, ou seja, um GOP (*group of pictures* – grupo de imagens) de tamanho fixo entre as várias mídias geradas. A marcação de *cue points* também é importante para que o reproduutor não falhe na execução da mídia. Sem tal padronização ocorreram os mais variados problemas na transcodificação, segmentação e execução das mídias. O tamanho do GOP escolhido foi de 150 quadros, justificado pelo conteúdo das mídias, que na maioria são gravações com câmera fixa. Foram gerados dois vídeos. O primeiro possui taxa de 50kbps e 240 pontos de largura, com altura ajustada de modo a manter a proporção original. O segundo vídeo possui o dobro de taxa de bits e 360 pontos de largura. O áudio é armazenado em arquivo separado. O dash.js foi o reproduutor escolhido por sua boa estabilidade e aderência aos padrões. A Figura 1 ilustra um resultado dos testes feitos, onde a parte esquerda mostra uma captura de tela da mídia antes de ser transcodificada e segmentada, e a parte direita traz a captura do vídeo resultante com 360 pontos de largura e 100kbps.



Figura 1. Exemplo de mídia pré e pós transcodificada

As taxas de *bits* para a transcodificação levaram em conta o perfil computacional do discente, de modo a não haver compressão que gera prejuízo ao aprendizado. Não há detalhes relevantes no aspecto visual da mídia que foram perdidos no processo, e em média o tamanho do arquivo diminuiu consideravelmente, conforme se discute na próxima seção.

#### 4. IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO

A implementação da solução proposta passa por detalhes na automatização do processo, como por exemplo a verificação de detalhes técnicos da mídia. Toda a automatização do processo foi feita através de *shell script* e da linguagem PHP. A automatização inclui testes de verificação da mídia, como por exemplo verificação de metadados e de presença de som. A Figura 2 exibe um exemplo de transcodificação feita via *script*.

```
ffmpeg26 -y -i "${1}" -an -vcodec libvpx -keyint_min 150 -g 150 -vb 50k \
    -quality good -cpu-used 0 -vf "scale=trunc(oh*a/2)*2:240" -f webm \
    ${folder}/${file}_50.webm
if [ ! -z ${has_sound} ]; then
    ffmpeg26 -y -i "${1}" -vn -acodec libvorbis -b:a 96k -f webm \
        -dash 1 ${folder}/${file}_96k.webm
fi
```

Figura 2. Transcodificação da mídia

O processo de transcodificação e segmentação modifica a URL da mídia. Logo, é necessário que se busque e substitua as ligações encontradas na base de dados do MOODLE, plataforma de ensino a distância utilizada pela UFJF. A busca e substituição é feita por meio de expressões regulares nas tabelas convenientes, conforme ilustra a Figura 3.

```
if (is_tag_object($row_mdlcoursesections['summary'], $match))
    $pattern_to_change = '#<object(?:\s+[^>]+)?>(.*)</object>#s';
else
    $pattern_to_change = $pattern;
$row_mdlcoursesections['summary'] = preg_replace($pattern_to_change,
    $base_link.$row_hash['hash'],$row_mdlcoursesections['summary'],1);
```

Figura 3. Atualização das ligações na plataforma MOODLE

As mídias são encontradas então como ligações no MOODLE, e na página de exibição da mídia, que possui o reprodutor dash.js, há também uma ligação para baixar a mídia em maior resolução e taxa de *bits*, conforme mostra a Figura 4.



Figura 4. Página web de execução da mídia

Os impactos do processo de transcodificação e segmentação das mídias são investigados por meio de um estudo de caso e de avaliações no ambiente computacional. O estudo de caso, conforme indica Yin (2015) é recomendável, pois há pouco controle sobre o objeto de pesquisa e variáveis do ambiente, além de ser uma investigação empírica baseada em indícios de diferentes fontes, com uma visão holística da solução proposta.

O estudo foi feito com treze participantes, de diferentes níveis de formação acadêmica. O único requisito para a seleção dos participantes foi o consumo, mesmo que eventual, de mídias pela web.

Sete dos treze participantes possuem o segundo grau completo, e o resto se divide entre diversas áreas do ensino superior, formados ou ainda não. A pesquisa descritiva do estudo se deu por meio de entrevista, com análises quantitativas e qualitativas para posterior investigação de possíveis falhas e causas de insatisfação no consumo pelos participantes. As perguntas feitas aos participantes são listadas na Figura 5, onde os números entre colchetes representam o quantitativo geral de respostas dadas àquele item.

1. Qual é a periodicidade do seu consumo de mídia pela web?  
 [9] Diária [2] Algumas vezes na semana [1] Algumas vezes no mês [1] Diariamente
2. Qual é a velocidade do seu *link de Internet* no momento do consumo das mídias?  
 [2] Maior do que 20Mbps [3] Entre 10 e 20 Mbps [2] Entre 5 e 10 Mbps [5] Entre 1 e 5 Mbps [1] Abaixo de 1Mbps
3. Você teve algum problema na execução das mídias?  
 [0] Nas duas [0] Na primeira [2] Na segunda [11] Não
4. Numa escala de 1 a 5, onde 1 é o pior e 5 é o melhor, qual a sua avaliação geral da mídia 1?  
 [1] 1 [2] 2 [8] 3 [2] 4 [0] 5
5. Numa escala de 1 a 5, onde 1 é o pior e 5 é o melhor, qual a sua avaliação geral da mídia 2?  
 [0] 1 [0] 2 [2] 3 [6] 4 [5] 5
6. Comparando as mídias apresentadas, qual seria a sua preferência de consumo como material de estudo?  
 [1] Prefiro muito mais a mídia 1 do que a mídia 2  
 [3] Prefiro mais a mídia 1 do que a mídia 2  
 [3] Indiferente  
 [3] Prefiro mais a mídia 2 do que a mídia 1  
 [3] Prefiro muito mais a mídia 2 do que a mídia 1

Figura 5. Perguntas conduzidas no estudo de caso

Conforme indica a Figura 5, o estudo de caso mostra que a maioria dos participantes possuem um bom nível de familiaridade com o consumo de mídias pela *web*. Além disso, verifica-se um amplo espectro de velocidade de *Internet* entre os participantes, o que dá uma certa heterogeneidade ao grupo.

A pergunta “Você teve algum problema na execução das mídias?” tem relação direta com a satisfação do usuário, e principalmente dá suporte a investigação de problemas. Os participantes que responderam de forma positiva relataram problemas em alguns momentos do *seek* da mídia. Os testes verificaram que algumas implementações do dash.js apresentavam o problema. A partir disso, foi escolhida uma versão do dash.js que apresenta um desempenho satisfatório na execução do conjunto de mídias.

As perguntas de número 4 e 5 revelam melhor avaliação da mídia 1, que é a mídia “original”, isto é, a mídia sem a transcodificação e segmentação proposta pelo presente trabalho. Tal avaliação era esperada, em vista da conexão de alta velocidade a *Internet* da maioria dos participantes. Porém, em análise às respostas, observa-se que as melhores avaliações da mídia 2, a mídia transcodificada e segmentada nos padrões MPEG-DASH, são dadas por participantes que possuem velocidade de conexão com a *Internet* similar a média dos discentes de educação a distância.

Antes da última questão a ser feita aos participantes, foi introduzido brevemente o método de estudo na educação a distância, de modo a inserir o participante no contexto dos alunos. As respostas de preferência pela mídia 1 foram dadas exclusivamente pelos participantes que possuem velocidade de conexão com a *Internet* maior do que 10Mbps.

Resumidamente, quando se compara a satisfação dos usuários que possuem velocidade de conexão com a *Internet* similar à da maioria do público-alvo das videoaulas, percebe-se que a solução dada pelo artigo é benéfica para o consumidor.

Já no ambiente computacional, os maiores impactos são relativos ao espaço ocupado em disco e a consequente transmissão dos arquivos via *Internet*. A relação de tamanho entre as mídias originais e as transcodificadas e segmentadas no padrão MPEG-DASH é ilustrada de forma geral na Figura 6.

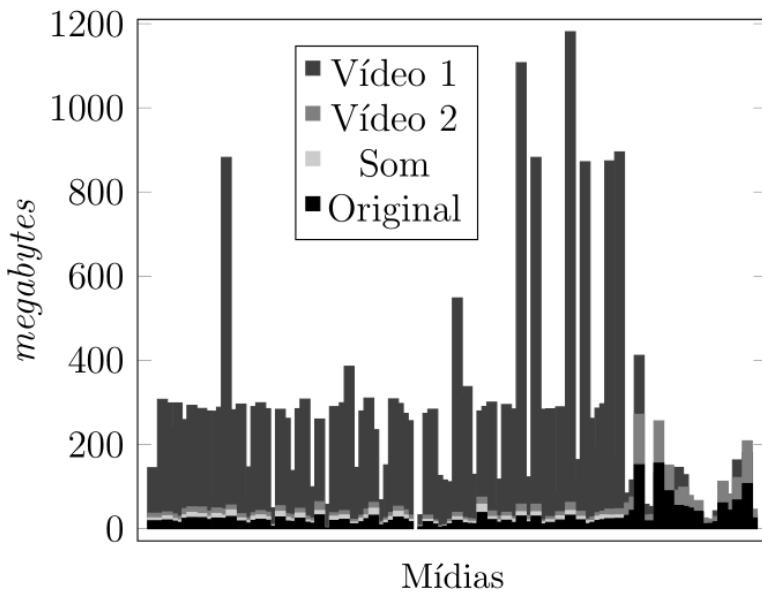


Figura 6. Relação de tamanho entre os arquivos originais e mídias pós transcodificação e segmentação

A mídia original foi transcodificada para *download*, no intuito de padronizar o processo de transcodificação entre as mídias, e evitar, em alguns casos a alta taxa de *bits* da mídia em detrimento a sua pequena resolução. Então houve substancial diferença de tamanho ocupado, conforme mostra a Figura 7.

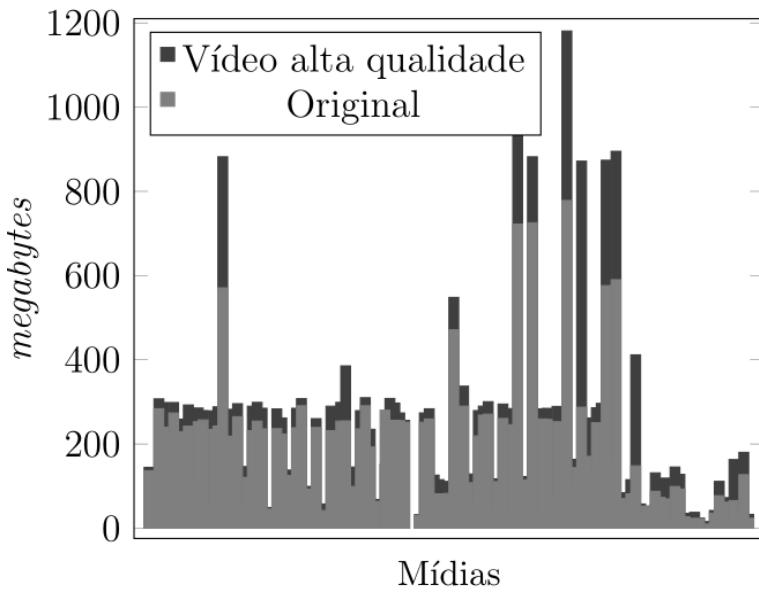


Figura 7. Relação de tamanho entre os arquivos originais e mídias transcodificadas em “alta qualidade”

A média da diferença pode ser visualizada na Figura 8, que ilustra, na barra superior, a média do tamanho das mídias transcodificadas para *download*, 78%. A barra central indica a porcentagem média de tamanho ocupado do vídeo de 100kbps no padrão MPEG-DASH, e ocupa cerca de 18% de espaço em relação à média de tamanho das mídias originais, e a barra inferior traz informações da média de tamanho, 9% em relação às mídias originais, do vídeo de 50kbps. No total, há uma demanda maior de espaço em relação às mídias originais para a solução proposta. Com o áudio, o espaço em disco ocupado fica em 122% com relação ao espaço em disco utilizado pelas mídias originais.

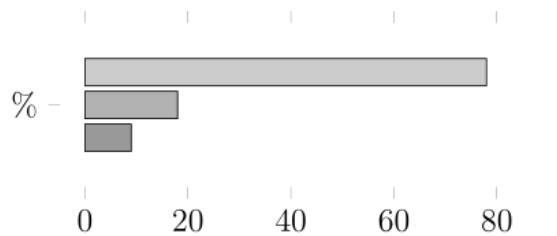


Figura 8. Porcentagem de tamanho em relação à mídia original

Porém, a relação entre o tamanho das mídias e o consumo de banda é provavelmente diferente, pois não foi possível obter dados exatos do quanto das mídias se consumiu nos anos de 2013 e 2014. É possível que o consumidor tenha requisitado a mídia e não completado o *download*. O impacto no consumo de banda no ambiente computacional pode ser então comparado pelo *log* sumarizado de acesso, onde se procura indicativos de falhas no consumo da mídia, conforme ilustra a Figura 9.

```
179.192.131.169 - - [20/May/2015:15:40:21 -0300] "GET /roa/12/LEI_DAS_MALHAS_COM_B_parte_II.flv HTTP/1.1" 301 439 "-" "Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; WOW64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, likeGecko) Chrome/43.0.2357.65 Safari/537.36" "-" 179.192.131.169 - - [20/May/2015:15:41:01 -0300] "GET /roa/12/LEI_DAS_MALHAS_COM_B_parte_II.flv HTTP/1.1" 301 410 "-" "VLC/2.0.5 LibVLC/2.0.5" "-" 179.192.131.169 - - [20/May/2015:15:41:24 -0300] "GET /roa/12/LEI_DAS_MALHAS_COM_B_parte_II.flv HTTP/1.1" 301 410 "-" "VLC/2.0.5 LibVLC/2.0.5" "-" 179.192.131.169 - - [20/May/2015:15:41:54 -0300] "GET /roa/12/LEI_DAS_MALHAS_COM_B_parte_II.flv HTTP/1.1" 301 439 "http://www.ceed.ufjf.br/roa/12/" "Mozilla/4.0 (compatible; MSIE 8.0; WindowsNT 6.0; Trident/4.0)" "-"
```

Figura 9. Tentativas de acesso à mídia

A Figura 9 indica fortemente um padrão de tentativas mal sucedidas no consumo da mídia. O IP requisitante pertence a um provedor que historicamente não faz nenhum tipo de tradução de endereço, de modo a criar uma rede privada na qual vários clientes dividem o mesmo IP. No exemplo da Figura 10 foram feitas tentativas de consumo da mídia de três agentes de usuário diferentes. Os arquivos de *log* de sistemas da mesma subrede não indicam falhas de conectividade ou problemas de rede.

O padrão indicado se repete frequentemente nos arquivos de *log* do ano de 2015, e a análise desses arquivos indicam que pelo menos 8% dos acessos às mídias do Centro de Educação a Distância da UFJF possuem comportamento semelhante, evidência de que essas mídias não são consumidas a contento. Outro dado de interesse, que fortalece a evidência dos problemas em decorrência do tamanho da mídia é que as mídias menores, de até 300MB possuem cerca de 6% do padrão de acesso discutido, enquanto as mídias de maior tamanho possuem cerca de 13% dos acessos nesse padrão.

Houve uma nova análise após a disponibilização das mídias no padrão MPEG-DASH. Em seis meses, verificou-se que o padrão discutido anteriormente foi encontrado em 3% dos acessos. Os números do ano de 2015 não podem ser comparados diretamente com a taxa de 2016, visto que a cada ano as mídias são consumidas por diferentes alunos.

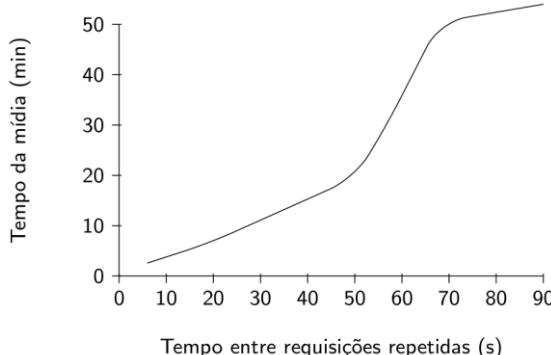


Figura 10. Relação entre o tempo de consumo da mídia e o tempo de requisições repetidas

Outra análise de interesse é feita em relação às requisições de mídias não transcodificadas pelo presente trabalho. A análise relaciona o tempo de consumo esperado da mídia, isto é, a sua duração, e o tempo de requisições repetidas pelo mesmo consumidor a essa mídia. O cliente deve, idealmente, requisitar a mídia somente uma vez e consumi-la até o fim, fato que destoa completamente da Figura 10. A Figura ilustra, na grande maioria dos casos, a impossibilidade de se ter consumido a mídia com sucesso, pois para isso seria necessário exceder a capacidade nominal de tráfego no *firewall* do CEAD, que é de 100Mbps. Foram contabilizadas apenas três ou mais requisições repetidas de mídia.

As diferentes análises, tanto do estudo de caso quanto dos impactos no ambiente computacional apontam problemas, relacionados principalmente à transmissão das mídias. Apesar da impossibilidade de contabilizar as desistências de acesso por parte dos alunos ao longo do curso, é de conhecimento dos autores que o número desse tipo de desistência é, no mínimo, alarmante. A análise dos arquivos de *log* corrobora com essa hipótese, e a solução proposta trouxe avanço significativo para o consumidor da mídia, e pode atrair o interesse de maior produção de mídias pelos docentes. As conclusões dos impactos das mudanças são encontradas na próxima seção.

## 5. CONCLUSÕES

O consumo de mídias pela *web* é crescente e preocupa provedores desse tipo de conteúdo, pois a quantidade de banda utilizada é grande. O MPEG-DASH é uma tecnologia de *streaming* adaptativo que acaba por gerar uma certa economia de banda, por entregar conteúdo de acordo com a capacidade do cliente e não prescindir da carga da mídia completa para a execução.

O artigo trouxe um estudo de transcodificação e segmentação de mídias voltadas ao ensino a distância de uma universidade pública brasileira. Algumas alternativas de transcodificadores, segmentadores e reprodutores foram testadas, sempre com foco no aluno consumidor do conjunto de mídias apresentado. As diferentes técnicas utilizadas deixaram claro que a documentação do processo ainda é incompleta, o que motivou exaustivos testes, de modo a lidar com os erros ao longo das tentativas.

A solução proposta foi discutida, e colocada à prova através de um estudo de caso, que indicou bons níveis de satisfação no consumo das mídias no padrão MPEG-DASH. Foram analisados impactos no ambiente computacional e no acesso às mídias. Os resultados das análises indicam diminuição considerável de problemas no consumo das mídias, e os fatos apresentados ao longo do trabalho indicam que a encontrada é viável e vantajosa, principalmente para o consumidor da mídia.

## REFERÊNCIAS

- Akhshabi, S. et al, 2011. An experimental evaluation of rate-adaptation algorithms in adaptive streaming over HTTP. *Proceedings of the second annual ACM conference on Multimedia systems*, pp. 157–168.
- Begen, A. et al, 2011. Watching video over the web: Part 1: Streaming protocols. *Internet Computing, IEEE*, Vol. 15, No. 2, pp. 54–63.
- Babu, S. et al, 2015 Real time implementation on media presentation description for MPEG-DASH. *i-Manager's Journal on Software Engineering, iManager Publications*, v. 9, n. 3, p. 11.
- Detti, A. et al., 2016. Tracker-assisted rate adaptation for MPEG DASH live streaming. *IEEE INFOCOM 2016-The 35th Annual IEEE International Conference on Computer Communications*. pp. 1–9.
- De Cicco, L e Mascolo, S., 2010. *An experimental investigation of the Akamai adaptive video streaming*. Springer.
- Rodrigues, R. et al., 2016. MPEG DASH-some QoE-based insights into the tradeoff between audio and video for live music concert streaming under congested network conditions. *Eighth International Conference on Quality of multimedia Experience (QoMEX)*. pp. 1–6.
- Sandvine, 2014. *Global Internet Phenomena Report*. Disponível em <<https://www.sandvine.com/downloads/general/global-internet-phenomena/>>
- Timmerer, C., et al., 2015. Live transcoding as streaming-as-a-service with MPEG-DASH. *IEEE International Conference on Multimedia & Expo Workshops (ICMEW)*, pp. 1-4.
- Yin, R, 2015. *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*. Bookman editora, Porto Alegre, Brasil.
- Yitong, Liu. et al, 2013. A study on Quality of Experience for adaptive streaming service. *IEEE International Conference on Communications Workshops (ICC)*, pp. 682-686.

# IMPEACHMENT DE DILMA ROUSSEFF: CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES A RESPEITO DA INFLUÊNCIA DAS GRANDES REDES DE COMUNICAÇÃO SOBRE OS USUÁRIOS DO TWITTER

Felipe de Oliveira Sampaio, Adriana Cesário de Faria Alvim e Vânia Maria Félix Dias

*Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO*

*Av. Pasteur, 458 - Urca, Rio de Janeiro - Brasil*

## RESUMO

No contexto mundial de uso cada vez mais frequente das redes sociais como ambiente de debate sobre temas importantes da sociedade, abrindo espaço de participação para cidadãos que antes não tinham esse acesso à informação ou o tinham de forma precária, cresce a importância de avaliar a pluralidade de opiniões nesses ambientes. Este trabalho tem como objetivo investigar a influência das redes tradicionais de comunicação – grupos historicamente ligados a mídias anteriores à era da internet, como TV, rádio e jornal impresso – nas postagens associadas a temas políticos no Brasil. Para isso, foram feitas coletas de postagens da rede social Twitter com o termo “impeachment” nas datas de 15/Dez/2015 – véspera do julgamento no STF sobre o rito do processo de *impeachment* – e 19/Abr/2016 – dia da chegada desse processo no Senado Federal – seguidas do uso de técnicas de análise derivadas do estudo das redes sociais para identificar (1) a força da influência das grandes redes de comunicação tradicionais nos comentários das redes sociais de microblogs e (2) a medida dessa influência comparada às opiniões individuais ou de pequenos grupos. Logo, apresentar-se-ão neste trabalho resultados são preliminares, já que o estudo está em andamento com outros termos e datas.

## PALAVRAS-CHAVE

Redes Sociais, Twitter, Política, Comunicação

## 1. INTRODUÇÃO

Com o uso cada vez mais frequente das redes sociais como ambiente de debate sobre temas importantes da sociedade, abrindo espaço de participação para cidadãos que antes não tinham esse acesso à informação ou o tinham de forma precária, cresce a importância de avaliar a pluralidade de opiniões nesses ambientes. Estudos anteriores como os desenvolvidos por A.Livne (2011), De Melo (2014), A.Prado (?) e J.P.Serra (2003) mostram como o tema tem sido abordado no ambiente acadêmico.

Ademais, pesquisa realizada pela Pew Research Center (2014), avaliando o grau de utilização de redes sociais em países emergentes, demonstrou que, no Brasil, 75% dos indivíduos adultos (acima de 18 anos) consultados acessam redes sociais diariamente. Ainda de acordo com a mesma pesquisa, a socialização é o objetivo mais frequente desses adultos, com 89% de citações, e a obtenção de notícias sobre política vem em 2º lugar, com 58% de respostas, empatado numericamente com o interesse na obtenção de novidades na área de saúde, porém acima da frequência de outros interesses, como busca por trabalho (40%), compras (31%) ou cursos online (21%). Ainda que se possa afirmar que 2014 tenha sido um ano politicamente atípico devido à realização de eleições presidenciais, merece destaque o interesse da sociedade, demonstrado nessa referida pesquisa, por assuntos políticos no uso da internet.

Esse moderno ambiente de intensa interação através das redes sociais é desafiante para os grupos tradicionais de comunicação, como jornais impressos, TV e rádio, pois, no passado, havia uma nítida barreira de entrada a novos grupos de comunicação concorrentes, que precisavam de recursos consideráveis para a montagem de estruturas de disseminação (grande número de profissionais, equipamentos caros, grande quantidade de papel), além da autorização governamental para o início das operações, como definido em lei nacional específica (E.Rebouças, M.Martins, 2007).

Nesse contexto, o presente trabalho propõe a seguinte reflexão:

- Qual a força da influência das grandes redes de comunicação tradicionais nos comentários das redes sociais de microblogs ?

- Em que medida essa influência se compara em relação às opiniões individuais ou de pequenos grupos ?

A escolha das redes sociais de microblogs como universo de pesquisa para este estudo exploratório vem de sua característica principal: espelhar, com relativa rapidez, o pensamento de um número considerável de usuários sobre diversos temas, em textos que, pela quantidade pequena de palavras, podem ser melhor analisados de forma automatizada, como na identificação de URLs e/ou palavras-chave no conteúdo.

Dentro do universo de aplicativos de redes sociais de microblogs, a escolha do Twitter como fonte de dados para este estudo se dá por sua grande popularidade no Brasil, sendo a referência no mundo quando se trata de redes sociais de microblog. Apesar das características de popularidade e rapidez em espelhar os assuntos importantes para a sociedade estarem presentes também na rede social Facebook, sua política de acesso às postagens é consideravelmente restritiva, com a justificativa de preservar a privacidade dos usuários, motivo pelo qual não foi considerada para este estudo.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os dados coletados neste trabalho serão representados numa estrutura de *grafo*. Um grafo  $G=(V;E)$  é um conjunto finito não-vazio  $V$  de  $n$  vértices e um conjunto  $E$  de  $m$  arestas, que são pares não-ordenados de elementos distintos de  $V$ .

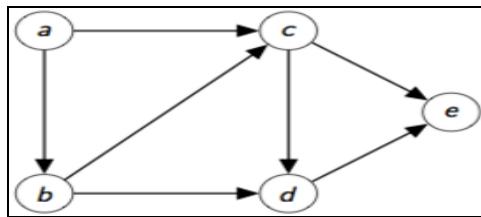


Figura 1. Representação Visual de um Grafo Direcionado

O *grau* de um vértice  $v \in V$ , denotado por  $g(v)$ , corresponde ao número de vértices ou arestas adjacentes a  $v$ . Vértices de grau zero recebem a denominação de *isolados*. Num grafo de arestas direcionadas, como mostrado na figura 1, temos: *grau de entrada* – representando a quantidade de arestas que terminam em  $v$ ; e *grau de saída* – quantidade de arestas que saem de  $v$ .

Um *caminho* em um grafo é uma sequência finita de  $k$  vértices  $v_1, v_2, \dots, v_{k-1}, v_k \in V(G)$ ,  $k \geq 1$ , tal que  $(v_j, v_{j+1}) \in E(G)$ ,  $1 \leq j \leq k-1$ ,  $k \leq n$ . Um grafo é *conexo* se tem a seguinte propriedade: para cada par  $v_1, v_2$  de seus vértices, existe um caminho com origem  $v_1$  e término  $v_2$  ou vice-versa. Uma *componente conexa* de um grafo  $G$  é qualquer subgrafo conexo maximal de  $G$ . O adjetivo *maximal* significa que, se  $H$  é componente conexa de  $G$ , então não existe um grafo conexo  $H'$ , tal que  $H \subset H' \subseteq G$ , ou seja, não existe subgrafo conexo  $H'$  de  $G$ , tal que  $H$  é subgrafo próprio de  $H'$  (Newman, M.E.J., 2010).

Na figura 2, é mostrado um exemplo de grafo com sua componente conexa maximal agrupando os vértices de 0 a 6. Os vértices 7 e 8 desse mesmo exemplo são considerados isolados.

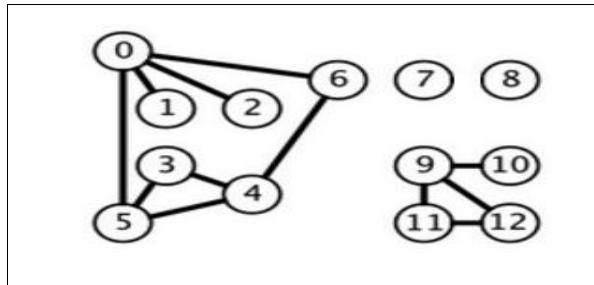


Figura 2. Componente Conexa Máxima (Vértices de 0 a 6) e Vértices Isolados (7 e 8)

### 3. METODOLOGIA

Para definir mais especificamente o grupo de interesse deste estudo, estabeleceram-se, como “grandes redes de comunicação tradicional”, as redes de comunicação que, nos últimos anos, se destacaram como principais fontes de informação nos meios de distribuição anteriores à era da internet, como jornais, revistas e/ou TV.

Utilizou-se neste estudo a ferramenta NodeXL (<http://nodeXL.codeplex.com>). Esse *software* é um módulo de expansão da planilha Microsoft Excel, que tem como funcionalidade principal a análise de tabelas representativas de grafos. Essa escolha se deu, pois o NodeXL acessa internamente a API (*Application Program Interface* – Interface de Programação de Aplicativos) de busca do Twitter para localizar os comentários associados a determinados filtros, como palavras-chave, intervalo de data da postagem ou sua origem geográfica.

Um destaque importante é que, por sua imensa base de dados, o Twitter limita o período sobre o qual se está fazendo a coleta a entre 6 e 9 dias antes da data da busca. Isso contribui para a importância deste estudo, já que as coletas nas datas escolhidas não poderão ser repetidas futuramente com essa técnica.

Ademais, dependendo do filtro de busca, o número limite de 18 mil comentários – outra restrição imposta pela API de busca do Twitter – é atingido apenas com as postagens dos últimos minutos. Para reduzir a possibilidade de avaliações incorretas que essa limitação poderia trazer, foram geradas coletas em datas distintas.

O termo de busca “impeachment” foi escolhido por este ser um dos temas mais comentados dentro e fora das redes sociais no Brasil, pelo início do processo de *impeachment* da então presidente da república Dilma Rousseff. As datas escolhidas foram 15/12/2015 – por anteceder o julgamento no STF sobre o rito do processo de *impeachment* – e 19/04/2016 – dia da chegada desse processo no Senado Federal.

A partir dos dados coletados, serão calculadas as seguintes informações:

1) URLs mais citadas: lista dos *links* mais referenciados nas postagens, para identificar se houve uma elevada frequência na referência a algum conteúdo que tenha origem em uma das redes de comunicação mais tradicionais. As URLs que estiverem no topo da lista de quantidade de referências terão seu conteúdo analisado para se obter informação sobre sua inclinação de opinião. Nas situações de URLs encurtadas, foi utilizada sua versão expandida.

2) Canais mais influentes: de todas as URLs referenciadas nas postagens, extraiu-se seu domínio original para identificar sua fonte. Com isso, foi possível identificar os canais mais influentes que tiveram seu conteúdo mais referenciado em URLs. Além disso, variações de um mesmo domínio, como “globo.com” e “oglobo.com” serão tratadas como um domínio único.

3) Análise gráfica: seja um grafo  $G = (V, E)$ , definido por um conjunto  $V$  de vértices – representando um conjunto de usuários – e um conjunto  $E$  de arestas direcionadas ligando pares de vértices, com seu sentido partindo do vértice que respondeu ou redirecionou uma postagem para o vértice que emitiu a postagem original. Esse grafo  $G$  terá as seguintes métricas calculadas e analisadas:

a) Vértices em componente única – número de vértices na maior componente conexa do grafo. A integração da rede será considerada maior conforme esse número se aproxima do total de vértices  $V$ .

b) Grau de Entrada – indica a quantidade de referências (arestas) a um usuário (vértice). Essas referências podem representar postagens de resposta ou encaminhamentos de postagens desse usuário.

c) Grau de Saída – representa a quantidade de postagens (arestas) emitidas por um usuário (vértice).

### 4. ANÁLISE DOS DADOS

Tabela 1. Resumo da Busca pelo Termo “Impeachment” em 15/12/2015

| Termo de busca: <b>Impeachment</b> - Data: <b>15/12/2015</b> |                    |                     |                   |                                   |           |
|--|--------------------|---------------------|-------------------|-----------------------------------|-----------|
| Arestas (postagens)  | Arestas duplicadas | Vértices (usuários) | Vértices isolados | Máx. vértices em componente único | Diâmetro  |
| <b>17.464</b>  | <b>0</b>           | <b>10.315</b>       | <b>3.068</b>      | <b>6.767</b>                      | <b>13</b> |

A busca no dia 15/12/2015 (Tabela 1) coletou um total de 17.464 postagens, sem a ocorrência de arestas duplicadas (usuário X respondendo ou encaminhando mais de uma vez postagem de um usuário Y). Um total de 10.315 vértices (usuários emissores/receptores) foram localizados, com um máximo de 6.767 conectados em um componente único e com 3.068 isolados (usuários que apenas emitiram *posts* que não receberam

nenhuma referência). Esses números mostram uma rede de conexão relativamente forte, já que a quantidade de 6.767 vértices conectados em uma das componentes conexas do grafo chegou próximo do máximo de 7.247, número formado pela subtração do total de vértices (10.315) com a quantidade de vértices isolados (3.068). Isso indica que a maioria dos usuários dessa coleta referenciou postagens de um mesmo grupo de emissores, já que a existência de outras componentes conexas levaria a um menor número máximo de vértices conectados em componente único.

A análise das URLs citadas gerou os dados mostrados na Tabela 2. A coluna “citações” mostra a quantidade de postagens em que a URL do domínio em questão foi citada. Com isso, os domínios foram classificados em ordem descendente desse valor. Já a coluna “Perc” e “Acum.” mostram, respectivamente, o percentual de citações em relação ao total de postagens em que foi citada alguma URL (7.803) e a soma acumulada desse mesmo percentual.

Tabela 2. Domínios das URLs Citadas na Coleta pelo Termo “Impeachment” no dia 15/12/2015

| Domínio            | Citações | Perc  | Acum.  | Domínio                         | Citações | Perc  | Acum.  |
|--------------------|----------|-------|--------|---------------------------------|----------|-------|--------|
| globo.com          | 734      | 9,41% | 9,41%  | www.oantagonista.com            | 286      | 3,67% | 39,23% |
| uol.com.br         | 567      | 7,27% | 16,67% | oledobrasil.com.br              | 185      | 2,37% | 41,60% |
| veja.abril.com.br  | 539      | 6,91% | 23,58% | blogs.correiobrasiliense.com.br | 163      | 2,09% | 43,69% |
| www.implicante.org | 510      | 6,54% | 30,12% | estadao.com.br                  | 162      | 2,08% | 45,76% |
| www.brasil247.com  | 425      | 5,45% | 35,56% | www.tijolaco.com.br             | 160      | 2,05% | 47,81% |

Apesar de o domínio “globo.com” ter sido o mais citado, com 9,41% das referências em postagens, é possível identificar certo equilíbrio com os outros principais domínios; com o domínio “uol.com.br” representando 7,27%, “veja.abril.com.br” com 6,91% e os domínios “www.implicante.org” e “www.brasil247.com”, respectivamente, contemplando 6,54% e 5,45% das citações de URLs.

Ainda no tema das URLs citadas, na Tabela 3, foram identificadas as primeiras cinco URLs em ordem de quantidade de referências. As duas últimas colunas trazem a quantidade de postagens e o percentual do universo total da coleta.

Tabela 3. URLs mais Citadas na Coleta pelo Termo “Impeachment” no dia 15/12/2015

| Class | URL  | Posts         | % Relat |
|-------|--|---------------|---------|
|       | <b>Total Geral</b>   | <b>17.464</b> |         |
| 1     | http://www.implicante.org/blog/denuncia-gravissima-governo-condiciona-verba-de-escolas-de-bh-por-votos-contra-impeachment-de-dilma/    | 364           | 2,08%   |
| 2     | http://oledobrasil.com.br/prevendo-possibilidade-de-impeachment-dilma-se-rotegeu-de-queda-com-camisa-fluminense/                       | 187           | 1,07%   |
| 3     | http://tijolaco.com.br/blog/merval-eduardo-cunha-nada-tem-a-ver-com-o-impeachment/   | 150           | 0,86%   |
| 4     | http://epoca.globo.com/tempo/filtro/noticia/2015/12/apos-pedido-de-impeachment-avaliacao-sobre-governo-de-dilma-piora-em-pesquisa.html | 114           | 0,65%   |
| 5     | http://youtu.be/zvQuzgO1m6Q?a  | 96            | 0,55%   |

Mais uma vez se demonstra uma considerável segregação, com a URL mais referenciada sendo citada por apenas 2,08% das postagens da coleta. O conteúdo da página relacionada apresenta denúncia contra o partido da Presidente da República sobre um alegado uso da máquina pública para pressão por votos contra o *impeachment*. A URL segunda colocada, referenciada por 1,07% das postagens, traz conteúdo humorístico favorável ao *impeachment*. Já a terceira colocada, contemplando 0,86% das postagens, é a primeira que traz conteúdo contrário ao impedimento da Presidente, comentando sobre possíveis contradições nos comentários de um jornalista famoso por sua posição favorável ao *impeachment*. A quarta, do site da revista Época, apresenta dados de queda de avaliação da Presidente Dilma. Por fim, a quinta URL é um vídeo postado na rede social Youtube, mostrando um desentendimento entre manifestantes favoráveis ao *impeachment*, que faziam uma passeata, e outros contrários, em menor número, que estavam no caminho.

Seguindo o estudo sobre a coleta, dessa vez sob a ótica dos vértices do grafo (usuários), computaram-se os resultados da Tabela 4. Os vértices estão ordenados pelo indicador “grau de entrada”, indicando a quantidade de postagens relacionadas (respostas ou encaminhamentos).

Tabela 4. Análise de Vértices Emissores na Coleta pelo Termo “Impeachment” no dia 15/12/2015

| Usuário              | Seguidores | Tweets  | Grau de entrada | Grau de saída |
|----------------------|------------|---------|-----------------|---------------|
| Pablo Villaça        | 44.436     | 109.719 | 511             | 3             |
| Olé do Brasil        | 147.596    | 28.145  | 425             | 1             |
| Blog do Noblat       | 627.500    | 150.479 | 352             | 1             |
| luan vinicius lovato | 131.147    | 133.622 | 305             | 1             |
| JOTA                 | 21.737     | 10.870  | 258             | 1             |

Os indicadores mostram como um enfoque no emissor do conteúdo, e não no conteúdo em si (como nas análises das URLs citadas), pode trazer resultados que mostram outros importantes influenciadores de postagens sobre o tema coletado. Os resultados mostram uma presença mais evidente de pessoas físicas nas primeiras posições, como o historiador Pablo Villaça, com 511 postagens associadas, na primeira posição da lista, e o jornalista Noblat, com 352, na terceira colocação. Poderia ser feita uma associação com o fato de esses dois usuários serem ligados a grandes grupos de comunicação (revista Veja/Abril e jornal O Globo, respectivamente), mas, logo em seguida, aparecem usuários não diretamente relacionados a grupos tradicionais, como Luan Vinícius Lovato.

Observou-se também uma grande dispersão entre os usuários emissores das postagens. Somando o indicador de grau de saída dos dez principais vértices listados na tabela 4, tem-se a quantidade de arestas associadas de 4.112, o que dá apenas 23,5% do total de arestas do grafo (17.464). Analisando-se em mais detalhes o restante dos vértices, viu-se que uma grande quantidade deles – 10.052 – tinha grau de saída menor ou igual a dez. Entretanto, excluindo-se os 6.052 vértices que tiveram grau zero de saída (emitiram postagens, mas não foram referenciados por nenhum outro usuário), chega-se ainda à quantidade considerável de 4.000 vértices que tiveram respostas ou encaminhamento a postagens de sua autoria. Todos esses números demonstram uma grande dispersão de pontos disseminadores sobre o tema coletado, sem um usuário único centralizando a maioria das referências. Essa informação, somada ao já observado elevado número de vértices em componente único, esclarece o formato da rede como sendo o padrão, já citado anteriormente, de grande grupo de emissores centrais.

Ademais, outra informação que é possível extrair dos dados é o baixo grau de saída dos líderes em graus de entrada. Entre os dez primeiros, o grau de saída só foi maior que um no primeiro colocado e ainda assim com valor muito baixo (três). Considerando que o indicador de grau de saída se refere a postagens emitidas no universo da coleta em estudo, é possível verificar que a quantidade de referências a postagens de um emissor, na grande maioria das vezes, não tem relação com a quantidade de postagens originadas por ele. O único emissor com uma quantidade mais destacada de postagens emitidas nessa coleta foi “VZLATAM BRASIL100PT”, com 25 postagens, mas que ficou apenas em 13º lugar em referências (grau de entrada).

Tabela 5. Resumo da Busca pelo Termo “Impeachment” em 19/04/2016

| Termo de busca: Impeachment - Data: 19/04/2016 |                    |                     |                   |                                   |           |
|--|--------------------|---------------------|-------------------|-----------------------------------|-----------|
| Arestas (postagens)                            | Arestas duplicadas | Vértices (usuários) | Vértices isolados | Máx. vértices em componente único | Diâmetro  |
| <b>20.315</b>                                  | <b>3.828</b>       | <b>13.651</b>       | <b>4.871</b>      | <b>7.638</b>                      | <b>16</b> |

A busca pelo termo “impeachment”, no dia 19/04/2016, (tabela 5) coletou um total de 20.315 postagens, dessa vez com a ocorrência de 3.828 arestas duplicadas. Já se percebe, com esses dados, uma primeira diferença em relação à coleta do mesmo tema realizada no dia 15/12/2015, com uma quantidade considerável de duplicidades de arestas, mostrando uma frequente repetição de interações dos mesmos emissores/receptores. Um total de 13.651 usuários foi identificado, com um máximo de 7.638 conectados em componente único e com 4.871 isolados. Manteve-se, assim, a característica de forte coesão, com o maior componente do grafo, chegando quase ao número de vértices formado pela subtração do total (13.651) com a quantidade de vértices isolados (4.871).

A análise das URLs citadas, após os procedimentos de expansão, extração e agregação de domínios, gerou os dados mostrados, a seguir, na Tabela 6.

Tabela 6. Domínios das URLs Citadas na Coleta pelo Termo “Impeachment” no dia 19/04/2016

| Domínio        | Citações | Perc   | Acum.  | Domínio           | Citações | Perc  | Acum.  |
|----------------|----------|--------|--------|-------------------|----------|-------|--------|
| globo.com      | 1.389    | 14,56% | 14,56% | youtu.be          | 302      | 3,16% | 53,56% |
| uol.com.br     | 1.049    | 10,99% | 25,55% | www.reuters.com   | 227      | 2,38% | 55,94% |
| fb.me          | 991      | 10,38% | 35,93% | edition.cnn.com   | 207      | 2,17% | 58,11% |
| estadao.com.br | 695      | 7,28%  | 43,21% | www.pt.org.br     | 194      | 2,03% | 60,14% |
| heyevent.com   | 686      | 7,19%  | 50,4%  | www.telesurtv.net | 181      | 1,90% | 62,04% |

A partir desses dados, é possível verificar, novamente, o grupo Globo na dianteira das citações, dessa vez com uma posição ligeiramente mais destacada que a posição na coleta do mesmo termo realizada em 15/12/2015, com uma quantidade total de 1.389 citações, representando 14,56% do universo das postagens que fazem referência a alguma URL externa, acima dos domínios seguintes “uol.com.br” e “fb.me”, ambos na faixa entre 10 e 11% das citações. A presença do domínio “fb.me” na 3<sup>a</sup> posição é uma diferença marcante em relação aos domínios listados na Tabela 2, referentes à busca em 15/12/2015. Esse domínio é da conhecida rede social Facebook e está presente nas URLs que apontam para páginas de seus usuários. Sua considerável quantidade identificada nessa coleta indica que, nessa data específica, o conteúdo gerado por usuários do Facebook ganhou bastante relevância como fonte de informação nas postagens do Twitter, chegando muito próximo de ser o fornecedor de conteúdo externo mais influente. Há que se considerar que o Facebook tem predomínio de pessoas físicas, mas também possui usuários que são representantes de grandes grupos empresariais, então não se pode inferir que apenas pela maior presença de domínios “fb.me” exista maior participação de pessoas físicas.

Com relação às URLs citadas, ordenadas por quantidade de referências, temos a Tabela 7, a seguir.

Tabela 7. URLs mais Citadas na Coleta pelo Termo “Impeachment” no dia 19/04/2016

| Class | URL   | Posts         | % Relat |
|-------|---|---------------|---------|
|       | <b>Total Geral</b>  | <b>20.315</b> |         |
| 1     | http://politica.estadao.com.br/blogs/fausto-macedo/oab-rio-vai-ao-supremo-contra-bolsonaro/   | 289           | 1,42%   |
| 2     | https://justcoz.org/  | 203           | 0,99%   |
| 3     | http://oglobo.globo.com/brasil/e-de-chorar-de-vergonha-diz-barbosa-sobre-votacao-do-impeachment-19128198  | 190           | 0,93%   |
| 4     | http://g1.globo.com/politica/processo-de-impeachment-de-dilma/noticia/2016/04/dilma-descer-rampa-do-planalto-para-receber-apoio-de-ato-de-mulheres.html                                       | 157           | 0,77%   |
| 5     | http://noticias.uol.com.br/politica/ultimas-noticias/2016/04/19/tiririca-nega-encontro-com-lula-e-diz-que-voto-pelo-impeachment-veio-do-coracao.htm?utm_source=twitterfeed&utm_medium=twitter | 134           | 0,66%   |

Também nessa coleta, a análise do conteúdo das principais URLs referenciadas não mostra uma concentração perceptível de alguma página nas postagens. A mais citada, com 289 referências (1,42% das postagens), é um artigo de um blog divulgando uma ação judicial iniciada pela OAB-Rio (Ordem dos Advogados do Brasil) contra o deputado Jair Bolsonaro. A segunda página, com 203 citações (0,99% das postagens), é aparentemente um site de divulgação de causas; nesse caso, não sendo possível precisar se o conteúdo consultado no momento em que este estudo foi feito é o mesmo da época da coleta, já que houve um considerável espaço de tempo entre as duas datas. Já terceira URL mais referenciada, com 190 citações (0,23% das postagens), é uma matéria do jornal “O Globo” divulgando a opinião do ex-ministro do STF, Joaquim Barbosa, com pesadas críticas à votação do *impeachment* na Câmara dos Deputados.

Sob a ótica dos vértices do grafo (usuários), computaram-se os resultados da Tabela 8. Os vértices estão ordenados pelo indicador “grau de entrada”, indicando a quantidade de postagens relacionadas (respostas ou encaminhamentos).

Tabela 8. Análise de Vértices Emissores na Coleta pelo Termo “Impeachment” no dia 19/04/2016

| Usuário       | Seguidores | Tweets  | Grau de entrada | Grau de saída |
|---------------|------------|---------|-----------------|---------------|
| Estadao       | 4.142.113  | 200.307 | 505             | 1             |
| jornaloglobo  | 4.296.426  | 226.173 | 362             | 1             |
| blogdopim     | 90.937     | 15.569  | 355             | 2             |
| senadorcaiado | 139.771    | 31.929  | 350             | 0             |
| g1            | 8.081.092  | 441.514 | 316             | 1             |

Logo, os resultados demonstram uma relativa continuidade no padrão observado na coleta do dia 15/12/2015, com algumas pessoas físicas aparecendo entre as primeiras posições no número de referências (grau de entrada). Manteve-se, também, a característica de grau de saída baixo, dessa vez inclusive para todos os dez primeiros colocados, mostrando alto potencial de influência em poucas postagens feitas pelos emissores.

É marcante, ademais, que os cinco primeiros usuários dessa tabela não apareceram nas primeiras posições da coleta anterior mostrados na tabela 3. Isso indica uma alta rotatividade no protagonismo de referências nas postagens. Essa avaliação deve ser feita com cuidado, considerando que a imposição de limite temporal à coleta pode fazer com que seus resultados sejam influenciados por notícias atípicas de grande repercussão nacional geradas pelos emissores.

Mais uma vez, observou-se a grande dispersão entre os usuários emissores das postagens. Somando o indicador de grau de saída dos vinte principais vértices listados na tabela 6, temos a quantidade de arestas associadas de 4.317, o que dá apenas 21,2% do total de arestas do grafo (20.315). No restante dos vértices, viu-se que uma grande quantidade deles – 13.428 – tinha grau de saída menor ou igual a 10. Excluindo-se os 8.074 vértices que tiveram grau zero de saída (emitiram postagens, mas não foram referenciados por nenhum outro usuário), chega-se ainda à quantidade considerável de 5.354 vértices que tiveram respostas ou encaminhamentos de postagens de sua autoria, ainda demonstrando uma grande presença de pontos disseminadores sobre o tema coletado.

## 5. CONCLUSÃO

A partir da análise dos dados gerados pela busca do termo “impeachment”, nos dias 15/12/2015 e 16/04/2016 pôde-se observar que a influência das redes tradicionais de comunicação, nesse tema e datas específicas, ainda é bastante considerável, mas não de forma claramente dominadora como se poderia imaginar a partir de sua influência histórica anterior à internet. Pelas métricas obtidas, foi possível ver que essas redes tradicionais ainda têm seu conteúdo muito referenciado através de citação a URLs de seus domínios, por usuários do Twitter. Entretanto, esse protagonismo é restrinido (1) quando se observa que uma boa parte dos conteúdos referenciados são de páginas pessoais (Facebook, por exemplo) ou de canais não relacionados a essas redes e (2) quando o enfoque é a métrica que classifica os usuários que centralizaram os debates sobre o assunto, com postagens mais referenciadas por outros. Seguindo este último indicador, o que se viu foi uma presença forte de pessoas físicas nas primeiras posições de influência.

Como as coletas realizadas se referiram a um só termo de busca e em duas datas específicas, uma continuação da investigação com outros termos e outras datas trará uma redução de riscos quanto a um possível viés nos resultados. Entretanto, nos universos utilizados neste estudo, foi possível observar uma positiva concorrência no protagonismo de influência no Twitter, com pessoas físicas e grupos fora do *mainstream*, oferecendo um desafio crescente às redes tradicionais de comunicação nessa nova arena onde todos têm o mesmo potencial de disseminação de informações.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPERJ (projeto E-26/203.446/2015 - BBP) pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

- A Livne, Mp Simmons, E Adar, La Adamic, 2011. *The Party Is Over Here: Structure and Content in the 2010 Election.* ICWSM - aaai.org
- A.Prado, R.S. Brito, ?. *A vez dos donos da voz: reflexões acerca do jornalismo on-line.* UFPA – Belém.
- B.C.L. Ferreira, 2013. *A influência das mídias sociais na divulgação de um evento: um estudo de caso sobre o evento Experiencie.* ufrgs.br.
- De Melo, B. J. A., 2014. *Sobre o Twitter como Rede de Discussões Políticas em Tempo Real no Brasil.* Unirio.

- D Hansen, B Shneiderman, M.A. Smith, 2010. *Analyzing social media networks with NodeXL: Insights from a connected world*. umd.edu.
- D.S. De Negreiros, 2010. *Mídia e política: a metamorfose do poder*. Mneme-Revista de Humanidades.
- E Rebouças, M Martins, 2007. *Evolução da regulamentação da mídia eletrônica no Brasil*. ubi.pt.
- E Rebouças, 2009. *Estratégia retórica dos “donos” da mídia como escudo ao controle social*. Líbero - revistas.univerciencia.org.
- E.U. Cervi, M.G. Massuchin, 2010. *O uso do twitter nas eleições de 2010: O microblog nas campanhas dos principais candidatos ao governo do Paraná*. ufba.br.
- JP Serra, 2003. *A transmissão da informação e os novos mediadores*. livroslabcom.ubi.pt.
- Kim, J., Lee, E., Choi, J., Bae, Y., Ko, M., Kim, P., 2014. *Monitoring social relationship among Twitter users by using NodeXL*. dl.acm.org.
- Mislove, A., Marcon, M., Gummadi, K.P., Druschel, P., Bhattacharjee, B., 2007. *Measurement and analysis of online social networks*. dl.acm.org
- Newman, M.E.J, 2010. *Networks: An Introduction*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Otte, E., Rousseau, R., 2002. *Social network analysis: a powerful strategy, also for the information sciences*. Journal of information Science.
- Pew Research Center, 2014. *Online activities in emerging and developing nations*. <http://www.pewglobal.org/2015/03/19/2-online-activities-in-emerging-and-developing-nations>.
- Smith, M.A, Shneiderman, B., Milic-Frayling, N., 2009. *Analyzing (social media) networks with NodeXL*. dl.acm.org.
- Wasserman, S., Faust, K., 1994. *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge University Press.

# COMPARTILHAMENTO DE INFORMAÇÕES E CONHECIMENTO ENTRE PARES UTILIZANDO ALINHAMENTO ONTOLÓGICO NEGOCIADO

Leandro Pupo Natale e Nizam Omar

*Universidade Presbiteriana Mackenzie*

*Rua da Consolação, 896, São Paulo, SP – Brasil – CEP: 01302-907*

## RESUMO

As novas Tecnologias de Informação e Comunicação estabeleceram novas formas de compartilhamento de Informações e Conhecimento de forma a permitir que se construam Redes Sociais para diversos fins como o Facebook, Twitter, Whatsapp, Linkedin, Researchgate etc., bem como ofertas de novos serviços como Carona (Uber, Cabify, EasyGo); Moradia (Airbnb, HouseTrip); Cloud Computing (SaaS, MaaS, PaaS). Esses compartilhamentos dependem de um provedor, administrador, corretor, etc. que tem poder sobre essas Informações, Conhecimento e Recursos. Este trabalho apresenta um modelo de Compartilhamento de Informações e Conhecimento entre Pares com uma negociação Ponto a Ponto utilizando Alinhamento Ontológico através de uma interlíngua. A solução apresentada WProfile fornece aos usuários a gestão do conhecimento de seu repositório multimídia através de uma Rede Semântica. Este gerenciamento e designação de significado e conhecimento contido em cada recurso é de responsabilidade do dono desse repositório. A partir da interação com outros usuários, a plataforma fornece assistência para a criação de uma interlíngua, alinhando os significados comuns entre os pares.

## PALAVRAS-CHAVE

Web Semântica, Alinhamento ontológico, Compartilhamento de Informações

## 1. INTRODUÇÃO

Uma nova forma de economia está ganhando alcance mundial; devido ao aumento da preocupação com o consumo excessivo está havendo uma procura por novas formas de produção sustentável e diminuição do impacto ecológico nas ações dos seres humanos. Esta conscientização tem trazido à tona uma discussão sobre a mudança de valores relacionados ao consumo da sociedade através do uso de tecnologias que permitem, de forma mais simples, o compartilhamento, troca, aluguel, empréstimo, uso compartilhado de diferentes produtos em escalas nunca antes alcançáveis. Desta forma, o consumo colaborativo unido às novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) cria novas alternativas e possibilidades para o desenvolvimento de plataformas de apoio a soluções colaborativas.

A Internet como um facilitador das comunicações interpessoais, proporcionou o aumento do volume de transferências e compartilhamento de informações, serviços, produtos e bens entre membros de comunidades virtuais. Este meio de comunicação tem atuado também como facilitador para a comunicação entre usuários e repositórios de dados, diminuindo desta forma a necessidade de mídias portáteis, ficando toda a informação armazenada na “nuvem”.

As tecnologias semânticas estão se tornando a chave para gestão de conhecimento desta grande quantidade de dados produzidos, armazenados e compartilhados por diversos sistemas como buscadores, sistemas de gestão de redes sociais, sistemas de recuperação de informação, sistemas gestores de anúncios publicitários, dentre outros.

Os dados coletados pelos Sistemas de Informação (SI), associados a diversos tipos de aplicativos, como vídeos, fotos, postagens e arquivos compartilhados em redes sociais, etc, permitem que os conteúdos utilizados nessas transações ofereçam uma riqueza de conhecimentos sobre os diferentes domínios envolvidos.

Entretanto estes dados são, em sua essência, heterogêneos, e como visto, distribuídos em repositórios de informações distintos. Analisar, integrar e gerenciar todos estes dados de forma que possam transmitir alguma informação, de forma a possibilitar a extração de conhecimento destas bases, é um dos mais complexos desafios computacionais (Seligman et al, 2010; Halevy et al, 2005; Bernstein, 2008; Natale, 2008).

A Web Semântica (Berners-Lee, 2001) como extensão ou camada de conhecimento adicionada à web tradicional, permite que toda a informação trafegada possa ser organizada, automaticamente, de acordo com seu significado. Isto possibilita que agentes computacionais e humanos interajam entre si de forma cooperativa.

A tecnologia móvel e seus diversos aplicativos de interação social tem tornado o compartilhamento de comportamentos (Epstein et al, 2016; Munson, 2012), dados (Epstein, 2016; Li, 2011; Page, 2010) e engajamentos (Halevy, 2005; Page, 2010; Guha, 2013) mais populares e necessários para o sucesso de novas aplicações tornando sua utilização ubíqua (Epstein et al, 2015).

Analizando a interação social através de aplicativos como *FitBit*, *Spotify*, *Whatsapp*, *Telegram*, etc, identifica-se diferentes necessidades e motivos que levam aos seus usuários a compartilhar diferentes tipos de informações e recursos multimídia. Entretanto o compartilhamento de informações em aplicativos como *Spotify*, *Fitbit* são simples compartilhamentos de informações básicas, e sem a inclusão de detalhes ou maiores informações que melhor descrevam os dados.

Desta forma, aplicativos genéricos para acesso a redes sociais (por exemplo: *Spotfy*, *Instagram*, *Whatsapp*, *Twitter*, etc) permitem compartilhamento de recursos de mesma natureza (imagens, fotos, vídeos, etc), mas de diferentes domínios ou classificações sem a adição de nenhuma camada semântica ao recurso. Em alguns casos (*YouTube* e *Facebook*) pode haver a possibilidade de inclusão de informações genéricas, mas sem a devida categorização, pois utilizam um senso comum podendo causar falha no real significado individual de cada recurso.

Algo semelhante ocorre com aplicativos e redes sociais que possuem mecanismos de *timeline*, em que cada usuário pode postar diferentes informações. Neste tipo de aplicação o conteúdo e informação a ser postada é muito mais abrangente e diversificada.

Nestes casos cada usuário possui um entendimento, uma percepção e uma definição sobre cada tipo de recurso compartilhado. Estas definições são diferentes para cada usuário. Para que haja uma comunicação mais eficiente, é necessário que haja uma negociação das definições de cada conceito entre pares de usuários, criando desta forma uma interlíngua de comunicação automática.

A tarefa de integração automatiza destes dados semânticos para análises precisas, integrações sistêmicas, sociais e semânticas, possui muitas incertezas inerentes. Estas incertezas surgem, como visto anteriormente, devido ao formato de representação dos metadados nos diferentes aplicativos e repositórios, e das técnicas utilizadas para representação de tais informações (Berners-Lee, 2001). Gruber (1993) propôs a especificação formal da conceptualização dos dados através de domínios de interesses, denominando o resultado deste processo de Ontologia.

Este trabalho permeia os diferentes aspectos citados nos parágrafos anteriores, explorando a motivação das pessoas em participarem de projetos relacionados ao consumo colaborativo e economia de compartilhamento, através da criação da plataforma WProfile (Natale, 2013), apresentada na figura 1. Esta plataforma permite o compartilhamento de recursos multimídia de uma forma mais específica: ponto a ponto entre usuários de redes sociais.

Este compartilhamento se dá através da criação de uma camada ontológica do conteúdo dos recursos multimídia cria-se uma camada semântica, para que de forma automática, negociada e individualizada o compartilhamento de recursos ocorra mais facilmente entre cada usuário.

Desta forma, esta plataforma pode ser plugada a diferentes tipos de aplicações como: gerenciadores de arquivos na nuvem e ambientes para redes sociais, permitindo um gerenciamento otimizado dos recursos a serem compartilhados; criando novos relacionamentos dinâmicos através de uma interlíngua semântica entre os usuários.

A plataforma WProfile, como demonstrado na figura 1, fornece aos usuários a gestão do conhecimento de seu repositório multimídia através do significado contido em cada recurso armazenado. Assume-se que o gerenciamento e a designação de significado e conhecimento contido em cada recurso é de responsabilidade do dono deste repositório, a melhor pessoa para executar tal tarefa. A partir da interação com outros usuários, a plataforma fornece assistência para a criação de uma interlíngua, alinhando os significados locais aos significados dos demais usuários do sistema. Em contraste, ferramentas e plataformas similares disponibilizadas por grandes empresas como *Google*, *Facebook*, etc se propõem a classificar o significado do

conteúdo de recursos utilizando um senso comum, o que muitas vezes pode não estar completamente alinhado com o real significado dado pelo dono do repositório.

A criação das interlínguas, na plataforma WProfile, utiliza como base o modelo WKI (*Web Knowledge Integration*) (Natale, 2013) que permite a criação de um modelo formal de conceitos, através de linguagens de descritivas como RDF (*Resource Description Language*) (RDF, 2016) e OWL (*Web Ontology Language*) (OWL, 2016).

O compartilhamento de recursos é realizado individualmente, de acordo ao significado individual a respeito de um tema para cada parceiro. Esta integração do conhecimento das diferentes bases de conhecimentos integradas através do WKI, é realizado através de mecanismos de alinhamento ontológico.

O alinhamento de ontologias foi definido originalmente (Noy and Musen, 1999) como um método para estabelecer uma tradução automática entre duas ontologias. Um mapeamento direto um-para-um pode, muitas vezes, não expressar a conceptualização completamente (Noy and Musen, 1999). O WKI promove emparelhamentos de melhor qualidade, através da utilização de uma interlíngua criada a partir da interação dos criadores das ontologias.

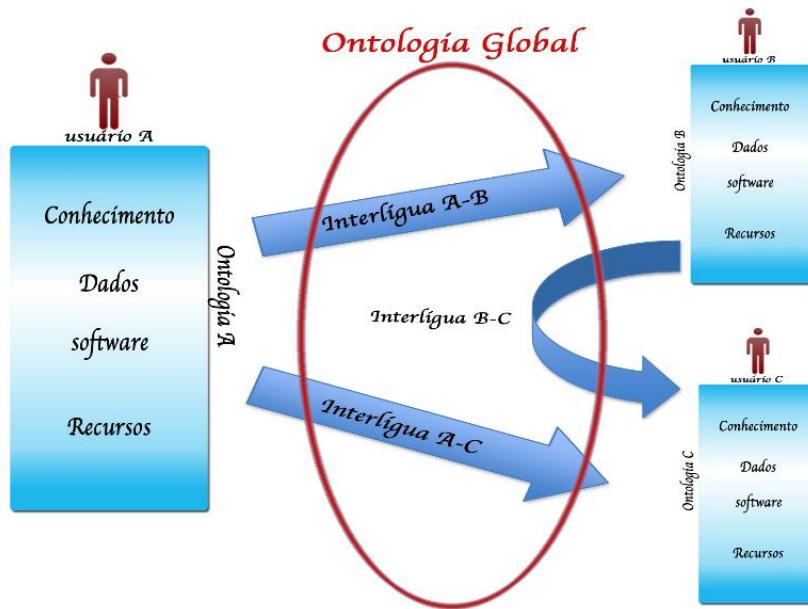


Figura 1. Arquitetura WProfile para integração semântica e compartilhamento de recursos ponto a ponto. (Natale, 2013)

Desta forma, o WKI pode ser resumido como composto por um modelo de taxonomia de ontologias a serem alinhadas, algoritmos utilizados para extração e criação de ontologias, algoritmos de alinhamento ontológico e um conjunto de operadores que promovem a interação dos criadores de cada ontologia. Este algoritmo é utilizado como centro operacional dentro da arquitetura da plataforma WProfile (Natale, 2013).

Será apresentado neste artigo modelo de alinhamento do WKI, e como ele foi implementado na arquitetura WProfile, e os casos de teste utilizados para validação da implementação.

## 2. BACKGROUND

O problema do emparelhamento de ontologias, em essência, é encontrar a correspondência entre atributos de duas ou mais ontologias. Este problema de encontrar atributos correspondentes possui uma dificuldade inerente, pois a semântica dos termos não podem ser completamente definida por cada uma das Ontologias. Cada Ontologia possui um significado específico para cada termo, assim, através da integração ontológica, a definição de cada termo se torna mais completa.

Apesar de uma Ontologia se propor a expressar ou representar computacionalmente um ou vários conceitos de um determinado domínio, existem aspectos vinculados diretamente através da estratégia computacional de representação do conhecimento em meio digital para cada domínio.

Este problema pode ser analisado sob um aspecto estrutural e representacional, em que as ontologias candidatas a serem emparelhadas, quase nunca possuem estruturas semelhantes. Esta questão é ainda mais determinante quando se trata de ontologias dinâmicas, criadas por usuários, que não necessariamente possuem a experiência como a de um gestor de conhecimento (Ding et al, 2015).

Mesmo pessoas especializadas em um determinado domínio e com experiência na disciplina de gestão e representação do conhecimento, podem criar diferentes representações de um mesmo domínio, pois estas pessoas possuem experiências, hábitos e características diferentes.

Diferentes técnicas de emparelhamento têm sido proposta como forma de integração de ontologias de diferentes domínios. Estas técnicas utilizam como base, principalmente, a utilização de processos de *merge* de estruturas (Ding et al, 2015; Hong, 2015), alinhamento de estruturas, emparelhamento baseado em relações sociais de usuários, emparelhamentos baseados no compartilhamento de dados de cada usuário (Shklovski , 2015). Neste último caso sem levar em consideração a semântica dos termos (Shvaiko, 2013; Asiaee, 2015).

O Método FIONA (Kachroudi et al, 2015) se propõe a realizar alinhamentos semi-automáticos baseados em relacionamentos pré-existentes, utilizando representações ontológicas descritas em RDF. Este método supõe que um especialista já tenha identificado previamente os termos ou relacionamentos candidatos para o alinhamento. Desta forma, é possível notar que ele não trará vantagens em sua utilização com usuários leigos na disciplina de gestão de conhecimento, ele não terá vantagens.

Focado no processo de alinhamento e *merge* de Ontologias, o PROMPT (Noy and Musen, 1999) analisa a estrutura de relacionamentos de conceitos emparelhados na própria vizinhança. O PROMPT utiliza como parâmetros iniciais um conjunto de classes, criadas com base na similaridade de nomes. Após este passo, existe uma interação com o usuário, de forma a direcionar o alinhamento ou *merge* dos termos das ontologias. A termos e seus vizinhos são avaliados continuamente a cada interação visando otimizar o processo de alinhamento ontológico.

Semelhantemente ao PROMPT, o método ONIONS (*ONtological Integration Of Naive Sources*) (Steve et al, 1998) cria alinhamentos ontológicos, de forma supervisionada, diretamente entre os meta-dados das diferentes ontologias envolvidas.

O projeto FOAF (*Friend-of-a-friend*) (Brickley, 2012) se baseia no poder das redes sociais, propondo-se a representar os atores e laços sociais entre eles. Este projeto permite a modelagem de atores através de atributos como nome, e-mail, endereço, listas de interesse, entre outros. Ontologias baseadas nesta conceptualização podem ser independentes de aplicação permitindo o compartilhamento e colaboração semântica entre agentes computacionais.

Documentos criados com base nos *namespaces* do FOAF podem ser combinados facilmente, da mesma forma que outros projetos baseados em especificações *linked-data* (Ehrig, 2006), permitindo uma simples integração ontológica.

O método Personas (Salma et al, 2012) se propõe a representar computacionalmente usuários de um serviço ou produto. A ontologia *FOAF-Persona* (Salma, 2012), descreve arquétipos de pessoas baseadas em seus objetivos, características, habilidades, experiências, etc. Os indivíduos baseados nesta ontologia são classificados em seis categorias baseadas no relacionamento das pessoas com produtos ou sistemas utilizados. Os relacionamentos entre as classes ontológicas são criadas com base em propriedades definidas pelo RDF, desta forma este método também possui simplicidade na integração ontológica, entretanto, apenas entre ontologias do mesmo domínio.

Analizando documentos associados a ontologias, o método FCA-Merge (Stumme and Maedche, 2001), considera um conjunto de documentos do domínio das ontologias a serem emparelhadas. Este método, primeiramente, extrai conceitos destes documentos para utilizá-los como elementos a partir dos quais, as ontologias serão emparelhadas.

Existem diferentes abordagens para integração de conhecimento e documentos, como a utilizada pelo e-Share. Esta aplicação utiliza um processo de integração manual entre diferentes grupos de usuários, através da criação de grupos de compartilhamento. Entretanto, como não é utilizada nenhuma forma para gerenciar as redes sociais criadas, não é possível realizar buscas por recursos de outros grupos compartilhados neste ambiente. Outro aspecto importante está associado ao fato de que esta ferramenta não possui mecanismos para a criação de taxonomias associadas aos dados, como forma de otimização dos processos de busca e compartilhamento de recursos.

Analizando as características de um ambiente colaborativo, os repositórios de dados locais são criados a partir dos recursos de cada usuário. Para que estes recursos possam ser armazenados de forma eficiente, de forma a permitir a criação de uma ontologia local correta, e consistente, devem ser utilizadas ferramentas especializadas em extração e recuperação de informação. Estas ferramentas devem ainda ser capazes de

trabalhar com diferentes tipos de recursos (como textos, áudio, vídeo, etc.), de forma a disponibilizar aos usuários melhores experiências e possibilidades de armazenamento das informações.

### 3. A PLATAFORMA WPROFILE E O MÉTODO WKI

Tomando como base a proposta de Grüniger (2005) com relação à integração entre máquinas e humanos através da utilização de ontologias modulares e criadas a partir de inferências semânticas baseadas em detalhes e descrições previamente armazenadas; a plataforma WProfile utiliza como base o método de integração de ontologias WKI como principal mecanismo que viabiliza o compartilhamento de recursos ponto a ponto.

O método WKI é um método de alinhamento ontológico semi-automatizado, composto por uma fase automatizada, e outra fase supervisionada. A proposta principal da abordagem deste método está em criar uma interlíngua entre duas ontologias de domínios diferentes, utilizando a supervisão de seus especialistas.

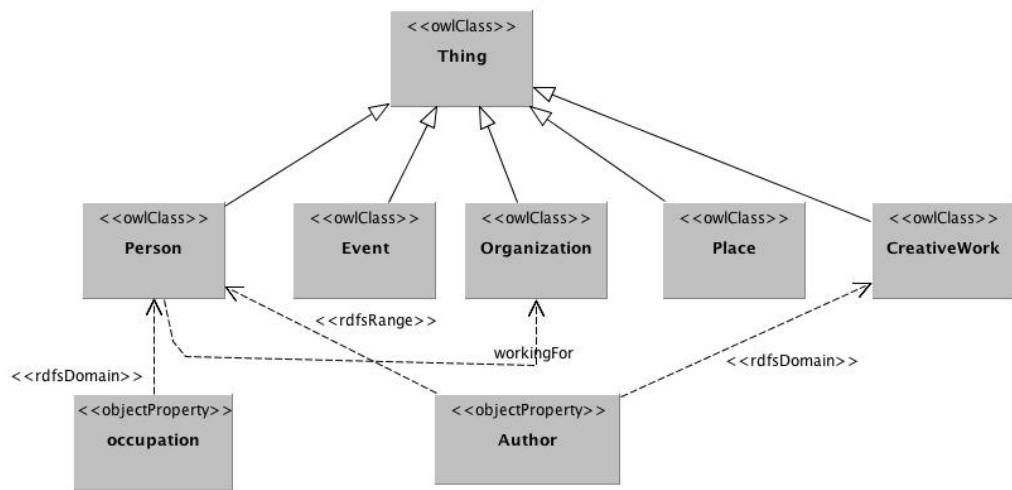


Figura 2. Principais classes da ontologia de nível superior do WKI

Este método utiliza uma ontologia de nível superior multi-domínios baseada na especificação de entidades definidas pelo Schema.org (padronização de representação de informações na web). Através desta taxonomia o WKI define classes ontológicas básicas representando conceitos naturalmente estabelecidos: Personalidade, Organização, Evento, Lugar e Trabalho Criativo, conforme figura 2. Este tipo de modelagem de possibilita a criação de ontologias locais de forma supervisionada e padronizada, facilitando a criação de interlínguas de uma forma mais natural.

O processo de criação de interlínguas entre as ontologias locais adapta dois processos importantes de alinhamento ontológico em ambientes colaborativos. O primeiro se refere ao processamento automático, semelhante ao utilizado pelo ONIONS, seguido de um segundo processo supervisionado assíncrono, realizado pelos algoritmos semânticos de inferência automático, baseado nos relacionamentos definidos pelo modelo OWL.

Desta forma, as atividades necessárias para realizar o alinhamento ontológico no WKI são descritas através das seguintes atividades:

- Atividade 1. Construção de ontologias de Nível Superior.
- Atividade 2. Construção das ontologias locais.
- Atividade 3. Análise Taxonômica.
- Atividade 4. Ampliação Ontológica Local.
- Atividade 5. Refinamento Semântico.
- Atividade 6. Seleção Ontológica.
- Atividade 7. Negociação Ontológica Multi-Local.
- Atividade 8. Criação da interlíngua.
- Atividade 9. Enriquecimento Ontológico.

Visando minimizar combinações ou *merges* incorretos, as ontologias locais são integradas em pares de entidades. O emparelhamento negociado permite a criação de um mapeamento entre os recursos compartilhados, criando uma interlíngua de integração e minimizando a incerteza destes relacionamentos.

A busca e compartilhamento de recursos multimídia dos usuários é realizada com base nas interlínguas criadas através do método WKI. Os repositórios individuais possuem uma ontologia local, responsável pela representação do conhecimento contido em cada recurso. Desta forma o WKI possibilita a interoperabilidade entre as ontologias locais de cada usuário. Após diversas interações de compartilhamento de recursos e criação de novas interlínguas, nota-se o surgimento de uma ontologia global, transversal a todos os diferentes domínios. Esta ontologia global descreve computacionalmente os conceitos de todos os repositórios de dados integrados.

#### 4. INTEGRANDO ONTOLOGIAS, MODELAGEM E ARQUITETURA

Esta sessão apresenta o ambiente WProfile com suporte à integração e compartilhamento de recursos através da utilização do método WKI. Este é um ambiente colaborativo com funcionalidades de busca e compartilhamento de recursos multimídia de acordo com o conteúdo semântico. A particularidade desta plataforma colaborativa, em comparação com outras de mesmo intento, está relacionada à forma como os recursos são encontrados e compartilhados entre seus usuários.

O WProfile permite a seus usuários incluírem recursos multimídia, todos estes representados a partir de uma ontologia de domínio. A camada ontológica criada a partir destas informações é analisada pelo WKI, em suas Atividades 2 e 3, permitindo assim uma melhor conceptualização dos recursos armazenados.

A camada ontológica realiza a ampliação da ontologia local, através do refinamento semântico dos metadados relacionados, tarefa esta realizada através da execução das Atividades 4 e 5 do WKI.

Utilizando como base a taxonomia definida pela padronização estabelecida pelo consórcio Schema.org, são definidas ontologias de diferentes domínios, possuindo também uma camada semântica para definição dos relacionamentos de seus conceitos. A plataforma suporta inicialmente apenas definições mais simples (especializadas a partir da linguagem OWL): “é um”, “não é um”, “faz parte de”, “é composto por”, “é uma sub-classe de”. Cabe a cada usuário definir o significado de cada termos, expressões ou entidade relacionadas aos seus recursos armazenados no ambiente. Estes recursos possuem um documento RDF associado contendo estas meta-informações e formando uma camada semântica básica.

Os recursos de cada usuário são categorizados e as palavras-chaves que os descrevem são armazenadas como uma lista RDF. Desta forma cada usuário, tem a possibilidade de incluir mais informações que conceituem os recursos armazenados além da utilização das entidades contidas na ontologia local.

O alinhamento das ontologias, realizado pelo WKI, inicia a partir de cada busca realizada pelos usuários no ambiente WProfile. Quando um usuário pesquisa por algum termo no ambiente, seguindo as atividades definidas pelo WKI, é verificado na ontologia local a definição e conceptualização do termo buscado. Caso seja um termo ainda não definido na ontologia local, o usuário é direcionado a realizar esta definição.

Em seguida o ambiente inicia a busca pelos termos ou atributos representativos das Entidades definidas em todas as ontologias do ambiente (Atividade 6 do WKI). Encontrando termos semelhantes, é criado uma notificação para o usuário, dono da ontologia local, informando que seus recursos foram localizados em uma busca (Atividade 7 do WKI).

O alinhamento deve ser avaliado por cada usuário, de forma a garantir que o relacionamento semântico entre as entidades ontológicas seja consistente. Cada termo e conceito são negociados, e a partir do momento que é aceito é criada uma interlíngua entre os dois indivíduos. Esta interlíngua descreve os conceitos negociados, formando o banco de dados ontológico, e facilitando a comunicação entre os indivíduos (Atividades 8 e 9 do WKI).

A figura 3 apresenta uma execução, apresentando a criação de uma interlíngua entre as ontologias locais de dois usuários. Neste caso cada usuário possui em sua ontologia local com uma entidade do tipo Personalidade definida. O Usuário B definiu a personalidade João e atribuiu o valor Senador para a propriedade ocupação. Já o usuário A define a propriedade ocupação com o valor JogadorDeFutebol para a Personalidade João. Inicialmente as ontologias não possuem qualquer relacionamento direto, para que a interlíngua pudesse ter sido criada o WProfile realizou uma busca nas ontologias locais por entidades do tipo Personalidade com valores semelhantes no atributo nome. Identificando os dois usuários, estes foram

notificados de forma a classificar a relação de suas entidades. Neste caso foi criado um relacionamento conectando as entidades Personalidade utilizando o atributo *owl:sameAs* indicando, semanticamente, serem a mesma entidade.

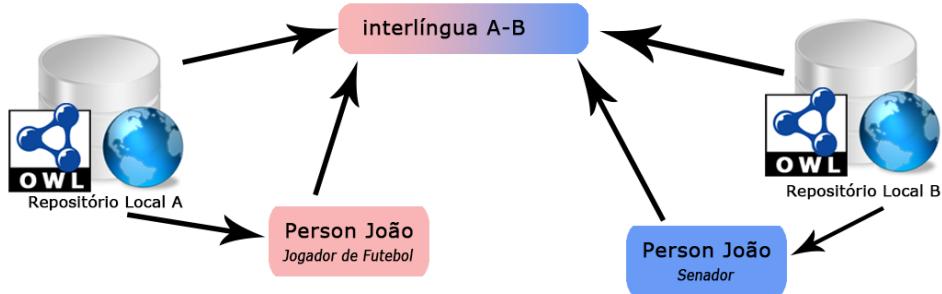


Figura 3. Representação da integração entre os usuários da plataforma WProfile

A construção de aplicações baseadas nesta arquitetura possibilitam uma maior e mais eficiente integração entre os usuários de ambientes colaborativos. A interação e o compartilhamento de recursos pode se tornar mais eficientes. Cada usuário pode criar seu profile no ambiente colaborativo, com a possibilidade de adicionar diferentes recursos multimídia com suas descrições. A interação entre os indivíduos, a partir deste ponto, pode ser gerenciada e tratada de forma mais eficiente e automática pelo ambiente.

## 5. CONCLUSÃO

Aplicações gerenciadas de interações sociais, tais como diferentes tipos de redes sociais, ambientes colaborativos, sistemas de gestão de conhecimento e aprendizado colaborativo, manipulam uma grande quantidade de dados e recursos heterogêneos. Otimizar o processo de criação de novos laços sociais entre os diversos atores através de seus recursos multimídia devem ocorrer de forma transparente e o mais automatizado possível, de forma a proporcionar uma melhor usabilidade de tais ferramentas.

A negociação do significado de conceitos, entre os usuários, para o estabelecimento de interlínguas, viabiliza a integração semântica de repositórios de dados e recursos heterogêneos com base em ontologias de nível superior. Desta forma é possível estabelecer uma rede semântica dinâmica entre os diversos atores conectados em um ambiente colaborativo, possibilitando o compartilhamento de recursos multimídia através de mecanismos mais relevantes em comparação à simples busca por coincidência de termos.

Este tipo de integração possibilita, através de uma integração ontológica, a criação colaborativa de uma ontologia global, criada a partir de todas as ontologias locais. Esta ontologia global passa a ser refinada e evolui a medida em que as ontologias locais evoluem a partir da criação e ampliação das interlínguas.

Este modelo pode ser explorado em futuros projetos, analisando a utilização de diferentes ferramentas e formatos para a representação do conhecimento. A utilização apenas de OWL e RDF como linguagens para implementação dos meta-dados de um repositório pode trazer desvantagens durante a implementação de um projeto web. Desta forma indica-se para projetos futuros a exploração de novas formas de representação de conhecimento e acesso a estes dados. A partir deste ponto também será possível mensurar a qualidade que cada tipo de integração proporciona à integração dos repositórios de dados e recursos.

## REFERÊNCIAS

- Asiaee, A.H., Minning, T., Doshi, P. and Tarleton, R.L., 2015. A framework for ontology-based question answering with application to parasite immunology. *Journal of biomedical semantics*, 6(1), p.1.
- Berners-Lee, T., Hendler, J. and Lassila, O., 2001. The semantic web. *Scientific american*, 284(5), pp.28-37.
- Bernstein, P.A. and Haas, L.M., 2008. Information integration in the enterprise. *Communications of the ACM*, 51(9), pp.72-79.
- Dong, X.L., Halevy, A. and Yu, C., 2009. Data integration with uncertainty. *The VLDB Journal—The International Journal on Very Large Data Bases*, 18(2), pp.469-500.

- Ding, G., Wang, G., Fan, C. and Chen, S., 2015, April. Schema Matching Based on Source Codes. In *International Conference on Database Systems for Advanced Applications* (pp. 86-97). Springer International Publishing.
- Ehrig, M., 2006. *Ontology alignment: bridging the semantic gap* (Vol. 4). Springer Science & Business Media.
- Epstein, D.A., Jacobson, B.H., Bales, E., McDonald, D.W. and Munson, S.A., 2015, February. From nobody cares to way to go!: A Design Framework for Social Sharing in Personal Informatics. In *Proceedings of the 18th ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work & Social Computing* (pp. 1622-1636). ACM.
- Epstein, D.A., Kang, J.H., Pina, L.R., Fogarty, J. and Munson, S.A., 2016, September. Reconsidering the device in the drawer: lapses as a design opportunity in personal informatics. In *Proceedings of the 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing* (pp. 829-840). ACM.
- Brickley, D. and Miller, L., 2012. FOAF vocabulary specification 0.98. *Namespace document*, 9.
- Guha, S. and Birnholtz, J., 2013, August. Can you see me now?: location, visibility and the management of impressions on foursquare. In *Proceedings of the 15th international conference on Human-computer interaction with mobile devices and services* (pp. 183-192). ACM.
- Gruber, T.R., 1993. A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge acquisition*, 5(2), pp.199-220.
- Grüninger, M., Hull, R. and McIlraith, S., 2005, June. A first-order ontology for semantic Web services. In *Position paper at W3C Workshop on Frameworks for semantic web services*.
- Halevy, A.Y., Ashish, N., Bitton, D., Carey, M., Draper, D., Pollock, J., Rosenthal, A. and Sikka, V., 2005, June. Enterprise information integration: successes, challenges and controversies. In *Proceedings of the 2005 ACM SIGMOD international conference on Management of data*(pp. 778-787). ACM.
- Hong, J.H. and Kuo, C.L., 2015. A semi-automatic lightweight ontology bridging for the semantic integration of cross-domain geospatial information. *International Journal of Geographical Information Science*, 29(12), pp.2223-2247.
- Kachroudi, M., Chelbi, A., Souid, H. and Yahia, S.B., 2015, October. Fiona: A Framework for Indirect Ontology Alignment. In *International Symposium on Methodologies for Intelligent Systems* (pp. 224-229). Springer International Publishing.
- Li, I., Dey, A.K. and Forlizzi, J., 2011, September. Understanding my data, myself: supporting self-reflection with ubicomp technologies. In *Proceedings of the 13th international conference on Ubiquitous computing* (pp. 405-414). ACM.
- Munson, S.A. and Consolvo, S., 2012, May. Exploring goal-setting, rewards, self-monitoring, and sharing to motivate physical activity. In *2012 6th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth) and Workshops* (pp. 25-32). IEEE.
- Natale, L.P., 2008. Utilização de banco de dados ontológicos e análise de redes sociais de cidadãos em sistemas de governo eletrônico.
- Natale, Leandro P., Omar, Nizam., 2013. Utilização de Bancos de Dados Ontológicos em Integração de Base de Dados Heterogêneas. In *International Conference on Engineering and Computer Education* (Vol. 8).
- Noy, N.F. and Musen, M.A., 1999, October. SMART: Automated support for ontology merging and alignment. In *Proc. of the 12th Workshop on Knowledge Acquisition, Modelling, and Management (KAW'99), Banff, Canada*.
- Owl. W3C (World Wide Webconsortium). Web Ontology Language (OWL): <<http://www.w3.org/TR/owl-semantics/#1>>. Acesso em: out 2016.
- Page, X.W. and Kobsa, A., 2010. Navigating the social terrain with google latitude.
- RDF - W3C (World Wide Web Consortium), Resource Description Framework (RDF) Syntax Schema Specification (Revised). <<http://www.w3.org/TR/rdf-syntax-grammar/>>. Acesso em: out. 2016.
- Salma, G., Eddine, M.E.K.K. and Sabin, M.C.B., 2012, November. Use of ontologies in modeling persona. In *Complex Systems (ICCS), 2012 International Conference on* (pp. 1-9). IEEE.
- Seligman, L., Mork, P., Halevy, A., Smith, K., Carey, M.J., Chen, K., Wolf, C., Madhavan, J., Kannan, A. and Burdick, D., 2010, June. OpenII: an open source information integration toolkit. In *Proceedings of the 2010 ACM SIGMOD International Conference on Management of data*(pp. 1057-1060). ACM.
- Shklovski, I., Barkhuus, L., Bornoe, N. and Kaye, J.J., 2015, February. Friendship maintenance in the digital age: Applying a relational lens to online social interaction. In *Proceedings of the 18th ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work & Social Computing* (pp. 1477-1487). ACM.
- Shvaiko, P. and Euzenat, J., 2013. Ontology matching: state of the art and future challenges. *IEEE Transactions on knowledge and data engineering*, 25(1), pp.158-176.
- Steve, G., Gangemi, A. and Pisanelli, D.M., 1998. Integrating Medical Terminologies with ONIONS Methodology. *Information Modelling and Knowledge Bases IX*, 9, p.1.
- Stumme, G. and Maedche, A., 2001, August. FCA-Merge: Bottom-up merging of ontologies. In *IJCAI*(Vol. 1, pp. 225-230).

# TDD APLICADO À AUTOMAÇÃO DE SISTEMAS WEB DINÂMICOS

Francisco Vitor Lopes da Frota, Daniel Alves, Robson de Oliveira Albuquerque,  
Rafael Timóteo de Sousa Júnior, Edna Dias Canedo e Dário Santos  
*UnB, Brasil*

## RESUMO

O projeto foi inicialmente idealizado na Secretaria de Orçamento Federal em convênio com a Universidade de Brasília, onde o autor trabalhou em uma equipe de testes para atender às necessidades de qualidade de software da organização. Dentre os problemas observados estavam o curto tempo de vida e dificuldade de entendimento e manutenção dos casos de testes. Essas dificuldades foram potencializadas pela linguagem usada na abordagem anterior, que funcionava com Java e Selenium.

A solução aqui apresentada abstrai tal complexidade associada a testes de interface, por meio de uma arquitetura acoplada ao framework de automação. Essa metodologia se provou eficiente, permitindo que os testes sejam criados por pessoas sem conhecimento técnico e possibilitando um maior tempo de vida para os casos de testes. Resultando em economia de esforço, diminuição da curva de aprendizado e aumento da qualidade da aplicação sobre testes.

## PALAVRAS-CHAVES

Automação de Testes, TDD, Extração de Informação, Web Scrapping

## 1. INTRODUÇÃO

Teste manual consiste na execução dos cenários de uso de uma aplicação, com o intuito de verificar se o comportamento do sistema está de acordo com as especificações dos requisitos funcionais e não funcionais. Por outro lado, os testes precisam ser re-executados a cada novo incremento ou modificação do software, uma vez que, a princípio, qualquer alteração no software pode causar um efeito colateral negativo em um componente ou módulo de um software que já havia sido previamente testado e homologado. Além disso, alguns casos de testes se mostram inviáveis para serem realizados manualmente em cenários de testes de regressão, considerando a complexidade, o esforço e o desgaste que emerge naturalmente com a execução de tarefas repetidas.

Grande parte das ferramentas para interfaces é usada para testes em páginas web, como as ferramentas (Selenium, 2016) e RFT: Rational Funcional Tester (Rational Functional Tester, 2016). Este trabalho se preocupa exclusivamente com os testes automatizados voltados para interface gráfica em um ambiente web.

Apesar de a automação de testes ter se tornado uma estratégia comum em metodologias recentes de desenvolvimento, existem algumas barreiras que reduzem as chances de sucesso na sua implementação, antes mesmo que as vantagens sejam alcançadas e a organização tenha resultados significativos. Com a intenção de diminuir a complexidade e o para automatização dos testes em um sistema, este artigo descreve um framework para gerenciar os testes automatizados. A solução apresentada usa *Test Driven Development* (TDD) aplicada a testes de interface e tem como principal objetivo a facilidade de acomodar mudanças necessárias nos casos de testes em relação ao software.

A solução apresentada usa uma linguagem de domínio específica simples que possibilita a escrita de testes antes que a funcionalidade esteja implementada, e pode ser customizada, em contraste com ferramentas como Selenium e Rational Funcional Tester, que usam uma linguagem fixa, sem a necessidade de codificação, diferentemente de outros frameworks como o Cucumber. Esta solução possibilita testar sistemas web com interface HTML com precisão que por muitas vezes não é garantida por um testador manual, usando uma linguagem de alto nível e cujas especificações são flexíveis o bastante para agir em páginas evolutivas com menos manutenção. TDD é um processo que usa um ciclo de desenvolvimento rápido onde o

teste é escrito primeiro, definindo-se entradas e saídas da funcionalidade de forma que o programador possa testar imediatamente após o término da implementação. A aplicação sobre teste terá um maior nível de qualidade em geral, de modo que os desenvolvedores são motivados a construir as funcionalidades com mais qualidade, pois o desenvolvedor só irá commitar o código após ele ser pré-testado (Nagappan,et al.2016)

Este artigo é organizado da seguinte forma: o capítulo 2 cita os problemas e os trabalhos relacionados. o capítulo 3 detalha a solução proposta. o capítulo 4 mostra o uso da solução. o capítulo 5 conclui o artigo.

## 2. TRABALHOS RELACIONADOS

Com o intuito de facilitar a criação dos casos de testes, existem ferramentas que fazem uso de conhecimentos de programação por demonstração (NEVILL, 1993), e também complementos de ferramentas chamado de *record and replay*. Ferramentas como o SeleniumIDE (Mahmud, 2010) e o Rational Funcional Tester (Rational Functional Tester, 2016), têm extensões para gerar scripts automaticamente baseados nos eventos de usuário, gerando código de teste para múltiplas linguagens de programação, tais como, Phyton, C e Java. Esta funcionalidade parece uma boa ideia a princípio, por possibilitar a criação rápida dos casos de testes e sem a necessidade de conhecimento em codificação, mas falha em entregar funcionalidades mais avançadas e dificulta a manutenção do código em fases posteriores.

Outras ferramentas como (Hametner, 2012), (Bajpai, 2016) permitem a criação de casos de teste com base em palavras chaves, no entanto essas alternativas falham em prover customização para o usuário final, de forma que a equipe tenha que ficar dependente de uma linguagem fixa.

## 3. ANÁLISE DOS PROBLEMAS

Apesar dos benefícios encontrados na automação da atividade de testes, existe grande um número de problemas encontrados quando se automatiza um sistema (Christophe, 2014) (Gandhi,2015). A organização esta melhor preparada para lidar com esses desafios/problemas quando os mesmos são estudados e analisados em fases anteriores à implementação, permitindo uma melhor escolha das ferramentas e metodologias que são utilizadas durante todo o processo de desenvolvimento.

É importante considerar a experiência dos participantes do processo de desenvolvimento com a linguagem de programação quando se usa um sistema de automação, pois na maioria das ferramentas requer conhecimentos de codificação por parte do testador para criar e manter os casos de testes, que são diretamente refletidos no custo e na duração do processo, resultando em um aumento na qualidade do produto final.

### 3.1 Dificuldade na Criação e na Manutenção de *Scripts* de Teste em Consequência da Complexidade de Linguagens de Programação

Apesar de ferramentas de automação existentes serem voltadas para engenheiros de teste em vez de para desenvolvedores, grande parte delas usa uma linguagem de programação para a criação de seus casos de testes, aumentando o preço da mão de obra do testador, uma vez que o mesmo necessitará ter conhecimento prévio de codificação, e da complexidade dos scripts gerados. Grande parte das linguagens de programação têm pequenas diferenças de sintaxe entre elas, o que dificulta a migração de uma linguagem para outra, sendo suficientemente similares para causar confusão e resultando em uma grande curva de aprendizado. Outras restrições são impostas ao criar um script, por exemplo, a linguagem de programação Java usa ";" no fim de cada comando, portanto, caso o programador esqueça desse detalhe em qualquer uma das linhas o programa não irá compilar. Pequenos detalhes como esses fazem com que os testes se tornem mais complexos e menos flexíveis.

### 3.2 Baixo Tempo de Vida dos Casos de Teste

Normalmente quando uma aplicação recebe uma evolução, os seus scripts de testes começam a falhar, na tornando-se na maioria dos casos inutilizáveis, onde é necessário muito esforço para consertar os casos de teste. Um trabalho de pesquisa realizado (Mahmud,2010) usando diversos projetos no Github [9] compara o código de testes com a evolução da aplicação, de forma que é possível notar que modificações em um sistema são diretamente relacionadas a quebras/falhas de script nos casos de testes.

As modificações nos scripts de testes são comuns e necessárias, mas em alguns casos, o impacto na execução dos testes é grande demais, ou seja, 75% dos scripts criados com o Selenium são modificados em média 3 vezes antes de serem deletados (Christophe,2014). Em alguns casos criar novamente o script é mais fácil do que corrigi-lo. Duas das maiores razões para um script quebrar/falhar são mudanças de posição em tela e em hierarquia. Realizar uma simples mudança como, colocar uma 'div' ao redor do formulário, causa quebra de 30% a 70% dos scripts associados a aquela interface.

O reparo dos scripts de teste requer muito esforço intelectual, por vezes, é necessário que o testador faça uso de alguma ferramenta de depuração HTML, como o Firebug, de forma que tenha que analisar os passos um por um e compará-los com os elementos em página.

### 3.3 Necessidade das Páginas de Teste Para Criação dos Scripts

Considerando a complexidade da estrutura das páginas e as diversas propriedades que devem ser obtidas para interagir com um elemento é comum o testador recorrer a conhecimentos de programação por demonstração e extração de propriedades de páginas, porém ambas as opções não são viáveis apara serem usadas em páginas que não estejam prontas.

Geralmente uma documentação de interface não é detalhada o bastante para permitir que o engenheiro de teste possa usá-la para a criação dos testes, detalhes como: id e estrutura HTML do formulário não são geralmente documentados. Em alguns dos casos, nem mesmo o tipo de elemento é definido, por exemplo, um formulário onde o usuário do sistema tenha que selecionar seu gênero, pode ser feito usando um combobox ou um conjunto de radiobuttons, isso pode não fazer diferença para o usuário, ou mesmo para o sistema, pois, é o mesmo dado que será repassado ao banco de dados, mas do ponto de vista de automação, tipos de elementos diferentes têm que ser localizados de maneiras distintas.

### 3.4 Soluções Disponíveis

Algumas das soluções atuais buscam resolver os problemas encontrados no escopo de testes, como o Chickenfoot (Bolin, 2015), e Cucumber (Cucumber, 2016).Elas buscam solucionar os problemas de tempo de vida e complexidade dos casos de teste. No entanto essas capacidades não estão contidas na mesma ferramenta, outros autores buscaram solucionar os problemas citados.

#### 3.4.1 *Lowering the Barriers to Website Testing with CoTester*

Scripts de teste feitos em CoTester (Mahmud,2010) são criados em texto de linguagem natural, com o objetivo de serem facilmente lidos por pessoas sem conhecimento técnico. A ferramenta oferece a possibilidade de agrupar seus testes em uma série de sub-comandos, executando-os somente quando necessário.

O maior diferencial dessa ferramenta é o uso de aprendizado de máquina para identificar os padrões de casos de teste em um determinado contexto, reconhecendo quando uma parte de um teste já tenha sido usada anteriormente, para que então seja reutilizada. Os scripts são capturados usando-se programação por demonstração, de modo a facilitar sua criação por indivíduos sem conhecimento em uma determinada linguagem de programação.

#### 3.4.2 *Translating Keyword Commands into Executable Code*

A solução apresentada no trabalho (Little, 2006) faz o uso de palavras chaves para executar comandos, simulando uma palavra-chave em um buscador web com o uso de sloppy programing (Wielemaker,2003). A ferramenta usa comandos como “click seach button” em vez de “click(findButton('Search'))”, cuja técnica, é

também usada em sistemas de acessibilidade (Monteiro, 2006). Eliminando a necessidade do uso de linguagem de programação/técnica e ignorando alguns dos erros comuns como diferenças de caixa e acentuação que são facilmente cometidos por uma pessoa.

## 4. SOLUÇÃO PROPOSTA

A ferramenta foi desenvolvida utilizando-se a linguagem de programação Java, em adição ao framework FIT (Framework for integrated test) (FIT, 2016) e à ferramenta de automação Rational Functional Tester de forma a gerenciar a automação do Siop (Sistema Integrado de Planejamento e Orçamento) do governo brasileiro. A solução é dividida em: entrada de dados, processamento de entrada, gerenciamento de automação, navegador e saída de dados. Seu desenvolvimento é justificado pelas lacunas deixadas pelas soluções similares, em que não é possível customizar o formato de script de entrada para as necessidades dos testadores, além de estender o tempo de vida dos casos de teste, permitindo maiores mudanças nas páginas antes que o script tenha que ser corrigido.

A arquitetura proposta do fluxo de execução de um script de teste é apresentada na Figura 1. A figura representa o fluxo comum de execução de um script: primeiramente o script é criado por meio da interface da solução ou importado de outras fontes (HTML, Excel, etc), para que possa ser convertido para ações (clicar um botão, preencher um campo, etc). A ferramenta de automação (RFT) extrai informações da interface da aplicação sobre testes, que juntamente com as configurações pré-definidas da ferramenta e os dados do script de teste são usadas para buscar os elementos de teste em tela, para que as ações sejam executadas. Detalhes de cada passo são exemplificados na figura 1 e descritos nas subseções seguintes.

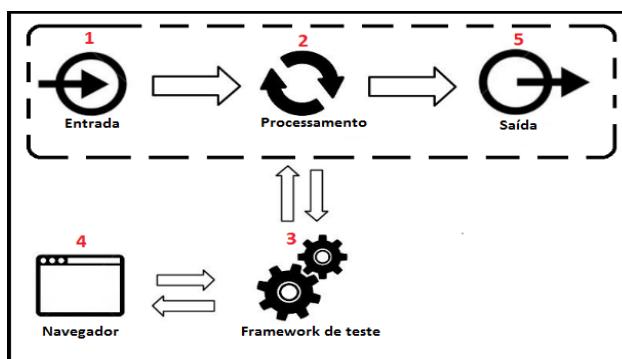


Figura 1. Fluxo de Execução de um Script de Teste no SiopFit

### 4.1 1 – Entrada de Testes

A entrada de dados na arquitetura proposta é realizada por meio do framework FIT e em formato é ondetabelas. Seu propósito original é realizar testes unitários no código fonte da aplicação, porém, no contexto dessa solução foi adaptada para automação de testes de interface.

### 4.2 2 – Processamento de Entrada

A camada intermediária para processamento de entrada de dados, converte o script juntamente com os comandos pré-configurados para executar o teste (Little, 216). A parametrização permite atender às necessidades da equipe e sua evolução de acordo com a aplicação sobre os testes, resultando em uma redução do tempo de treinamento. A arquitetura de processamento de comandos é dividida em três camadas básicas, conforme apresentado na Figura 2.

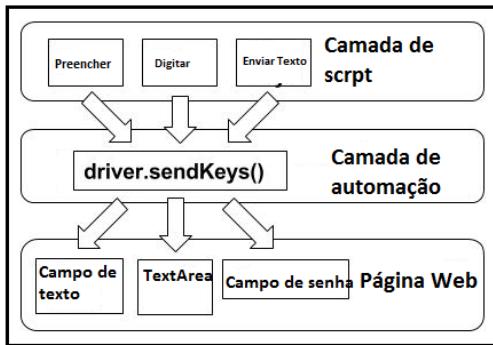


Figura 2. Exemplo de Associação de Múltiplos Elementos

A configuração dos comandos utilizados pode ser modificada com o intuito de simplificar a linguagem de teste, como, por exemplo, no caso do comando 'selecionar', que representa uma ação que poderá agir em uma combo-box ou checkbox, o script não irá mudar mesmo que o sistema troque um combobox por uma checkbox. A configuração de testes na ferramenta faz com que a complexidade da automação dos mesmos esteja internalizada, de modo que o testador não tenha que se preocupar com detalhes de localização.

### 4.3 3 – Framework de Teste

Após os comandos serem pré processados, eles serão repassados para o framework Rational Functional tester, de maneira que os objetos de testes sejam dinamicamente localizados usando-se a informação do script. A ferramenta de automação também captura informações de teste que podem ser úteis na execução e para o *status* que será exibido ao usuário. A ferramenta também executa todos os comandos no navegador. Essa solução estará apta a usar outros frameworks de automação de testes existentes, e outras linguagens de programação.

### 4.4 4 – Saída de Status de Execução

O Resultado de execução do script será baseado na tabela de script inicial de forma a indicar com cores, onde uma linha de comando verde representa sucesso, vermelho representa erro, e cinza representa um comando ignorado. Também serão exibidos detalhes de performance, tempo e do ambiente em que o teste foi configurado. Em tempo de execução é possível acompanhar o status, de modo que ele possa ver o estado atual da aplicação sobre testes sem a possibilidade de que o usuário interaja acidentalmente com ela. Os detalhes dos testes de execução são exibidos por comandos.

## 5. AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO PROPOSTA

Essa sessão irá analisar os resultados obtidos com o uso de algumas das ferramentas, indicando alguns dos problemas encontrados no processo de automação de testes. Foram realizados três testes que analisam a solução proposta, em comparação com outras soluções disponíveis e testadores manuais.

Anteriormente a implementação da ferramenta algumas outras ferramentas foram testadas. O Fit em conjunto com o Rational Functional Tester oferece as vantagens de: ser capaz de se testar tanto sistemas web, quanto desktop e a flexibilidade oferecida pelo FIT, com seus scripts facilmente criados por meio de multiplas ferramentas, e por possibilitar a criação por meio de uma interface web. Porem outras ferramentas foram avaliadas para a implementação do SiopFit.

A Tabela 1 exemplifica como as ferramentas se comportam com mudanças aplicadas em um sistema. Avaliando os métodos de busca de algumas das ferramentas disponíveis.

Tabela 1. Comparação de Localizadores das Ferramentas

|                                    | Mudança de elemento | Adição de container | Mudança mínima de texto | Mudança de propriedade |
|------------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| Selenium/id, classs, name          | O                   | O                   | O                       | X                      |
| Selenium/ Busca hierarquica, Xpatl | X                   | X                   | O                       | O                      |
| Selenium/Xpath,css,valor literal   | O                   | O                   | X                       | O                      |
| ChickenFoot                        | X                   | O                   | O                       | O                      |
| SiopFit                            | O                   | O                   | O                       | O                      |

Foram analisadas as discrepâncias entre o teste automatizado e o teste manual. Essa avaliação foi realizada com um grupo experimental composto por participantes de diferentes níveis educacionais e com experiência em teste. O grupo de estudo foi composto por oito pessoas com níveis de educação distribuídos entre ensino médio e superior. Os participantes foram divididos em três grupos de acordo com o nível de conhecimento sobre teste de software e no SiopFit.

Durante as simulações foram inseridos 9 erros proposicionais dentro do sistema, que visavam verificar a habilidade dos participantes na identificação desses erros. Os erros foram compostos de registros inseridos com parâmetros diferentes dos esperados. Em adição aos erros proposicionais, foram adicionados outros 7 erros de leiaute, totalizando 16 erros, distribuídos em 3 avaliações. Para análise dos resultados foram considerados na identificação de erros do sistema: erros proposicionais, inserção de dados e tempo de execução.

Analizando os resultados obtidos no primeiro grupo, houve uma maior dificuldade em completar os testes. Somente um dos participantes identificou um erro de dados inserido no Siop, todos os outros erros não foram identificados. Em relação ao tempo de testes, a avaliação 1 (menor dificuldade) teve entre 1 minuto e 47 segundos a 8 minutos e 22 segundos. Na avaliação 2 (nível de dificuldade médio) o tempo máximo foi acima de 20 minutos, e alguns dos participantes não puderam terminar o teste. Nenhum dos participantes foi capaz de terminar a avaliação 3 dentro do espaço de tempo definido (maior nível de dificuldade).

A legibilidade do script também foi afetada, como pode ser observado na figura 3, ela foi facilitada para pessoas sem conhecimento em programação. Enquanto a figura A torna difícil a leitura pelo usuário final, a tabela B pode ser facilmente lida por pessoas externas.

```

1 // Search
2 link_formMenu1_id22703_id2330R().click();
3 text_name().click(atPoint(143, 16));
4 browser_htmlBrowser().click(atPoint(100, 100));
5 DEFAULT_FLAGS).inputChars("test_automation");
6 list_formComboValidadeFiltro().click();
7 list_formComboValidadeFiltro().click();
8 list_formComboPerfilFiltro().click();
9 list_formComboPerfilFiltro().click();
10 text_cpf().click(atPoint(146, 11));
11 browser_htmlBrowser();
12 document_siopSistemaIntegrado0(),
13 DEFAULT_FLAGS).inputText("123123");
14 button_pesquisarSubmit().click();
15 html_formB1ConsultaDetalhePe().click(atPoint(50, 166));
16
17 // Edit
18 text_name2().click(atPoint(129, 13));
19 browser_htmlBrowser(document_siopSistemaIntegrado0(), DEFAULT_FLAGS).inputChars("");
20 text_telefone().dragToScreenPoint(atPoint(100, 9), label_telefone().getScreenPoint(atPoint(2, 3)));
21 browser_htmlBrowser(document_siopSistemaIntegrado0(), DEFAULT_FLAGS).inputChars("123123");
22 button_salvarSubmit().click();

```

| Executar   |   |                 |
|------------|---|-----------------|
| Ação       | Gestão de Sistema» Controle de Acesso » Usuário |                 |
| Preencher  | Nome  | Teste Automacão |
| Preencher  | CPF   | 053.337.412-04  |
| Selecionar | Pesquisar                                       |                 |
| Selecionar | 053.337.412-04                                  |                 |
| Preencher  | Nome  | Teste automação |
| Preencher  | mail  | Valor           |

A

B

Figura 3. Comparação de Código

## 6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

No período de um ano em que o SiopFit foi usado, houve uma maior produtividade em relação ao período de dois anos em que foi usado Selenium e código Java, mesmo com a diminuição de duas para três pessoas na área de automação. Com um maior aproveitamento de tempo, a equipe pode se focar no fluxo de execução de testes, em vez de ter que se preocupar com detalhes de implementação dos scripts. Foi descartada a necessidade dos testadores saberem programação para criarem os casos de teste automatizados, resultando em um corte de custos para a organização.

Houve uma redução de complexidade significativa dos scripts de teste, pois muitas das complexidades associadas à codificação foram eliminadas pelo novo modelo de scripts. Não somente nos scripts de testes em si, mas também nos fluxos, pois foram retirados dos scripts: chamadas a métodos externos, variáveis, operadores condicionais, laços de repetição, etc. Esses *scripts* substituídos por modelos mais simples e lineares que realizam tarefas mais específicas.

A possibilidade de poder criar mesclar os testes e organiza-los por funcionalidades é refletida no comportamento dos testadores ao criarem os *scripts*. Os scripts foram reduzidos e são melhores reaproveitados, pois agora há uma maior granularidade, mantendo uma das vantagens que existia ao se usar uma linguagem de programação, porém, de uma forma simplificada.

Houve também uma redução de treinamento, pois as necessidades da equipe foram levadas em consideração ao modelarem os comandos de automação que seriam usados para compor os scripts, onde anteriormente a essas mudanças demorariam muito, pois seriam implementado diretamente em código Java. Na solução atual os comandos podem ser mudados facilmente pela interface web. Isso foi usado para reduzir a quantidade de comandos de dez para quatro, facilitando o aprendizado e reduzindo complexidade.

Para rodar um teste antes da implementação do SiopFit era necessário fazer a configuração do ambiente: instalação do Java, do navegador em sua versão correta, baixar o código fonte e configura-lo na IDE, para que só então fosse possível editar os scripts de teste. Agora é necessário somente que o engenheiro de teste tenha acesso a um navegador, pois o gerenciamento, a criação e a execução dos casos de teste são feitos por uma interface web. Na redução de complexidade da linguagem fez com que houvesse mais interesse na automação por outras pessoas, devido à redução de configuração e complexidade, e à fácil acessibilidade.

## 7. CONCLUSÃO

Em virtude dos problemas apresentados, é evidente a necessidade de uma solução para criação fácil de casos de teste e uma execução flexível. A solução aqui apresentada resolveu tais problemas com o uso de uma camada intermediária responsável pela interpretação do script de alto nível. Também foi introduzido o conceito de customizabilidade de comandos para melhor se adequar à realidade dos testadores, levando-se em consideração as necessidades individuais de cada equipe.

Páginas web desenvolvidas de forma arbitrária, sem padrão e sem documentação contribuíram para os problemas encontrados, isto é fatores como: ids dinâmicos, ausência de padrão, e código gerado automaticamente. No entanto tais problemas foram solucionados com uso de nomeação inteligente dos objetos de teste, e utilização de outros padrões, que se provaram eficiente .

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às Agências brasileiras de pesquisa, desenvolvimento e inovação CAPES (Projeto FORTE 23038.007604/2014-69) e FINEP (Projeto RENASIC/PROTO 01.12.0555.00), bem como à DIPLA/MP (TED 005/2016 DIPLA-FUB) e à DPGU (TED 66/2016 DPU-FUB), pelo apoio ao trabalho.

## REFERÊNCIAS

- N . Bajpai,. "A keyword driven framework for testing Web applications." International Journal of Advanced Computer Science & Applications 1.3 (2012): 8-14.
- M. Bolin, M. Webber, P. Rha, T. Wilson, and R. C. Miller, "Automation and customization of rendered web pages," in Proceedings of the 18<sup>th</sup> annual ACM symposium on User interface software and technology . ACM, 2005, pp. 163–172.
- T. Bhat and N. Nagappan, "Evaluating the efficacy of test-driven development: industrial case studies," in Proceedings of the 2006 ACM/IEEE international symposium on Empirical software engineering. ACM, 2006, pp. 356–363.
- L. Christophe, R. Stevens, C. De Roover, and W. De Meuter, "Prevalence and maintenance of automated functional tests for web applications," in Software Maintenance and Evolution (ICSME), 2014 IEEE International Conference on. IEEE, 2014, pp. 141–150.

- Cucumber. [Online]. Available: <https://cucumber.io/> Acessado em: (2016, Mar.)
- Fit: Framework for integrated test. [Online]. Available: <http://fit.c2.com/>
- G. M. D. Gandhi and A. S. Pillai,, 2014, “Challenges in gui test automation,” *International Journal of Computer Theory and Engineering*.
- R. Hametner, W . Dietmar, Z. Alois. “Agile testing concepts based on keyword-driven testing for industrial automation systems.” *IECON 2012-38th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society. IEEE*, (2012).
- J. Mahmud and T. Lau, “Lowering the barriers to website testing with cotester,” in Proceedings of the 15th international conference on Intelligent user interfaces . ACM, 2010, pp. 169–178.
- N. Nagappan, E. M. Maximilien, T. Bhat, and L. Williams, “Realizing quality improvement through test driven development: results and experiences of four industrial teams,” *Empirical Software Engineering*, vol. 13, no. 3, pp. 289–302, 2008.
- C. G. Nevill-Manning, “Programming by demonstration,” *New Zealand Journal of Computing* , vol. 4, no. 2, pp. 15–24, 1993. [8] (2016, Mar.) Selenium  
Rational functional tester. Disponivel em : <http://www-03.ibm.com/software/products/en/functional>
- Selenium [Online] . Disponivel em : <http://www.seleniumhq.org/>
- G. Little and R. C. Miller, “Translating keyword commands into executable code,” in Proceedings of the 19th annual ACM symposium on User interface software and technology . ACM, 2006, pp. 135–144.
- I. T. Monteiro and C. S. de Souza, “Embedded cultural features in the design of an accessibility agent for the web,” in  
Universal Access in Human-Computer Interaction. Design for All and eInclusion . Springer, 2011, pp. 295–304.
- J. Wielemaker, “An overview of the swi-prolog programming environment.” *WLPE* , vol. 3, pp. 1–16, 2003

# APLICATIVO PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS VOLTADO PARA REGISTRO DE OCORRÊNCIAS

Igor Roberto Guilherme e Daniela Gibertoni

*Fatec Taquaritinga, Brasil*

## RESUMO

A inteligência coletiva é aquela que se distribui entre todos os indivíduos e que não está restrita a poucos. O saber está na humanidade e todos os indivíduos podem compartilhar conhecimento por meio de novas tecnologias, utilizando-se dos Sistemas de Sensoriamento Participativo, onde a participação do indivíduo torna-se essencial para resolução de problemas coletivos. Neste sentido, este artigo tem como objetivo desenvolver um aplicativo para solucionar problemas do cotidiano das pessoas, especialmente aqueles que estejam relacionados à perda de animais ou objetos. Com base na pesquisa de campo com aplicação de questionário, pode-se observar que há uma carência/necessidade de um aplicativo que forneça informações instantâneas para a sociedade.

## PALAVRAS-CHAVE

Inteligência Coletiva, Sistema de Sensoriamento Participativo, Comunicação, Aplicativo

## 1. INTRODUÇÃO

A comunicação entre as pessoas mudou drasticamente nos últimos anos, há tempos não é necessário o contato presencial para troca de informações. Hoje as redes sociais, blogs e wikis, são muito populares (Darwish e Lakhtaria, 2011). Isso se deve muito por conta da praticidade que se pode trocar informações com pessoas próximas, ou do outro lado do planeta. A ciência da inteligência coletiva (Lévy, 2007) diz que as inteligências individuais são somadas e compartilhadas por toda a sociedade, desta forma com a participação dos indivíduos de uma comunidade, seja com um simples compartilhamento de informação pode colaborar para encontrar uma solução para um problema e beneficiar sua comunidade (Lykourentzou et al., 2011).

Comunidades de hoje são consideradas "nativos digitais", "geração internet" e "geração de mídia". Isto ocorre, pois eles têm crescido com as tecnologias digitais, primeiros computadores, em seguida, a Internet e outros dispositivos de informação e comunicação, como celular, telefones e iPods. Os "nativos digitais" se sentem mais confortáveis com a tecnologia digital do que as gerações anteriores (Sehnaz, 2010). Nos dias atuais não é possível imaginar as pessoas sem ferramentas computacionais que as auxiliam em diversas tarefas do cotidiano, como por exemplo, um saque monetário. Entretanto, há diversos locais a serem explorados pela tecnologia, locais ou "problemas" onde a tecnologia ainda não se inseriu completamente. Um bom exemplo é a comunicação. Cada vez mais as pessoas utilizam seus smartphones e deixam de lado a comunicação presencial, e optam com maior frequência pela comunicação virtual. Neste ponto é importante destacar que esses mesmos smartphones possuem sensores, tais como GPS, acelerômetros, termômetros, medidores de pressão e outros. As características sensoriais dos dispositivos móveis e sua conectividade à internet possibilitam que os dados obtidos do ambiente sejam compartilhados entre diferentes usuários. Através disso, é possível criar sistemas que utilizem os dados compartilhados na nuvem, ou seja, acessíveis de qualquer lugar e por qualquer usuário. Estes são os Sistemas de Sensoriamento Participativo, também conhecidos como SSP, originário do inglês Participatory Sensing Systems - PSS (BURKE et al, 2006). As redes provenientes desses sistemas são chamadas de Redes de Sensores Participativos - RSP (SILVA et al, 2012). A interpretação dos diversos dados compartilhados pode identificar causas de problemas a fim de sugerir soluções eficazes e eficientes.

Com isso, pode-se dizer que a comunicação entre as pessoas vem sofrendo diversas alterações nas últimas décadas, devido ao grande avanço tecnológico. Tal como acontece com todas as novas ferramentas de computação e da própria internet, a Web 2.0 rapidamente se tornou comum a adoção de uma nova maneira

para a comunicação e interação (Darwish e Lakhtaria, 2011). Para os mesmos autores, dos diversos aplicativos disponíveis atualmente, o mais utilizado é o de inteligência coletiva, como Facebook. Estes softwares permitem a comunicação entre as pessoas do mundo todo, independe da classe social ou a quantos quilômetros estão de distância. Nas últimas décadas, a Web tornou-se um dos meios utilizados amplamente para o fornecimento e a troca de informações. Segundo Darwish e Lakhtaria (2011), a tecnologia está sendo usada na comunidade para uma ferramenta para comunicação e desenvolvimento das comunidades. Novas redes de compartilhamento social estão transformando a tecnologia da Web 1.0 (somente leitura) para Web 2.0 (leitura / interação).

Nesse contexto, este estudo tem seu foco na Inteligência Coletiva (denominada simplesmente de IC a partir deste momento neste trabalho) e nos Sistemas de Sensoriamento Participativo - também chamados de SSP - visando atender uma necessidade dos cidadãos. Portanto, o objetivo deste artigo é apresentar um aplicativo que faça registros de ocorrências relacionadas à perda de animais, objetos e/ou documentos, além de ser possível registrar também ocorrências relacionadas às leis de trânsito brasileiras. Para tanto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, seguida da aplicação de questionário para obtenção de dados quantitativos, conforme Barros e Lehfeld (2000).

Assim, este artigo traz, na seção dois, uma discussão sobre a implicação que a IC e os SSP têm sobre a proposta do aplicativo e também os trabalhos relacionados ao tema. Na seção três está detalhado como se desenvolveu todo o aplicativo, desde as respostas do questionário até a elaboração dos protótipos de alta fidelidade do aplicativo. E por fim, na seção quatro tem-se a conclusão do artigo.

## 2. IC E SSP

### 2.1 A Implicação de IC e SSP

Para Levy (2007) “Inteligência coletiva é uma inteligência incessantemente valorizada, coordenada em tempo real e que resulta na mobilização efetiva das competências. A base e o objetivo da inteligência coletiva são o enriquecimento mútuo das pessoas”.

Em seu livro “O Conhecimento em Rede”, de Cavalcanti e Nepomuceno (2007), os autores identificam a tipologia da inteligência coletiva no ciberespaço, a saber:

- a. Inteligência coletiva inconsciente: o indivíduo contribui involuntariamente com alguma informação para o coletivo. Neste caso, os sistemas informáticos recorrem aos rastros de navegação deixados pelos usuários no ciberespaço;
- b. Inteligência coletiva consciente: é aquela em que o usuário contribui de maneira voluntária;
- c. Inteligência coletiva plena: aquela em que se consegue, no mesmo ambiente, potencializar a IC inconsciente e consciente.

Nesse sentido, para a estruturação de uma rede virtual de comunicação é sugerido trabalhar com a terceira inteligência, ou seja, a plena, em cujos processos são usados os “robôs para coletar e reunir os dados da inteligência coletiva inconsciente” (Cavalcanti e Nepomuceno, 2007, pág. 39). Os mesmos autores ressaltam que para consecução da inteligência coletiva é necessário o uso de ferramentas de interação social para se construir um novo espaço para o convívio social.

Neste raciocínio, pode-se dizer que a comunicação em rede muda a forma de mediação entre as pessoas, principalmente com o avanço tecnológico, através dos Sistemas de Sensoriamento Participativo SSP, que podem ser denominados como de fontes múltiplas ubíquas (do inglês *ubiquitous crowdsourcing*) nos quais os dados são obtidos por vários usuários, de forma manual ou automática, de qualquer local, com o intuito de serem utilizados para oferecer serviços aos cidadãos (MASHHADI; CAPRA, 2011). Porém, podem existir alguns tipos de problemas com essas formas de obtenção de dados, já que as informações são disponibilizadas pelos usuários. Segundo Freitas (2015), são três os desafios para os SSP, a saber:

1. Incentivo à participação: como os SSP são dependentes das pessoas que portam seus dispositivos para que os dados sejam fornecidos, é necessário estabelecer políticas que visam manter a colaboração em um nível, no mínimo, aceitável de forma a manter a funcionalidade do sistema;

2. Qualidade: além da quantidade de dados é necessário que os mesmos representem a veracidade dos itens monitorados, no intuito de que os participantes estejam obtendo dados realistas; e
3. Privacidade: informações privadas dos usuários devem ser preservadas; somente dados sensoriados devem estar disponíveis para os participantes.

Com relação ao desafio de número 1, o incentivo à participação pode ser classificado em monetários e não monetários, segundo Jaimes et al. (2012), que pode ser visualizado na Figura 1, por meio da taxonomia proposta pelos autores.

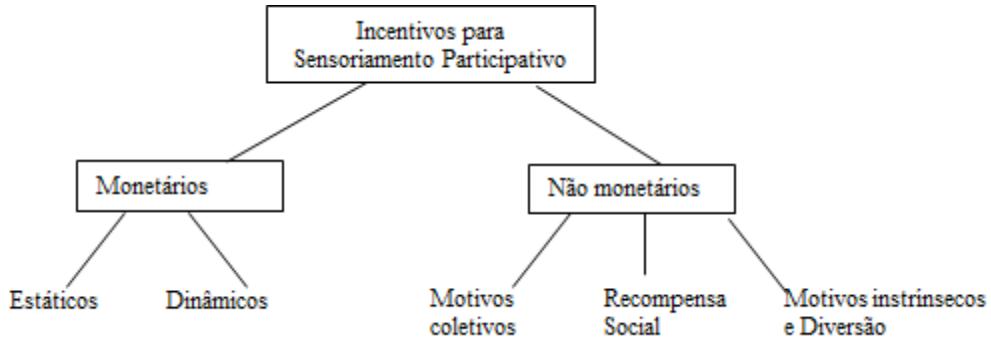


Figura 1. Taxonomia dos incentivos para o sensoriamento participativo. Fonte: Jaimes et al. (2012)

De maneira resumida, quando Jaimes et al (2012) refere-se ao termo monetário, fica evidente que existirá uma forma de pagamento ao usuário por participar do sistema ou ainda ter recompensas através de ranking de participação. Já quando se refere ao não monetário, pode-se afirmar que a primeira motivação dos SSP foi a dos incentivos coletivos, onde o bem comum é o objetivo independentemente da participação do usuário. Este é o foco da aplicação proposta que está na seção três. A recompensa social está relacionada diretamente às redes sociais, tais como Facebook, Instagram e Twitter. E por fim, nos motivos intrínsecos e divertimento estão os jogos.

Já com relação ao desafio de número 2, a qualidade está relacionada a confiabilidade do sistema. Isto significa dizer que podem ocorrer desde problemas relacionados ao sensor dos smartphones até a ação dolosa do participante em fornecer dados incorretos. No primeiro caso, os fabricantes se veem obrigados a ter certificações de qualidade para garantir a veracidade dos dados. Já no segundo caso, pode-se verificar o perfil do participante bem como na análise baseada na sua reputação, tal como é feito por sistemas tipo Mercado Livre.

E por fim, com relação ao desafio número 3, a privacidade é um tópico muito importante, pois as políticas de diversos Sistemas Participativos não necessariamente garantem que seus dados não sejam coletados. A privacidade deve atender a capacidade de entender, escolher e controlar quais informações serão compartilhadas (granularidade), com quem (identidade) e até quando (tempo) de forma a respeitar a individualidade de cada um.

## 2.2 Sistemas Relacionados

Do levantamento bibliográfico realizado em sítios brasileiros, não foi identificado nenhuma aplicação que contenha todas as características e objetivos do aplicativo proposto, porém, há alguns que disponibilizam algumas funcionalidades semelhantes, tais como: TakeVista, Colab, Vigilante (aplicativos de denúncia de problemas urbanos), WikiCrimes, Onde Fui Roubado, B.O. Coletivo (são aplicativos de registro de roubos e assaltos).

Dos aplicativos citados, nenhum possui a possibilidade de registro de perda de algum animal ou objeto e que envie notificações aos outros usuários daquela mesma região, como é o sistema proposto. Os sistemas TakeVista, Colab e Vigilante tem como objetivo disponibilizar recursos para que os usuários possam cadastrar problemas urbanos como buracos nas ruas, iluminação pública com algum dano entre outros problemas relacionados, a partir daí as informações ficam disponíveis para que as prefeituras tenham acesso, respondam os informantes e resolvam os problemas. Já as aplicações WikiCrimes, Onde Fui Roubado e B.O. Coletivo, oferecem aos seus usuários a possibilidade de informar ocorrências de eventuais roubos ou assaltos

que ocorreram com os mesmos, e ainda disponibilizam as informações e estatísticas das regiões com mais altos números de crimes, alertando os usuários do sistema sobre o quanto perigoso pode ser aquela região e a quantidade de crimes que já ocorreram lá.

### **3. APLICAÇÃO PROPOSTA**

A aplicação aqui proposta possui como objetivos: a) contribuir para que os indivíduos de uma comunidade possam se comunicar sem a necessidade de um contato prévio; b) disponibilizar recursos, para a resolução de problemas e através de SSP obter dados que possam analisar diversas características da população e obter dados para que seja disponibilizado a outras aplicações que utilizam SSP.

Para atender os objetivos traçados, as principais características que a aplicação possui são:

- Não necessitar de um cadastro prévio do usuário, para que possa ser registrada a ocorrência o mais rápido possível;
- Ser gratuita aos usuários;
- Mapa para exibição de todas as ocorrências próximas ao usuário;
- Utilização de geolocalização para capturar o local da ocorrência.

Em caso da perda de objetos, os dados obtidos através dos SSP podem ajudar a identificar uma região onde há um grande número de ocorrências relacionadas ao desaparecimento de objetos, podendo constatar ou não que aquela região pode ser alvo de furtos, e por isso a perda. Em relação à fuga de animais, através do SSP, com a análise das imagens informadas pelos usuários, é possível relacionar as imagens de animais perdidos com fotos de outros animais em redes sociais, ou capturados por ONG's (Organizações Não Governamentais) de animais abandonados. Estudos como o de Moreno e Furui (2006) já demonstram esta possibilidade através do artigo BIRAM: Sistema para Recuperação de Imagens por Conteúdo. A utilização do SSP pode permitir também com que autoridades de uma cidade possam saber os locais onde ocorre um maior índice de ocorrências, e a partir daí tomar medidas para diminuição dos casos. Os dados obtidos pelos SSP poderiam disponibilizar dados básicos provenientes diretamente da fonte, descrevendo aspectos específicos de localizações geográficas no espaço, tempo e usuários participantes (Silva, et al, 2014).

Como um dos objetivos do aplicativo é contribuir para que os indivíduos possam se comunicar sem contato prévio, considerou-se importante resgatar a importância da ciência da IC, pois a mesma permite que se compartilhe o conhecimento entre todos os indivíduos e que não está restrita para poucos privilegiados. O saber está na humanidade e todos os indivíduos podem oferecer conhecimento. Assim, não há ninguém que seja nulo nesse contexto (Lévy, 2007). Os dispositivos em rede, conectados, tornaram-se um mecanismo de disseminação de informações, colaboração e interação, independentemente da localização geográfica. Para que seja possível o compartilhamento de informações, são necessários sistemas que ofereçam mecanismos nos quais os usuários possam informar e disseminar o saber, conhecimento ou informações.

Para tal, foi utilizada a técnica de coleta de dados e aplicado um questionário para obtenção de dados quantitativos e para se confirmar ou não a necessidade do aplicativo proposto. O que está apresentado no próximo item.

#### **3.1 Resultado do Questionário Aplicado**

O questionário foi elaborado conforme os objetivos propostos e foi composto de sete perguntas, que esteve disponíveis sete dias para respostas. Todas as perguntas eram obrigatórias e o questionário foi compartilhado em redes sociais e divulgado informalmente, sem uma definição específica dos participantes, já que a aplicação proposta visa que todos usuários independentes da faixa etária ou sexo utilize a aplicação, pois o saber está na humanidade e todos os indivíduos podem oferecer conhecimento (Lévy, 2007).

Neste espaço de tempo, foram obtidas 83 (oitenta e três) respostas. As questões e seus resultados podem ser lidos na sequência.

A questão 1 era em relação à faixa etária, e foi constatado que 69,9% dos participantes estão entre 18 a 28 anos de idade; 16,7% apresentam entre 29 a 39 anos de idade; 9,6%, até 17 anos e apenas 4,8 %, de 40 a 50 anos. Não houve participante com mais de 50 anos de idade.

A questão 2 estava relacionada ao sexo dos participantes. As respostas obtidas definiram que 51,8% dos participantes são do sexo masculino e que 48,2% são do sexo feminino. Esses dados coletados através das questões 1 e 2 servem para se traçar o perfil dos participantes do questionário.

Na questão 3 foi possível observar (Figura 2) que a maioria, cerca de 83,1% das pessoas disseram que utilizam mais aplicativos de redes sociais e comunicação; 8,4% utilizam mais aplicativos de jogos e entretenimento; 3,6% não possuem smartphone; já 2,4% das pessoas utilizam aplicativos de livros e educação ou outros.

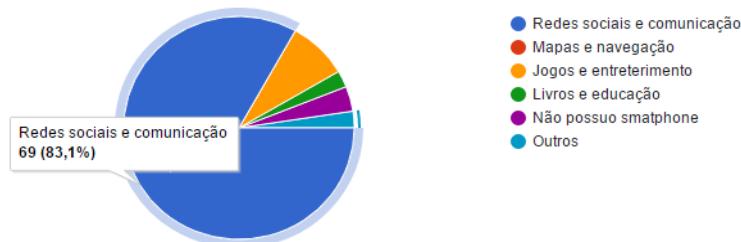


Figura 2. Gráfico demonstrativo da relação de aplicativos utilizados pelos participantes da pesquisa

Com esse resultado fica evidente que na cibercultura, a comunicação é a principal característica desta era (Lévy, 1999). Como a grande maioria dos participantes disseram que os aplicativos que mais utilizam são os de comunicação e redes sociais, pode-se verificar que IC e os SSP vêm crescendo gradativamente, em razão do enorme interesse que as pessoas têm em se comunicar na internet.

Já a questão 4 foi responsável por identificar que 90,4% dos participantes informaram que divulgariam nas redes sociais caso perdessem algum objeto ou animal; 6% utilizariam outras formas de divulgação; 2,4% colocariam imagens em postes de iluminação pública (prática muito comum no Brasil); 1,2% divulgaria em rádios. Esses dados podem ser visualizados na Figura 3.

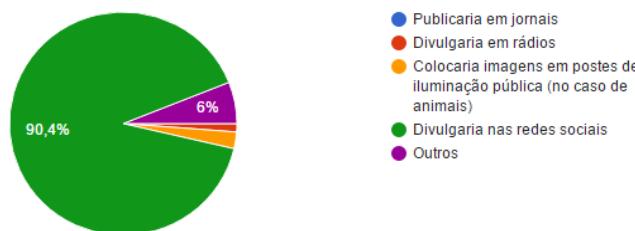


Figura 3. Gráfico demonstrativo de possíveis ações dos participantes da pesquisa para encontrar algo perdido

O resultado expressivo indica que as pessoas acreditam no poder de disseminação de informação na web pois com o desenvolvimento das ferramentas tecnológicas, principalmente aquelas promovidas pelo advento da internet, emergem em nossa sociedade novas formas de relação, comunicação e organização das atividades humanas, entre elas, merecem destaque o estudo de redes sociais virtuais (MACHADO, 2005).

Na questão 5, 68,7% informaram que nunca encontraram objeto ou documento; 15,7% encontraram e divulgaram em redes sociais para encontrar o dono; 9,6% encontraram mas fizeram outras ações com o objeto; 3,6% encontraram e divulgaram em veículos de comunicação (rádios e jornais); 2,4% já encontraram mas deixaram no local por não saber o que fazer para encontrar o dono.

Como era esperado, a maioria dos participantes relataram que nunca encontraram nenhum objeto, porém das opções disponíveis para os que relataram que já encontraram algo, a opção mais selecionada com 15,7% é que divulgaram nas redes sociais como forma de poder encontrar o dono. Estes dados podem indicar o quanto as pessoas acreditam que o meio mais eficaz de propagação de informação ocorre através de ferramentas de comunicação da cibercultura.

Por meio da questão 6 foi possível identificar que 44,6% das pessoas já tiveram a necessidade de falar com pessoas próximas por outros motivos sem ser as opções disponíveis; 25,3% informaram que nunca tiveram a necessidade de informar pessoas próximas de alguma ocorrência; 15,7% já perderam o animal de estimação ou documento e gostariam de serem comunicados sobre o paradeiro e 14% já observaram algo suspeito próximo e poderia ter informado as pessoas próximas por meio de algum sistema.

Em virtude da porcentagem de 44,6% das pessoas que informaram já ter necessitado se comunicar com pessoas próximas a elas, pode-se concluir que há um desejo das pessoas por ferramentas de comunicação por proximidade, isso justifica a grande quantidade de pessoas que utilizam diversos aplicativos que obtêm dados através de SSP, como Waze, Foursquare entre outros (Freitas, 2015).

E por fim, na questão 7, 48,2% dos participantes informaram 5 na escala de importância do aplicativo proposto; 20,5% optaram pela opção 4 na escala; 24,1% informaram a opção 3 de importância, 4,8% selecionaram a opção 2; 1,2% informaram a opção 0 e nenhum participante informou a opção 1 de importância.

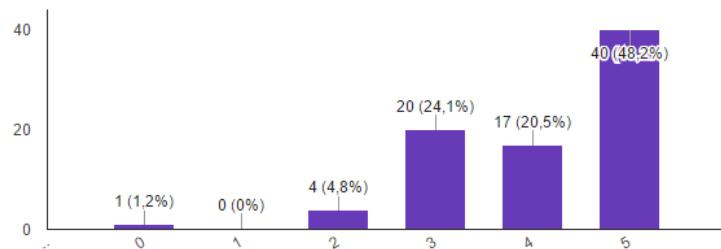


Figura 4. Gráfico demonstrativo de utilidade do aplicativo em uma escala de 0 a 5

O resultado da questão 7 torna claro que a grande maioria dos participantes acredita que o aplicativo proposto seria de grande utilidade, já que os mesmos informaram o maior valor das opções da escala. Esses dados mostram o quanto os usuários são receptivos e se interessam com ferramentas de comunicação. Isso justifica o domínio das redes sociais e aplicações de comunicação no contexto da cibercultura.

### 3.2 Apresentação do Aplicativo Desenvolvido

O aplicativo aqui proposto foi denominado de Diztrict, e apresenta os principais recursos do que foi apresentado. Na Figura 5a é possível visualizar a tela inicial do aplicativo. Nesta tela o usuário seleciona qual opção desejada para sua utilização, ou seja, se deseja informar objetos ou animais perdidos, denunciar alguma ocorrência ou infrator, utilizar o botão de pânico para alguma emergência onde caso o usuário selecione, é disparado notificações para outros usuários informando alguma ocorrência com o emissor da ação, e ainda saber o que está ocorrendo próximo a você neste instante. Na Figura 5b é a tela onde é feito o cadastro das ocorrências ou informações, como da forma que foi proposta sem a necessidade de um cadastro prévio do usuário. Na mesma tela ainda deve ser informado o nome do informante, a descrição do problema, o e-mail que pode ser utilizado para um eventual contato por parte dos receptores da informação e ainda uma opção para informar a distância que o usuário deseja informar a sua ocorrência. Após o preenchimento dos campos solicitados, o usuário deverá clicar no botão enviar, e automaticamente é recuperada a localização exata do usuário e todas as informações são cadastradas em um banco de dados, onde são recuperadas e enviadas a todos as pessoas que estejam na região da ocorrência e que possuem a aplicação instalada em seus dispositivos.

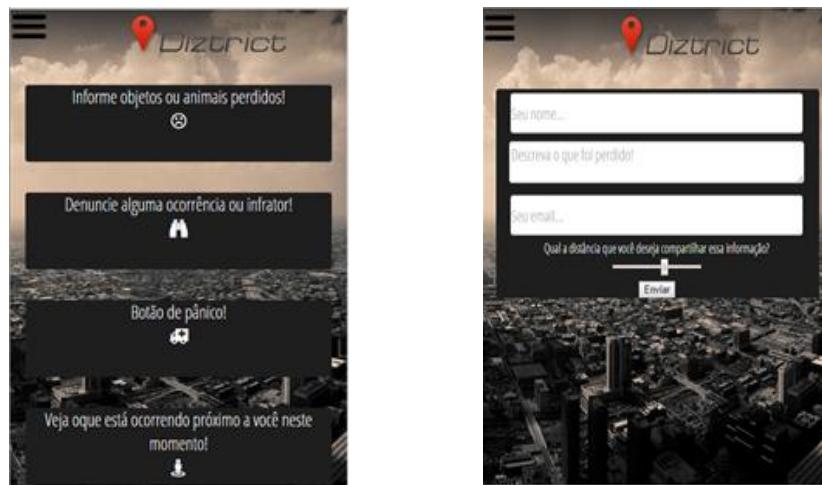


Figura 5a. Tela principal do protótipo com a exibição dos recursos. Figura 5b. Tela de cadastro das ocorrências

No aplicativo ainda é possível visualizar todas as ocorrências e informações que foram registradas naquela região. Através do mapa de ocorrências o usuário consegue saber do que está ocorrendo naquela região em que ele está, além disso, pode ler as informações e ajudar as pessoas a localizarem pertences perdidos, animais, e se precaver de um possível roubo. Na Figura 6a é demonstrada a tela do mapa de ocorrências, que foi desenvolvida com a API (Application Programming Interface) do Google Maps, e os ícones que demonstram as ocorrências do local. Já na Figura 6b é exposta a tela onde são exibidas as informações da ocorrência selecionada no mapa, tais quais como, nome do informante, o e-mail do mesmo e a descrição da ocorrência.

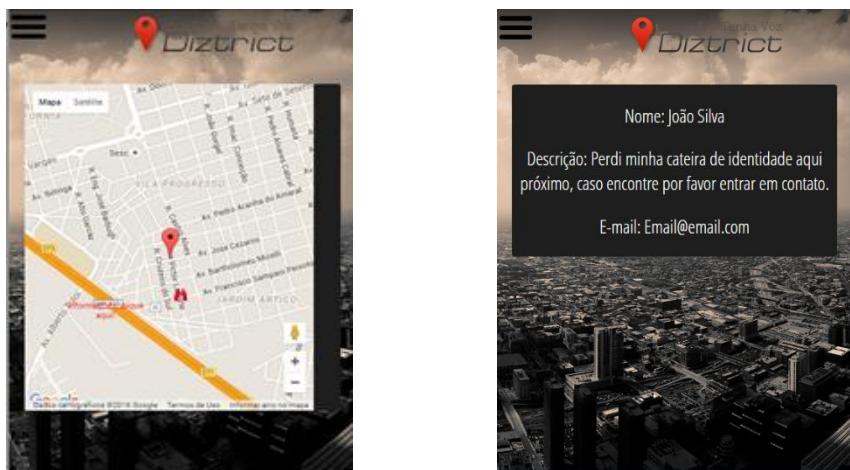


Figura 6a. Tela do mapa de ocorrências. Figura 6b: Tela de exibição de ocorrência

O aplicativo foi desenvolvido hibridamente utilizando HTML5, CSS3, Javascript, PHP e banco de dados MYSQL para a inserção das informações. Além disso, como já mencionado, foi utilizada a API do Google Maps para a elaboração do “Mapa de ocorrências”. O design da aplicação foi desenvolvido de forma com que as cores e posicionamento dos itens pudesse facilitar o acesso do usuário independentemente de sua faixa etária. Os ícones utilizados têm a intenção de ajudar os usuários no acesso da aplicação, já que lembram objetos do mundo real e o reconhecimento ao invés de lembrança, sendo esta uma das heurísticas de Nielsen.

## 4. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

A partir da necessidade identificada, uma aplicação para dispositivos móveis foi desenvolvida, permitindo aos cidadãos enviar e receber informações sobre os problemas relatados. A vantagem do aplicativo é permitir que as informações sejam fornecidas em tempo real, no momento do incidente. O foco é agilizar a informação de ocorrências entre os cidadãos.

Para se ter certeza do uso da aplicação, foi realizado um questionário, onde pode-se concluir que de modo geral os participantes se interessaram pelo Diztrict - a aplicação proposta. Ainda é possível constatar que, as redes sociais vão muito além do entretenimento e são utilizadas também na tentativa de resolver problemas e ocorrências.

Com este aplicativo é esperado um avanço no eixo de atuação da aplicação. Utilizando sistema de sensoriamento participativo e a inteligência coletiva, espera-se que o aplicativo possa contribuir não só com os usuários deste sistema, mas que os dados coletados pelos SSP possam criar uma nova camada de dados que venham a ser utilizadas por outros sistemas a fim de disponibilizar mais ferramentas que contribuam com as pessoas no seu cotidiano.

Assim, o sistema “Diztrict” foi elaborado para suprir necessidades da população, com o intuito de melhorar a comunicação entre pessoas próximas, podendo o usuário informar ou solicitar algo, no caso registrar um objeto ou animal perdido. O aplicativo conta com um recurso de geolocalização, onde é possível acessar a localização atual do usuário, e informar para as pessoas mais próximas algum tipo de ocorrência. O aplicativo foi desenvolvido para que seja acessível para qualquer tipo de pessoa, inclusive com um faixa etária avançada, além disso o mesmo exige poucos dados do usuário para registro de uma informação ou ocorrência, pois o sistema tem o foco de que o usuário consiga informar o mais rápido possível sua solicitação.

Para trabalhos futuros com relação a aplicação, alguns aspectos já estão em planejamento e podem ser melhorados e outros desenvolvidos, como a submissão de imagens junto a ocorrência e o relacionamento das imagens com outras disponíveis através dos SSP.

## REFERÊNCIAS

- Barros, A. J. S., and Lehfeld, N. A. S., 2000. *Fundamentos de metodologia científica*. Ed. Makron Books, São Paulo.
- Burke, J. A. et al., 2006. Participatory sensing. *Center for Embedded Network Sensing*. Workshop on World-Sensor-Web. University of California.
- Cavalcanti, M. and Nepomuceno, C., 2007. O Conhecimento em rede: como implantar projetos de inteligência coletiva. Rio de Janeiro, Elsevier.
- Darwish, A. and Lakhtaria, K. I., 2011. The Impact of the New Web 2.0 Technologies in Communication, Development, and Revolutions of Societies. In *Journal of Advances in Information Technology*, Vol. 2, No. 4, pp 204-216.
- Freitas M., 2015. Sensoriamento Participativo: conceito, desafios e oportunidades. Rio de Janeiro.
- Jaimes, L. G. et al., 2012. A location-based incentive mechanism for participatory sensing systems with budget constraints. In: *IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications*, pp 103-108.
- Levy, P., 1999. Cibercultura. Editora 34, São Paulo.
- Levy, P., 2007. A Inteligência coletiva - por uma antropologia do ciberespaço. Edições Loyola.
- LYKOURENTZOU, Ioanna et al, 2011. Collective intelligence systems: Classification and modeling. *Journal of Emerging Technologies in Web Intelligence*, v. 3, n. 3, p. 217-226.
- Machado, M., and Tijiboy A., 2005. Redes Sociais Virtuais: um espaço para efetivação da aprendizagem cooperativa. In: *Novas Tecnologias na Educação*, Vol. 3 No.1
- Mashhadi, A. J. and Capra, L., 2011. Quality control for real-time ubiquitous crowdsourcing. In: *Proceedings of the 2Nd International Workshop on Ubiquitous Crowdsourcing*, pp. 5–8.
- Moreno, R. A. and Furui, S. S., 2006. BIRAM: Sistema para Recuperação de Imagens por Conteúdo. In: *X Congresso Brasileiro de Informática em Saúde*. Florianópolis, pp 554-559.
- Sehnaz Baltaci-Goktalay, and ZehraOzdilek, 2010. Pre-service teachers' perceptions about web 2.0 technologies. Elsevier, *Procedia Social and Behavioral Sciences* 2 , 4737–4741.
- Silva T. et al, 2014. Definição, Modelagem e Aplicações de Camadas de Sensoriamento Participativo In 32º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos – SBRC.
- Silva, T. H. et al., 2012. Uncovering Properties in Participatory Sensor Networks. In Proc. 4th ACM International Workshop on Hot Topics in Planet-scale Measurement.

# CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DE REDES DO FUTURO

Welton Vasconcelos Araújo e Diego Lisboa Cardoso  
*Universidade Federal do Pará, Brasil*

## RESUMO

O crescimento de tráfego em redes móveis requer um grande esforço para manter, por isso as novas tecnologias estão trazendo novas estratégias para desenvolver o setor em questão. Tecnologias como C-RAN (*Centralized Radio Access Networks*) e small-cells aparecem como uma solução para esta demanda. Contudo, sem planejando na instalação dessas redes, problemas como custo de implantação e tipos de arquitetura precisam ser considerados. Em uma rede heterogênea (HetNets) o tipo de implantação se torna essencial para a descoberta do *Total Cost of Ownership* (TCO) que seria uma medida de custo total da rede. Esse trabalho investiga como planejar uma rede heterogênea, levando em consideração cenários reais de implantação, sendo que a função de custo está interligada as quantidades de small-cells e fibras óticas utilizadas. Através da heurística proposta, é possível reduzir em 50% o número de estações base. Os resultados dos estudos de caso mostram cenários onde a implantação do modelo C-RAN é recomendado e outros em que o modelo tradicional-RAN precisa ser mantido, permitindo os operadores a planejar o processo de migração entre as arquiteturas.

## PALAVRAS-CHAVE

Custo, Implantação, Redes, Móveis, 5G, Simulação

## 1. INTRODUÇÃO

O tráfego nas redes móveis está crescendo. Em 2020, de acordo com Cisco (2016), é esperado que este tráfego global alcance 30.6 exabytes por mês, contrastando com o valor medido em 2015: 3.7 por mês. Esses dados apontam um crescimento, nos próximos 5 anos, de um pouco mais que 800% nas trocas de informações em todo o mundo.

Para acompanhar o crescimento da taxa de transferência de dados, a atual infraestrutura de rede móvel está mudando. Uma atual solução é o uso de HetNets que, de acordo com Elsawy (2013), é uma combinação das grandes antenas de comunicação (macrocélulas) com pequenas antenas (small-cells), em que as últimas possuem um pequeno raio de cobertura, mas a mesma ou até melhor performance.

Considerando que as small-cells possuem um pequeno raio de cobertura e podem servir, simultaneamente, uma pequena quantidade de usuários, é necessário uma grande densificação dessas estações base para garantir o atendimento da grande demanda de uma área urbana.

A necessidade de densificação traz consigo dois obstáculos: o custo da infraestrutura e a manutenção da Qualidade de Serviço (QoS) prestado. Assim, é preciso encontrar o melhor caminho para a implantação visando o melhor custo/benefício, considerando a QoS e o sinal prestado.

Uma forma de ampliar o desempenho das HetNets é a utilização da arquitetura de rádio centralizada (C-RAN). Nela as *Baseband Units* (BBUs) são usadas para conectar todas as RRHs ao núcleo da rede. Essa conexão, entre RRH e BBU, pode ser feita de forma cabeada (com fibras) ou sem fios. Nesse trabalho iremos apresentar uma estrutura chamada *packet based fronthaul network* (PBFN), explicada em Checko (2014) como sendo uma estrutura flexível que combina os dois tipos de conexão para trazer diversos benefícios, dentre eles: maior capacidade da rede, maior área de cobertura e aumento na vazão de dados. Combinado com a questão da redução de custo.

Os dois modos de conexão são explicados a seguir: o primeiro é chamado de modelo tradicional-RAN, nele cada RRH possui uma BBU obrigatoriamente, a distância entre esses dispositivos é muito pequena, assim a comunicação entre elas é feita por meio cabeado (fibra, coaxial, etc). O segundo modelo é a arquitetura C-RAN, em que se tem uma concentração de todas as BBUs da rede em um único local, por isso todas as RRHs precisam estar conectadas, preferencialmente por conexões de fibra ótica, ao nó central que possui todas as BBUs.

Este trabalho se diferencia do de Checko (2014), em três fatores: a) considera-se fatores reais na implantação dos rádios RRHs, tais como distribuição e densidade dos usuários e distâncias reais para implantação das fibras de *fronthaul*, nas quais elementos como curvas e emendas são considerados; b) utilização de um algoritmo de alocação de rádios que leva em consideração aspectos de qualidade de serviço, tais como requerimentos mínimos de *throughput* e relação sinal-ruído; c) considerar diferentes cenários, onde são alterados quantidade de usuários, sua distribuição e raio de cobertura das small-cells. A essência é utilizar cenários mais próximos da realidade, levando em consideração a distribuição de usuários e QoS.

O restante deste trabalho é dividido da seguinte forma: O capítulo 2 mostra a heurística usada como base para as simulações, mostrando os seus pontos fracos e mudanças realizadas. O capítulo 3 explica como foi feita a conexão entre RRHs e BBUs e as fórmulas usadas. O capítulo IV mostra os resultados e comparações com o trabalho usado como base são realizadas. E por fim, no capítulo V tem-se a conclusão e possíveis trabalhos futuros.

## 2. SOLUÇÃO HEURÍSTICA PROPOSTA

Considere uma área geográfica A em que um grande número de small-cells precisam ser implantadas. Imagine uma matriz candidata dada por  $St$ , onde  $St$  contém as posições de diversas small-cells candidatas a serem implantadas na área A, a escolha será feita de acordo com os requisitos de cobertura dos usuários e QoS.

O objetivo é encontrar o menor número possível de small-cells que garantem os requisitos esperados pelos usuários. Minimizando, assim, o custo total de implantação, pois se for levado em consideração a distribuição de usuários, serão implantadas RRHs e, possivelmente, BBUs que são realmente necessárias. Este é o primeiro passo para a redução de custo e a principal diferença entre este artigo e o trabalho PBFN apresentado em Checko (2014), onde a implantação de RRHs é feita por setores e não leva em consideração a distribuição dos usuários e sim a área que se deseja atender, o que pode ocasionar em um elevado número de rádios ociosos.

Uma heurística foi implementada para minimizar o número de RRHs, deixando apenas as que realmente são necessárias para garantir a satisfação dos clientes. A função que se deseja minimizar é dada pela importância daquele rádio, e é descrita conforme pode ser observado abaixo:

$$Importance = \sum_{i=1}^{St} X_i * C_i \quad (1)$$

$$C_i = C_a + N_{users} \quad (2)$$

Onde:

- $X_i$  = Variável binária que assume o valor 1 se a small-cell foi escolhida para ser implantada;
- $C_a$  = Custo fixo da implantação de uma small-cell;
- $C_i$  = Custo total da implantação de uma small-cell  $i$ ;
- $N_{users}$  = Número de usuários conectados a small-cell;

Para que uma small-cell possa ser considerada dispensável a rede, dois requisitos precisam ser preenchidos. Primeiro todos os usuários precisam ser atendidos por outra small-cell e segundo, todos os usuários necessitam atingir um nível mínimo de *throughput*. Assim, é feito o cálculo do SINR de *downlink*, de um usuário  $K$  que está ligado a uma subportadora  $N$  da small-cell em que está ligado, o cálculo do SINR é demonstrado a seguir:

$$SINR_k = \frac{P_{k,b(k)}}{\sigma^2 + I_k} \quad (3)$$

Onde  $P_{k,b(k)}$  é a potência recebida na subportadora  $N$  da RRH  $b(k)$  atribuída ao usuário  $K$ ,  $I_k$  é a potência ruído térmico, e  $\sigma^2$  é a interferência gerada pelas small-cells vizinhas. É assumido que todas as small-cells

estão transmitindo com a potência máxima PS. A potência recebida pelo usuário K vindo da RRH pode ser calculada usando a fórmula de Friis, que relaciona a potência recebida em um nó como função da potência recebida do transmissor e outros importantes parâmetros. A fórmula, de acordo com Friis (1946) é apresentada a seguir:

$$P_{r,k} = \frac{G_t G_r C^2 P_t}{(4\pi)^2 f_c^2 r_L^{\alpha}} \quad (4)$$

Em que  $P_t$  é a potência do transmissor,  $G_t$  e  $G_r$  são os ganhos da antena, na transmissão e na recepção, respectivamente.  $f_c$  é a frequência da portadora,  $C$  é a velocidade da luz,  $\alpha$  é o expoente que caracteriza o *path loss* e  $r_L$  é a distância entre o nó transmissor e receptor. Cada usuário atinge a capacidade de Shannon, por exemplo, a taxa de dados por usuário K é expressada na fórmula 5:

$$C_k = B * \log_2(1 + SINR) \quad (5)$$

Onde B é a largura de banda.

O algoritmo 1 resume a heurística. Ele tem como saída um conjunto de RRHs selecionadas a partir do conjunto candidato Sn para garantir os requisitos de cobertura e QoS. A atribuição de um usuário a uma RRH é determinado pelo cálculo da distância do usuário para todas as RRHs implantadas, assim o usuário é atribuído na RRH mais próxima a ele. A heurística é apresentada abaixo:

---

**Algoritmo 1:** Implantação de small-cells.

---

**Entrada:** St

1. Checar\_Paramêtros\_Rede(St)
2. **Enquanto** ( $|St| > 0$ ) **faça**
3.   isOut = true
4.   RRH\_chosen = min(Importance\_matrix)
5.   St = remove(St, RRH\_chosen)
6.   Checar\_Paramêtros\_Rede(St)
7. **Para** (todos  $UE_{temp} = 1 \rightarrow UE$ ) **faça**
8.   **Se** ( $UE_{temp} \subseteq (RHH, UE)$ )  $\&\&$  (capacity( $UE_{temp}$ )  $\geq$  400 Kbps) **então**
9.     não faça nada
10.   **Senão**
11.     isOut = false
12.   **fim Se**
13. **fim Para**
14. **Se** (isOut = true)
15.    off\_list = off\_list U RRH\_chosen
16. **Senão**
17.    Sn = Sn U RRH\_chosen
18. **fim Se**
19. **fim Enquanto**

**Saída:** Sn

O algoritmo 1 começa com o procedimento **Checar\_Paramêtros\_Rede**, que é representado pelo algoritmo 2. Esse procedimento possui um *loop* que calcula a atribuição do usuário a RRH correspondente. Na linha 3, o vetor de importância é calculado, seu cálculo é feito com o número de usuários que é atribuído em cada RRH. Existe outro *loop* que calcula o SINR (linha 6) e a capacidade de Shannon (linha 7) para todos os equipamentos dos usuários.

Retornando ao algoritmo 1, a linha 2 apresenta um loop que será executado até a matriz de RRHs (St) ser toda percorrida. Ele contém as linhas de 3 a 18. É criado, em seu começo, o parâmetro **IsOut** para auxiliar na decisão de implantar ou não uma estação base. Na linha 4 a RRH com menor importância é escolhida e removida na linha 5. O procedimento representado no algoritmo 2 é chamado novamente e na linha 7 outro loop é criado, cobrindo todos os usuários.

Dentro deste *loop* existe uma decisão. Para que seja verdadeira, o usuário precisa estar no raio de cobertura de alguma RRH e a sua capacidade de transmissão precisa atingir um mínimo de 400 Kbps. Se a

decisão for falsa para pelo menos um usuário, o parâmetro ***IsOut*** é apontado com o valor *false*, significando que a small-cells que está sendo estudada não pode ser desligada. Entre as linhas 14 e 18 existe outra decisão, relacionada ao parâmetro ***IsOut***. Se a variável tiver o valor *true*, a RRH é descartada, senão a small-cell é implantada no vetor ***Sn***. A saída do algoritmo é o vetor ***Sn***, com a posição das antenas que irão servir todos os usuários.

---

**Algoritmo 2:** Procedimento Checar\_Parametros\_Rede
 

---

Input

1. **Para** (todas RRH  $\in S_t$ ) **faça**
2. Calcular a atribuição dos usuários nas RRHs (RRH,UE)
3. Calcular a importance\_matrix
4. **fim Para**
5. **Para** (todos  $UE_{temp} = 1 \rightarrow UE$ ) **faça**
6. update\_SINR( $UE_{temp}$ )
7. Shannon\_capacity( $UE_{temp}$ )
8. **fim Para**

**Saída:** *Shannon\_capacity, importance\_matrix*

Uma área quadrada com 5 quilômetros de lado é usada para distribuir todos os usuários. Para realizar este processo, primeiramente, são criados quatro setores menores, simulando estádios, shoppings, estações de trem ou áreas comerciais, de acordo com El-Beaino (2015). Cada setor possui 1,25Km de lado e aproximadamente 16.6% dos usuários alocados, de forma aleatória, conforme López (2015). O restante dos usuários é alocado da mesma maneira na parte restante do mapa. Os intervalos e as demais informações são mostrados na tabela 1.

Tabela 1. Divisão Da Distribuição dos Usuários

| Número do quadrante | Intervalo do quadrante                        | Porcentagem de usuários |
|---------------------|---|-------------------------|
| Quadrante um        | X1 = 1.25km até 2.5km e Y1 = 3.75km até 5.0km | Aproximadamente 16.6%   |
| Quadrante dois      | X2 = 1.25km até 2.5km e Y2 = 1.25km até 2.5km | Aproximadamente 16.6%   |
| Quadrante três      | X3 = 3.75km até 5.0km e Y3 = 3.75km até 5.0km | Aproximadamente 16.6%   |
| Quadrante quatro    | X4 = 3.75km até 5.0km e Y4 = 1.25km até 2.5km | Aproximadamente 16.6%   |
| Quadrante cinco     | X5 = 0.0km até 5.0km e Y5 = 0.0m até 5.0m     | Aproximadamente 33.6%   |

No próximo capítulo será apresentado a conexão entre as RRHs e BBUs, uma abordagem que mescla o modelo tradicional-RAN e C-RAN.

### 3. CONEXÃO AO NÚCLEO DA REDE

O próximo passo, após a escolha das antenas, é conecta-las ao núcleo da rede. De acordo com Checko (2014), é assumido que uma BBU é capaz de lidar com 70% do tráfego gerado por uma RRH. Assim, na abordagem C-RAN uma BBU pode servir mais de uma RRH, desde que o limite de capacidade de tráfego não seja ultrapassado. Já no modelo tradicional, para cada RRH é necessário uma BBU, ao qual é instalada no mesmo local do RRH e por isso, não se usa fibra na interconexão.

Conexões de energia, TV's a cabo ou de fibra geralmente são feitas por baixo da terra e quase sempre de acordo com a orientação das ruas, as quais possuem, na sua maioria, formas horizontais e verticais. Levando isso em consideração, não é recomendável usar a distância euclidiana para calcular o comprimento de fibra necessário que ligará a RRH ao ponto onde estão as BBUs (conforme apresentado em Checko (2014)). A abordagem mais apropriada para a situação é a distância de taxi apresentada por Bristin (1985), que considera apenas caminhos verticais e horizontais, a fórmula é apresentada abaixo:

$$D = |X_1 - X_2| + |Y_1 - Y_2| \quad (6)$$

Para realizar a conexão, é necessário uma ligação de fibra entre cada RRH e o centro de BBUs. Cada antena possui uma ligação exclusiva, para evitar ao máximo perdas e atrasos na transmissão. Para calcular o custo de implantação da rede, usando o modelo tradicional ou C-RAN, será usada a equação do TCO, de acordo com Checko (2014):

$$TCO = BBU_c * N_{BBUs} + FC_{km} * N_{kmF} * \frac{1}{CostFactor} \quad (7)$$

Onde:

- $BBU_c$  = Custo para implantar uma BBU;
- $N_{BBUs}$  = Número de BBUs necessárias para servir a rede;
- $FC_{km}$  = Custo de um quilômetro de fibra;
- $N_{kmF}$  = A quantidade de quilômetros de fibra necessária para conectar todas as RRHs ao centro de BBUs;
- CostFactor = Um fator que indica quantas vezes o valor de uma BBU é maior que o quilômetro de fibra;

A variável *CostFactor* possui um importante papel na equação, enquanto o custo da BBU e o quilômetro de fibra são setados com valores iguais, o *CostFactor* é que irá indicar quão mais caro é uma BBU se comparado com o quilômetro de fibra. Esse parâmetro é variado de 1 a 15 em intervalos inteiros para testar diferentes situações de preço e o impacto que isso causa no cálculo do custo.

Os cenários, valores do *CostFactor* usados, junto com os resultados, serão apresentados no próximo capítulo.

## 4. SIMULAÇÃO E RESULTADOS

Com o propósito de testar diferentes situações e gerar resultados distintos, diversos casos foram levados em consideração na simulação. A tabela 2 mostra os parâmetros principais da simulação e seus valores. Os cenários de simulação são divididos em seis opções distintas, que foram criados a partir de uma relação cruzada entre os valores do número total de usuários e área de cobertura utilizados.

Tabela 2. Divisão da Distribuição dos Usuários

| Parâmetro            | Valor(es)               |
|----------------------|-------------------------|
| Potência máxima      | 37 DB                   |
| Número de usuários   | 300/450/600 usuários    |
| Raio de cobertura    | 300/400 metros          |
| Modelo de propagação | Espaço Livre            |
| Vazão mínima         | 400 Kbps (Valor de QoS) |
| Capacidade da RRH    | 200Mbps                 |

Um cenário foi escolhido para analisar o resultado gerado pelo algoritmo 1, que pode ser visto nas figuras 1 e 2. Uma grande quantidade de RRHs são candidatas a ser implantadas antes da execução do algoritmo, na figura 1 é mostrado que 169 estão distribuídas no mapa e as necessárias serão escolhidas. A imagem 2 existe apenas 62 estações base implantadas, o que indica uma redução em torno de 63.3% do número de small-cells, uma grande economia quando comparado com a implantação baseado em cobertura total da área.

Para os cenários com 300, 450 e 600 usuários, foram estabelecidos concentrações de usuários de 50, 75 e 100 usuários respectivamente, caracterizando cenários tradicionais de 5G, de acordo com El-Beaino (2015). Tal concentração pode ser constatada na figura 2. O restante dos usuários é distribuído em todo o mapa de modo randômico.

Outra importante informação a ser destacada é que as simulações foram feitas com dois raios de cobertura diferentes, sendo eles 300 e 400 metros, levando em consideração trabalhos que realizam esta técnica para validação de resultados como no trabalho de Joyce (2015). Tal fator impacta diretamente no quantitativo de RRHs que são necessárias para cobrir todos os usuários.

Após a distribuição ser feita, o algoritmo 1 é usado para encontrar as RRHs que irão ser implantadas. Com o conjunto de small-cells pronto, é necessário saber quantas BBUs serão necessárias para atender tal demanda. Nesse sentido, foram feitas as comparações entre a abordagem tradicional-RAN e a C-RAN, calculando o TCO e mostrando a melhor solução enquanto varia-se o valor de *CostFactor*. As figuras 3 e 4 mostram os resultados dos cenários com 300 e 400 m, respectivamente.

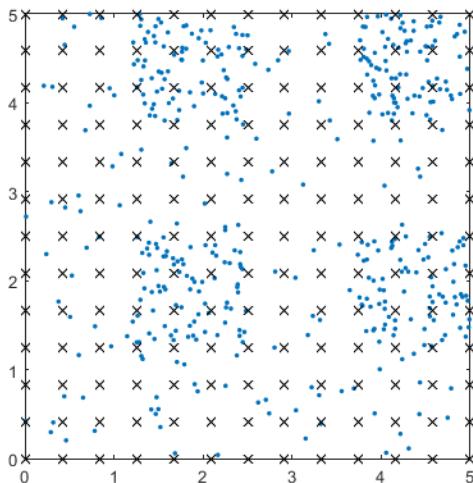


Figura 1. Small-cells candidatas a implantação

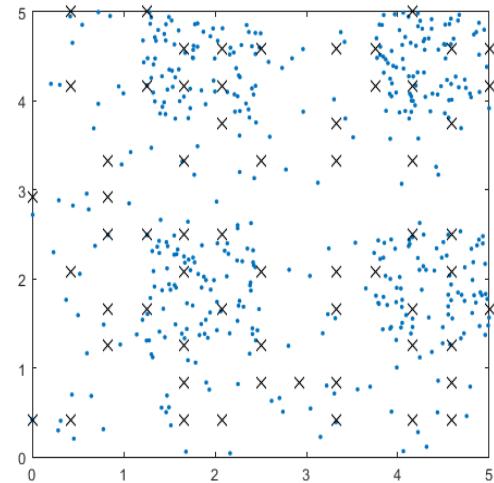


Figura 2. Small-cells implantadas

Primeiramente analisando a simulação com 300 m de raio de cobertura é possível identificar que o número requerido para atender os 300, 450 e 600 usuários são respectivamente 86, 102 e 110 RRHs. A simulação com 400 metros de raio mostra que esses números caem para 55, 62 e 68 small-cells. Em porcentagem pode ser visto um decréscimo de 36,04%, 39,21% e 38,18% no número de RRHs implantadas, de acordo com a sequência. Isso confirma o que foi dito anteriormente sobre a relação entre o raio de cobertura e o número de RRHs que serão implantadas.

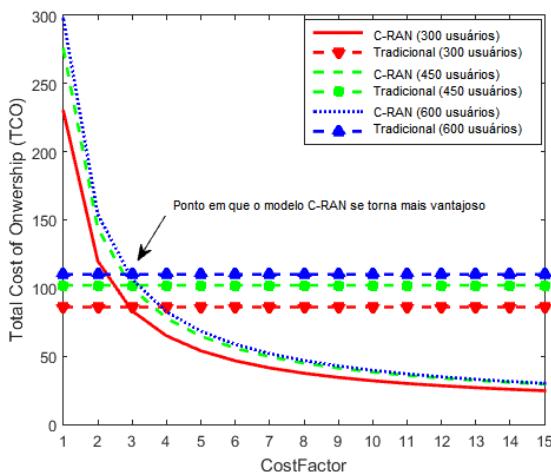


Figura 3. Resultados usando raio de 300 metros

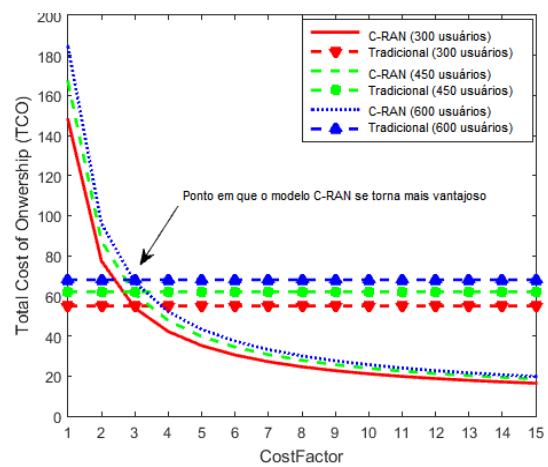


Figura 4. Resultados usando raio de 400 metros

Levando em consideração o TCO no modelo tradicional-RAN, o valor será sempre igual ao número de RRHs, pois cada RRH necessita de uma BBU para se conectar ao núcleo da rede. Usando a arquitetura C-RAN, com *CostFactor* recebendo um valor igual a 1 e 2, ou seja, o valor do BBU custando uma ou duas vezes o valor da fibra, a utilização não é vantajosa. Mesmo que o número de BBUs necessárias seja muito menor, o comprimento de fibra a ser instalado é alto tornando a arquitetura impraticável, nestes casos a diferença entre o custo de uma BBU e um quilômetro de fibra é muito pequeno.

Na simulação feita com o valor de *CostFactor* igual a 3 é encontrado um ponto de encontro, onde os valores de TCO (modelo tradicional-RAN e C-RAN) estão muito próximos e uma escolha entre uma ou outra abordagem não causará muita diferença. Tal observação é importante, pois apesar de não haver diferenças financeiras, a utilização de uma arquitetura centralizada poderá acarretar em economias futuras de energia e melhor qualidade no atendimento dos usuários. A partir do valor do quilômetro de fibra sendo 4 vezes menor que uma BBU, o método C-RAN se torna mais barato.

A relação entre o número de BBUs e quilômetros de fibra pode ser vista na figura 5, esses dados foram coletados na simulação com 450 usuários e 400 metros de raio de cobertura. O modelo tradicional usa 62 BBUs (uma para cada RRH instalado) e nenhuma fibra. Em contrapartida, com o uso total do modelo C-RAN são necessários 11 BBUs e 158,75 Km de fibra. Para situações em que o custo de uma BBU é expressivo, a abordagem C-RAN se torna mais atraente, pois reduz o número de BBUs em 82,3%.

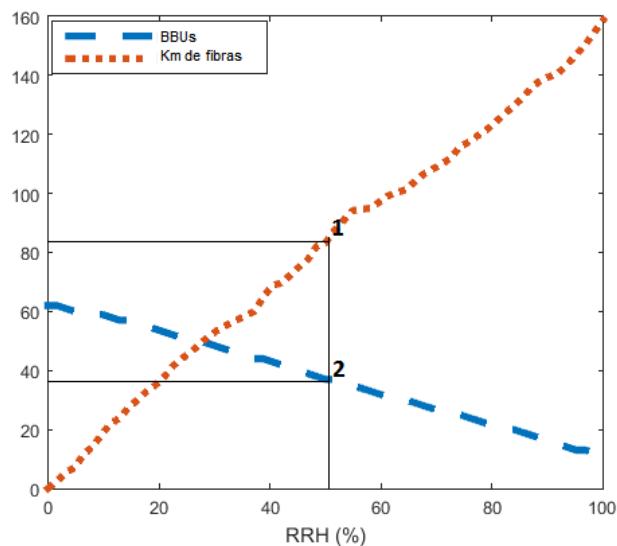


Figura 5. A relação entre o número de BBUs e quilômetros de fibra, em função da porcentagem de RRHs conectadas com o modelo C-RAN

E em uma rede híbrida? Com seria a melhor aplicação? Na figura 5 é possível encontrar os valores quando se tem metade da rede conectada de acordo com o modelo tradicional-RAN e outra metade de acordo com o modelo C-RAN. Sabendo que o número total de RRHs é 62 e metade estão conectadas no modelo tradicional, serão necessários 31 BBUs para servi-las. Em relação a metade conectada pelo modelo C-RAN são necessárias outras 6 BBUs, totalizando 37 BBUs (ponto 2). Para conectar as demais 31 RRHs ao centro de BBUs serão necessários 83,3 quilômetros de fibra (ponto 1), usando esses dados e a equação 7 com o *CostFactor* igual a 3, o custo seria de 64,77, que é um pouco maior que o modelo tradicional (62 de custo) e também da abordagem C-RAN. Isso mostra que usar os dois modelos de forma igualitária não traz benefícios quando se considera apenas o TCO. Contudo, a longo prazo, outros itens devem ser considerados, como manutenção, QoS dos usuários, entre outros.

## 5. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho buscou levantar a questão do custo de uma rede, relacionada a redes 5G, em que se utiliza uma estrutura centralizada como núcleo de rede, foi utilizado como base o trabalho de Checko (2014), trazendo incrementos que tornam possíveis a criação de resultados mais sólidos e confiáveis, principalmente pelo cuidado de realizar testes com diversos cenários diferentes e utilizando parâmetros e métricas próximas da realidade.

Através dos resultados, pode-se observar que o valor de um quilômetro de fibra precisa ser ao menos três vezes menor que uma BBU para que uma rede totalmente centralizada (C-RAN) possua custos menores que uma rede tradicional. Analisando as imagens 3 e 4 pode ser constatado que o ponto de encontro acontece no

mesmo valor em todos os cenários (considerando o número de usuários e/ou raio de cobertura), então pode ser inferido que para qualquer situação em que o *CostFactor* for maior ou igual a 3, o modelo centralizado será mais barato.

A redução no número de RRHs que serão implantadas também precisa ser enxergada como um grande avanço na redução do custo. Mas e se novos usuários aparecem no mapa e ficarem fora do raio das small-cells implantadas? Eles poderão ser conectados em macrocélulas, e assim o conceito de HetNets estará completo.

Para trabalhos futuros, pretende-se criar cenários mais próximos da realidade urbana de grandes cidades: modificando o modelo de propagação, usando uma distribuição de usuários mais próxima da realidade e alturas nas antenas.

## REFERÊNCIAS

- A. Checko, H. Holm, and H. Christiansen, 2014. Optimizing small cell deployment by the use of C-RANs. *Proceedings of European Wireless*, IEEE, pp. 317-322.
- Cisco VNI Forecast, 2016. Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update 2015–2020.
- D. López-Pérez, et al. 2015. Towards 1 Gbps/UE in Cellular Systems: Understanding Ultra-Dense Small Cell Deployments. *IEEE Communication Surveys & Tutorials*, Vol. 17, Nº. 4.
- F. Tonini, et al. 2015: Minimum Cost Deployment of Radio and Transport Resources in Centralized Radio Architectures. *International Conference on Computing, Networking and Communications, Optical and Grid Networking*.
- H. Elsawy and E. Hossain, 2013. HetNets with Cognitive Small Cells: User Offloading and Distributed Channel Access Techniques, IEEE, pp. 28-36.
- H. T. Friis, 1946. A Note on a Simple Transmission Formula, *Proc. of IRE*, vol. 34, pp. 254-256.
- R. Bristin and A. Paul 1985. Taxicab trigonometry, *Pi Mu Epsilon Journal*, 8 (1985) 89-95.
- R. Joyce, L. Zhang, 2015. Locating Small Cells Using Geo-located UE Measurement Reports & RF Fingerprinting. *Mobile and Wireless Networking Symposium*, IEEE.
- W. El-Beaino, A. El-Hajj, and Z. Dawy, 2015. On Radio Network Planning for Next Generation 5G Networks: A Case Study, *Proc. Int'l. Conf. Commun., Signal Processing, and Their Applications*, pp. 1–6.

# DIVERSIDADE ESPACIAL DOS USUÁRIOS EM REDES GEOSSOCIAIS: ESTUDO DE CASO EM CIDADES BRASILEIRAS

Aline Moraes

*Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Brazil*

## RESUMO

Redes Geossociais (RGs) são sistemas colaborativos que contém recursos de geolocalização em seu conteúdo. Além disso, as RGs podem ser úteis durante o processo de tomada de decisão sobre locais. As RGs apresentam um varieade de opiniões fornecidas por uma diversidade de usuários, que desafiam as RGs para oferecer informações valorosas igualmente para todos. O problema de pesquisa abordado pelo presente trabalho é que as investigações atuais sobre a diversidade espacial dos usuários não contemplam cidades brasileiras. Baseado nisso, este trabalho investigou a diversidade espacial dos usuários das RGs utilizadas em 23 cidades brasileiras mais populosas. Assim, foi executado uma clusterização espacial para entender a colaboração dos usuários de uma RG nas cidades do Brasil. Os resultados mostraram que usuários tem comportamentos colaborativos diferentes em categorias de cidades de acordo com IDH, gênero da cidade e região. Por fim, este trabalho detectou alguns fatores urbanos que afetam o comportamento colaborativo dos usuários de RGs em diferentes áreas de uma cidade.

## PALAVRAS-CHAVE

Redes Geossocial, Análise espacial, Cidades brasileiras, Swarm, Diversidade

## 1. INTRODUÇÃO

Redes Geossociais (RGs) são um tipo de sistemas colaborativos que têm a informação geolocalizada como principal componente. Tal recurso de geolocalização permite uma conexão entre elementos do mundo real e RGs. Além disso, o presente trabalho destaca as RGs como ferramentas necessárias ao processo de tomada de decisão sobre lugares. Isso significa que RGs podem oferecer informações sobre locais e guiar seus usuários a aprender com a informação geolocalizada.

Relacionado aos usuários de RGs, eles podem apresentar diferentes impressões sobre os mesmos lugares e isso indica que eles não são iguais entre si, de acordo com as colaborações. Como resultado, o tipo de conteúdo compartilhado é, também, altamente variável. O mapeamento da diversidade dos usuários é útil para práticas de recomendação (Khrouf and Troncy, 2013) e mapeamento de contextos específicos (Kang and Lerman, 2011), como cidades, por exemplo.

Várias abordagens propõem a mineração das colaborações em RGs baseada na origem do usuário (Moraes, 2015) e nas preferências sobre locais (Bao e Mokbel, 2012), por exemplo. Entretanto, esses métodos tratam todos os usuários e suas colaborações uniformemente. Outra estratégia para o mapeamento da diversidade espacial dos usuários é a avaliação individual, porém sua complexidade é alta quando há um volume considerável de usuários. Isso acontece porque a variabilidade é alta em sistemas populares.

O presente trabalho fará uma clusterização espacial sobre usuários de RGs em cidades. O principal objetivo será a investigar as colaborações dos usuários de RGs em áreas delimitadas para analisar sua diversidade espacial. Para isso, nos selecionamos a RG Swarm usada em cidades brasileiras. O Brasil tem 204 milhões de habitantes e representa um dos maiores utilizadores de RGs no mundo. Entretanto, o contexto brasileiro é pouco explorado em análises de redes sociais (Lins, Pereira e Benevenuto, 2014). Em 2015, o Brasil apresentou 78 milhões de contas ativas em redes sociais e 276 milhões de conexões móveis. O Swarm é uma dessas RGs bem aceitas no país.

O trabalho será organizado da seguinte maneira: a seção 2 descreverá os trabalhos correlatos, a seção 3 detalhará o método para a definição da diversidade espacial dos usuários em RGs, usadas em cidades brasileiras. Em seguida, a seção 4 mostrará os resultados sobre os experimentos. Por fim, a seção 5 concluirá e discutirá sobre trabalhos futuros.

## 2. TRABALHOS RELACIONADOS

RGs são sistemas complexos com uma infraestrutura para conectar pessoas, de acordo com a localização (Bhuiyan, 2013). A geolocalização permite novas formas de observação sobre o conteúdo compartilhado (Cho, Myers e Leskovec, 2011), apresenta várias descrições sobre os lugares e são pertencentes aos usuários de RGs.

A variedade de conteúdos compartilhados nas RGs indicam uma variedade de usuários, útil para grupos e organizações (Stirling, 2007). A compreensão da diversidade dos usuários pode estar à frente da melhoria da tomada de decisão de grupos (Surowiecki e Mark, 2007), desde que a análise de agrupamento agregue corretamente (Page, 2007). Uma estratégia comum é a identificação de perfis de usuários, como peritos e novatos (Kang e Lerman, 2011), para mapear essa diversidade em RGs. O desafio sobre a estratégia de mapeamento envolve a seleção correta das variáveis no processo de clusterização.

Algumas investigações caracterizam a diversidade de usuários baseado no conteúdo compartilhado (Li *et al.*, 2013), gênero (Schaar, Valdez e Ziefle, 2013) e comportamento colaborativo (Weng e Menczer, 2015), por exemplo. Eles têm em comum a seleção randômica dos usuários e isso significa que usuários de diferentes contextos urbanos estão na mesma amostra e a extração de padrões é mais genérica.

Outra estratégia para a mineração dos usuários das RGs é a clusterização espacial, subdividida em três tipos (Han e Kamber, 2000): clusterização particionada, hierárquica e baseada na densidade. A clusterização espacial particionada constrói partições randômicas e interativamente refina elas de acordo com alguns critérios, como k-means e k-medoids, por exemplo. No contexto das RGs, a clusterização particionada é útil para delimitação sobre recursos colaborativos (Zhang, Ghinita e Chow, 2014). De acordo com Jan e Kamber (2000), métodos particionados não são capazes de detectar grupos de formas arbitrárias.

A clusterização hierárquica espacial é um método de decomposição hierárquica de um conjunto de dados, usando algum critério pré-definido (Carvalho *et al.*, 2009). Normalmente, seus métodos têm sido limitados a identificação de regiões geográficas estritamente contíguas com características socioeconômicas semelhantes (Rehák e Chovanec, 2012).

Por fim, trabalhos prévios usaram a clusterização baseada na densidade para considerar a localização no processo de mineração dos usuários das RGs (Shi *et al.*, 2014), (Yokoyama, Bogárdi-Mészöly e Ishikawa, 2015), (Wu, Mamoulis, e Shi, 2015). De acordo com Shi *et al.* (2014), essa técnica detecta similaridades entre usuários, baseado nas áreas onde o usuário colaborou nas RGs. Além disso, essa clusterização detecta regiões densa que podem ser áreas mais atraentes na cidade ou zona mais perigosas de uma cidade.

## 3. METODOLOGIA

Uma das colaborações mais importantes na RG é o check-in, que é uma marcação geolocalizada para um usuário compartilhar informações sobre um local onde ele visitou para seus contatos. Baseado nisso, imagine que um usuário  $u_1$  fez um check-in no local  $p_1$ , onde o check-in é definido como a tupla  $\langle u_1, p_1 \rangle$ . No local  $p_1$ , outros usuários das RGs também fizeram check-ins,  $\langle u_2, p_1 \rangle$ ,  $\langle u_3, p_1 \rangle$ , ...,  $\langle u_n, p_1 \rangle$ . Assim, o presente trabalho foca no conjunto de tuplas relacionadas a check-ins feitos em locais de cidades brasileiras.

Em trabalhos anteriores, a diversidade dos usuários de RGs foi estudada numa análise de check-ins de uma cidade brasileira (Wu, Mamoulis, e Shi, 2015). O trabalho mostrou que usuários colaboram diferentemente em unidades urbanas, chamadas setores censitários. Entretanto, não está claro se a diversidade dos usuários se repete em outras cidades brasileiras. Baseado nisso, o presente trabalho investigou o comportamento espacial das colaborações em RGs de cidades brasileiras, agrupadas de acordo com categorias urbanas como: i) Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), ii) regiões do Brasil e iii) gênero majoritário da cidade.

Foram coletados check-ins feitos em 23 cidades brasileiras (Águas de São Pedro, Balneário Camboriú, Belo Horizonte, Brasília, Caruaru, Campina Grande, Florianópolis, Fortaleza, Guareí, Iaras, João Pessoa, Niterói, Olinda, Recife, Reginópolis, Rio de Janeiro, Salvador, Santos, São Pedro de Alcântara, São Caetano do Sul, São Paulo, Serra Azul e Vitória) entre março e julho de 2014 na RG Swarm. Todos os check-ins coletados são colaborações do Swarm coletadas pela API do Twitter.

Baseado nisso, foi feito uma clusterização espacial sobre a colaboração dos usuários de RGs em cidades brasileiras. Além disso, o presente trabalho adotou métodos espaciais baseados em densidade para investigar sobre usuários das RGs. Os métodos são: autocorrelação espacial com o índice de Moran e b) análise de clusters e outliers com o índice de Anselin Local Moran.

O presente trabalho usou dois métodos para observar a colaboração dos usuários ao longo de setores censitários. O primeiro foi o índice de Moran, que representa a forma básica de índices globais de autocorrelação espacial com similaridade entre as unidades de áreas. A autocorrelação espacial refere-se ao agrupamento de fenômenos semelhantes e díspares, que sinaliza a provável existência de subgrupos. O segundo foi Anselin Local Moran que verifica outliers entre grupos em uma mesma cidade, em uma observação local.

## 4. RESULTADOS

Esse experimento investigou usuários em 23 cidades brasileiras. Para isso, foi analisado espacialmente os check-ins realizados nos setores censitários dessas cidades. Cada check-in possui as seguintes características: nome da cidade do usuário, tipo do lugar colaborado pelo usuário, latitude do check-in do usuário, longitude do check-in do usuário, data de criação de check-in do usuário, número de favoritos recebidos no check-in do usuário, cidade do usuário, número de status do check-in do usuário, histórico de favoritos do usuário, descrição do usuário, nome do usuário, data de criação da conta do usuário na RG, número de seguidores do usuário, número de favoritos total recebido pelo usuário e o conteúdo compartilhado com o check-in do usuário.

Foram coletadas 1,901,102 check-ins em 23 cidades. A média de check-ins por cidade brasileira foi de 82,683 check-ins de 56,585 usuários. A cidade com mais colaborações foi São Paulo (371,818 check-ins) e a cidade com menos colaborações foi Iaras (30 check-ins), ambas cidades estão localizadas no estado de São Paulo.

A média de colaborações por usuário foi 27.16 check-ins. Além disso, a cidade com a maior taxa de colaboração foi João Pessoa com 76.05 check-ins por usuário e a cidade com a menor taxa de colaboração foi Iaras com 3 check-ins por usuário. A seguir, serão descritos os resultados de acordo com as categorias de cidades, citadas anteriormente.

### 4.1 Usuários em Cidades Brasileiras por Região

O Brasil tem 27 estados, 1 distrito federal e cinco regiões. Essa divisão dentro de regiões foi baseada em similaridades físicas, culturais e econômicas para melhorar o desenvolvimento de políticas públicas.

De acordo com a Figura 1, a distribuição da colaboração dos usuários sobre cidades brasileiras variam por regiões. Por exemplo, usuários de RGs no Sudeste (Figura 1A) e no Nordeste (Figura 1B) tem uma alta colaboração, em relação ao número de check-ins. Em relação a distribuição dos check-ins nas cidades da região Centro Oeste (Figura 1C) e Sul (Figura 1D), os check-ins estão distribuídos de modo similar. Por fim, a região Norte (Figura 1E) apresenta a distribuição de check-ins menos colaborativa. Aparentemente, a colaboração dos usuários das RGs apresentaram padrões espaciais, de acordo com a região, como mostrou a Figura 1.

A primeira análise compreende sobre quão aglomerado estavam as colaborações dos usuários nos setores censitários das cidades, através da autocorrelação espacial. Os resultados mostraram que os usuários das RGs que interagem nas cidades das regiões Nordeste e Sudeste apresentaram um comportamento agrupado na distribuição de check-ins em 64.7% das cidades selecionadas. Isso significa que usuários de RGs interagem nas mesmas regiões das cidades. Isso ocorre devido a duas razões possíveis: usuários de RGs foram atraídos por áreas populares ou por áreas com uma boa infraestrutura.

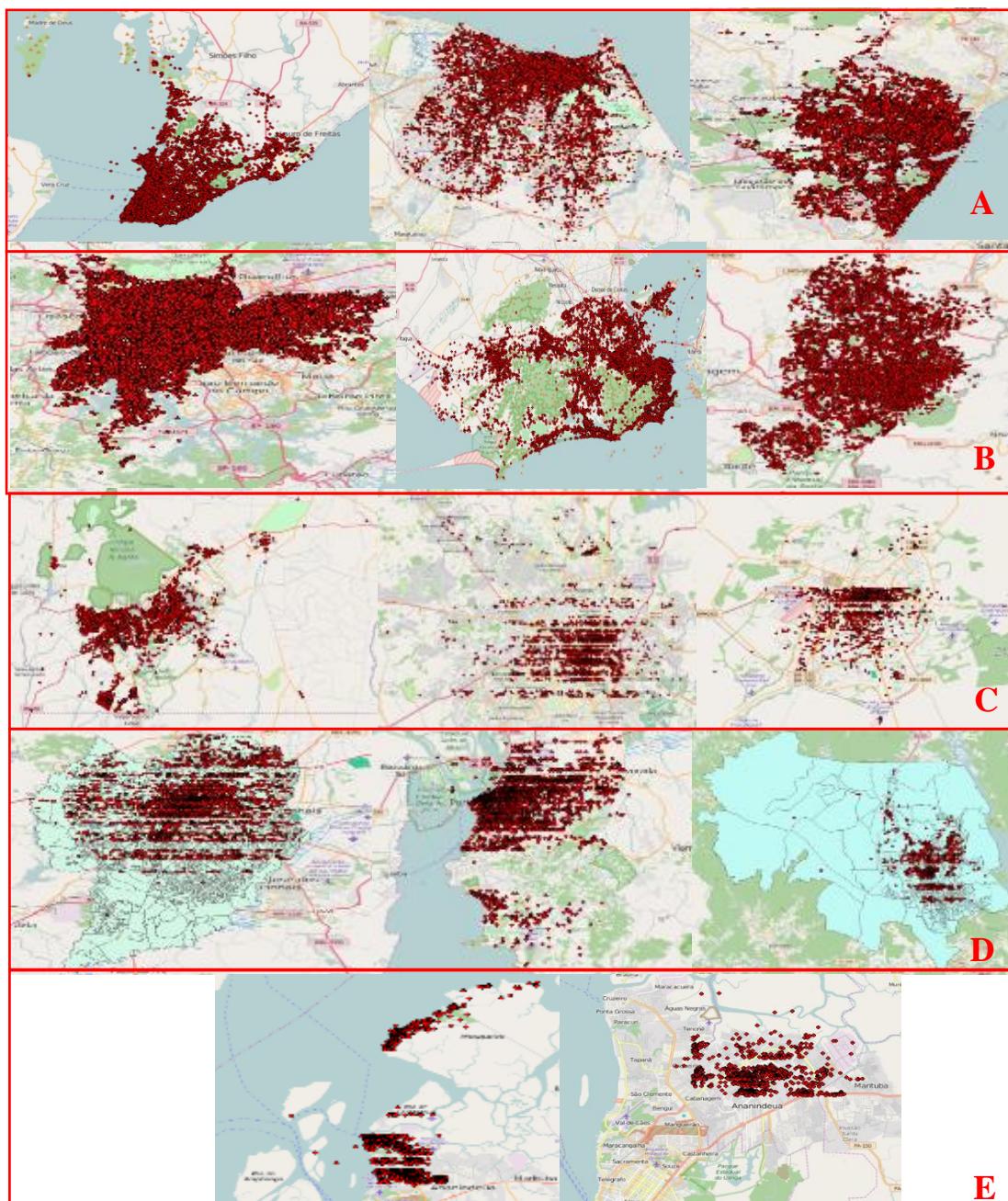


Figura 1. Check-ins nas cidades de: Salvador, Fortaleza e Recife, no Nordeste (A); São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, no Sudeste (B); Brasília, Goiânia e Campo Grande, no Centro-Oeste (C); Curitiba, Porto Alegre e Joinville, no Sul (D); Belém e Ananindeua, no Norte (E)

O segundo momento da análise espacial investigou a existência de padrões setores censitários que receberam check-ins dos usuários nas cidades selecionadas. Para isso, foi executada uma análise de clusters e outliers e esse método identificou grupos espaciais de setores com colaborações intensas e escassas pelas cidades, por meio do índice de Anselin Local Moran. Os grupos detectados em algumas cidades podem ser vistos na Figura 2.

Os mapas da Figura 2 detectou quatro tipos de tipos de setores que são estatisticamente significantes: a) setores com alta taxa de colaboração (HH), b) setores com baixa taxa de colaboração (LL), c) setores com alta taxa de colaboração, rodeados por outros setores com baixa taxa de colaboração (HL) e d) setores com

baixa taxa de colaboração, rodeados por outros setores com alta taxa de colaboração (LH). Todas as cidades analisadas apresentaram, pelo menos, um dos grupos em seu setores censitários.

O resultado da Figura 2 mostrou que todas as cidades selecionadas apresentaram uma distribuição heterogênea na colaboração dos usuários em setores censitários. Em todas as regiões, usuários de RGs concentraram seus check-ins em alguns setores da cidade (setores pretos na Figura 2).

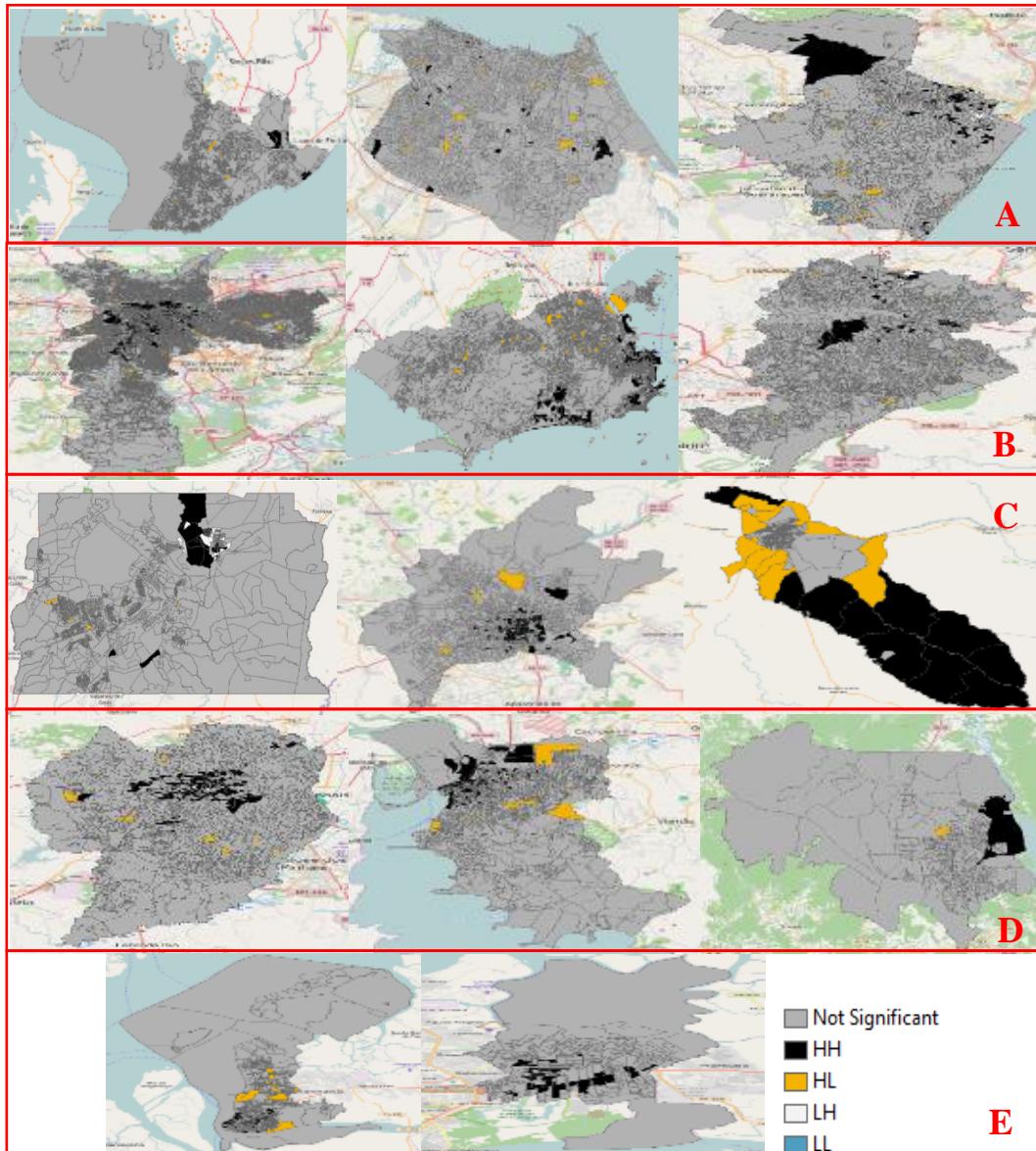


Figura 2. Grupos dos setores censitários de Salvador, Fortaleza e Recife, no Nordeste (A); São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, no Sudeste (B); Brasília, Goiânia e Campo Grande, no Centro-Oeste (C); Curitiba, Porto Alegre e Joinville, no Sul (D); Belém e Ananindeua, no Norte (E)

Além disso, outros usuários das RGs compartilharam intensamente check-ins em setores cercados por áreas com uma baixa colaboração (setores amarelos na Figura 2). Houveram também setores onde os usuários colaboraram pouco com check-ins, como aconteceu na cidade de Brasília (setores brancos da Figura 2C). Nas cidades do Nordeste, as áreas populares (com alta colaboração de check-ins) estavam distribuídas pelas cidades (Figura 2A). Entretanto, outras regiões apresentaram áreas concentradas de grupos de setores com alta colaboração de check-ins (Figuras 2B, 2C, 2D e 2E).

Uma razão para essa variedade de colaborações espaciais nas RGs pode ser influências socioeconômicas dos setores censitários sobre a colaboração espacial dos usuários. Para confirmar essa possibilidade, foi aplicado o teste de correlação de Kendall entre a atividade colaborativa nos setores e características socioeconômicas de cada setor como renda per capita, tipos de residências, acesso à água e acesso à eletricidade. Os resultados mostraram a influência de alguns fatores socioeconômicos selecionados com a atividade colaborativa nos setores: como rendimento e taxa de alfabetização. Isso significa que quanto maior o rendimento e a taxa de alfabetização de um setor censitário, maior será o compartilhamento de check-ins nessas regiões pelos usuários. Além disso, no Nordeste, houve a influência do número de domicílios habitados por mulheres. Em outras palavras, quanto maior for a quantidade de residências habitadas só por mulheres em um setor censitário, maior será o número de check-ins compartilhados nessas áreas da cidade.

## 4.2 Usuários em Cidades Brasileiras com alto IDH

De acordo com as Nações Unidas<sup>1</sup>, IDH é uma medida sobre a realização em dimensões chaves do desenvolvimento humano: uma vida longa e saudável, sendo experiente e ter um padrão decente de vida. O IDH é a média geométrica dos índices normalizados para cada uma das três dimensões.

O presente trabalho selecionou cinco cidades com os maiores IDHs do Brasil: São Caetano do Sul, Águas de São Pedro, Florianópolis, Balneário Camboriú e Vitória. Foi investigado se a qualidade de vida afeta a diversidade espacial dos usuários em relação à colaboração espacial pela autocorrelação espacial e análise de clusters e *outliers*.

De acordo com os resultados da autocorrelação espacial pelo índice de Moran, os usuários da RGs compartilharam check-ins de maneira agrupada em apenas duas cidades com IDH alto: São Caetano do Sul e Balneário Camboriú. Isso significa que cidades com os melhores IDHs não apresentam um padrão global de comportamento espacial nas colaborações dos usuários das RGs.

A etapa seguinte foi analisar a existência de grupos e *outliers* numa escala local dos setores censitários da cidade através do método de Anselin Local Moran. De acordo com os resultados da Figura 3, também não foram detectados padrões de comportamento espacial das colaborações dos usuários em setores censitários das cidades analisadas.

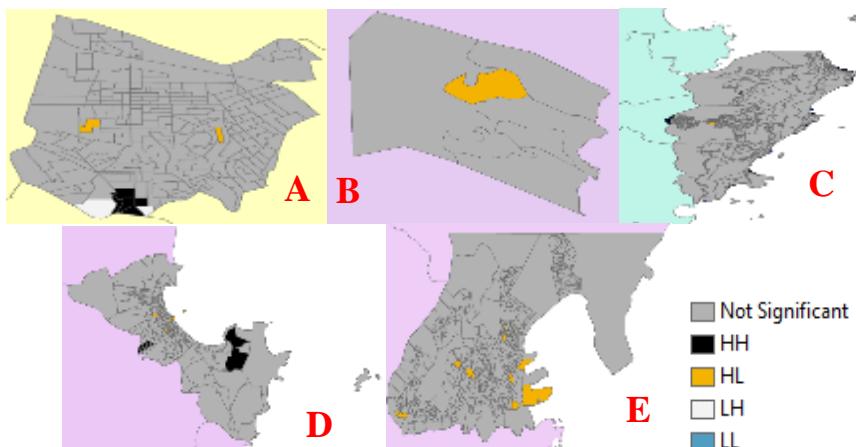


Figura 3. Grupos locais de São Caetano do Sul (A), Águas de São Pedro (B), Florianópolis (C), Balneário Camboriú (D) e Vitória (E)

Nessas cidades foi observado se as características socioeconômicas afetavam o comportamento colaborativos nos setores. Pela correlação de Kendall ( $p$ -valor  $< 0.05$ ), ficou comprovado que quanto maior for o número de moradores nos setores das cidades com alto IDH, maior será a colaborações no setor. Provavelmente, porque são os próprios residentes os colaboradores massivos das RGs em setores da cidade.

## 4.3 Cidades Masculinas x Cidades Femininas

As cidades brasileiras com a maior proporção de mulheres são: Santos (54.25%), Recife (53.87%), São Caetano do Sul (53.85%), Olinda (53.76%) e Niterói (53.69%). Além disso, as cidades com a maior

<sup>1</sup> Disponível em: <http://hdr.undp.org/en/content/human-development-indexhdi>

quantidade de homens são: Iaras (65.81%), Reginópolis (63.93%), São Pedro Alcântara (63.57%), Guareí (61.25%) e Serra Azul (61.04%) (globo, 2010).

Em relação à análise especial em escala global, a maioria das cidades femininas (Recife, São Caetano do Sul, Olinda e Niterói) apresentaram um comportamento agrupado na colaboração de check-ins em setores das cidades. Nas cidades masculinas, a maioria não apresentou um padrão no comportamento colaborativo espacial dos seus usuários nos setores das cidades. A única exceção foi a cidade de Iaras que apresentou check-ins agrupados em seus setores, comprovados pelo método da autocorrelação espacial.

Relacionado a análise local de grupos e *outliers* pelo método de Anselin, as cidades femininas apresentaram alguns setores censitários com uma participação alta de check-ins (setores pretos da Figura 4A) e grupos de setores com uma participação alta de check-ins, rodeados de outros setores com pouca colaboração (setores amarelos da Figura 4A). Por fim, alguns setores também apresentaram uma baixa colaboração de check-ins, rodeados por setores com uma alta participação (setores brancos da Figura 4A).

Nas cidades masculinas, o índice de Anselin Local Moran mostrou cidades com poucos grupos de setores que receberam muitos check-ins dos usuários da RG, como mostra a Figura 4B. Um possível razão para isso, seria o tamanho reduzido das cidades masculinas porque restringe o número de possibilidades.

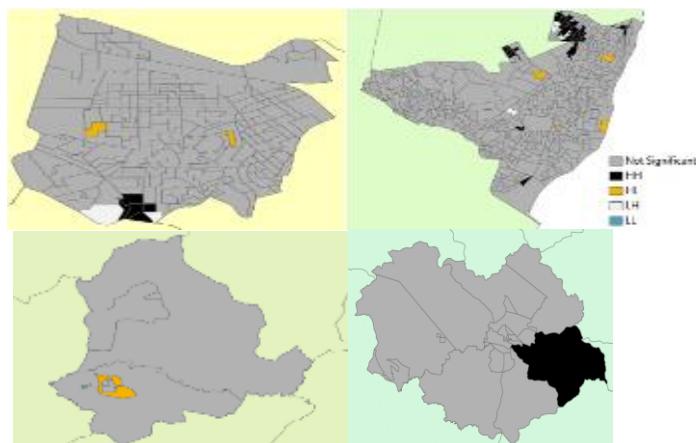


Figura 4. Grupos nas cidades femininas de São Caetano do Sul e Olinda (A) e nas cidades masculinas de Iaras e Guareí (B)

Aparentemente, os resultados preliminares descobriram que o gênero majoritário de uma cidade não exerce diferença em relação à colaboração dos usuários. Além disso, as cidades masculinas sofrem influência de características socioeconômicas como acesso a lixo, rendimento e acesso à energia elétrica para a colaboração em seus setores.

## 5. CONCLUSÃO

Esse trabalho descreveu a diversidade espacial dos usuários das RGs em cidades brasileiras, de acordo com categorias específicas de região, IDH e gênero. Os resultados mostraram que os usuários de RGs variam de comportamento espacial de acordo com a categoria da cidade. Por exemplo, cidades do Nordeste são populares em alguns setores onde os residentes tem um poder aquisitivo mais alto. Entretanto, ainda não foi explorado a análise de cidades com mais de uma categoria.

Foi detectado também a similaridade das colaborações dos usuários entre cidades com categorias semelhantes. Esses resultados abriram possibilidades para uma nova perspectiva de investigação que define as características urbanas afetam o comportamento colaborativo espacial dos usuários das RGs. A compreensão sobre a diversidade espacial dos usuários entre as cidades pode facilitar o processo de tomada de decisão. Poderiam ser elaboradas RGs sensíveis ao tipo de cidade que o usuário frequenta.

Outro resultado satisfatório do experimento foi a detecção da influência de alguns fatores socioeconômicos como o rendimento dos moradores, acesso a coleta de lixo e eletricidade, taxa de alfabetização, entre outros. Para as próximas etapas, serão executadas outras análises de correlação entre fatores socioeconômicos dos setores e o comportamento colaborativo dos usuários. O objetivo é investigar se existe um conjunto de características socioeconômicas que podem afetar a colaboração dos usuários de RGs em cidades brasileiras, sem a necessidade de categorias.

## REFERÊNCIAS

- Bao, J.; Zheng, Y.; and Mokbel M. F. 2012. Location-Based and Preference-Aware Recommendation Using Sparse GeoSocial Networking Data. In Proceedings of the 20<sup>th</sup> International Conference on Advances in Geographic Information Systems (SIGSPATIAL '12). ACM, New York, NY, USA, 199-208. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/2424321.2424348>.
- Bhuiyan, T. (2013). Trust for Intelligent Recommendation. Springer.
- Carvalho, A. X. Y.; Albuquerque, P. H. M.; Almeida Junior, G.; and Guimarães, R. (2009). Spatial Hierarchical Clustering. *Revista Brasileira de Biometria*, 27(3), 411-442.
- Cho, E.; Myers, S. A.; and Leskovec, J. 2011. Friendship and Mobility: User Movement in Location-Based Social Networks. In Proceedings of the 17th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining (KDD '11). ACM, New York, NY, USA, 1082-1090. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/2020408.2020579>.
- Globo. Nove dos dez municípios com mais homens estão em SP. Available at: <http://g1.globo.com/brasil/noticia/2010/11/nove-dos-dezmunicipios-com-mais-homens-estao-em-sp-diz-ibge.html>. Accessed in: November 2016.
- Han, J.; and Kamber, M. 2000. Data Mining: Concepts and Techniques. Morgan Kaufmann.
- Kang, J. H.; and Lerman, K. (2011, October). Leveraging User Diversity to Harvest Knowledge on the Social Web. In Privacy, Security, Risk and Trust (PASSAT) and 2011 IEEE Third International Conference on Social Computing (SocialCom), 2011 IEEE Third International Conference on (pp. 215-222). IEEE.
- Khrouf, H.; and Troncy, R. 2013. Hybrid Event Recommendation Using Linked Data and User Diversity. In Proceedings of the 7th ACM conference on Recommender systems (RecSys '13). ACM, New York, NY, USA, 185-192. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/2507157.2507171>.
- Li, R. H.; Liu, J.; Yu, J. X.; Chen, H.; and Kitagawa, H. 2013. Co-occurrence Prediction in a Large Location-Based Social Network. *Frontiers of Computer Science*, 7(2), 185- 194.
- Lins, T.; Pereira, A. C.; and Benevenuto, F. 2014. Workload Characterization of a Location-Based Social Network. *Social Network Analysis and Mining*, 4(1), 1-14.
- Morais, A. 2015. Spatial Analysis about Users Collaboration on Geo-Social Networks in a Brazilian City. *Proceedings of International Journal on Web Service Computing (IJWSC)*, Vol.6, No.4, December 2015, 1-13. DOI=10.5121/ijwsc.2015.6401.
- Page, S. E. 2007. The Difference: How the Power of Diversity Creates Better Groups, Firms, Schools, and Societies. Princeton, NJ, USA: Princeton University Press.
- Rehák, Š.; and Chovanec, M. (2012). Exploring Spatial Patterns of Creative Industries with Firm Level Micro Geographic Data. *Region Direct*, (2), 10-35.
- Schaar, A. K.; Valdez, A. C.; and Ziefle, M. 2013. The Impact of User Diversity on the Willingness to Disclose Personal Information in Social Network Services. In Human Factors in Computing and Informatics (pp. 174-193). Springer Berlin Heidelberg.
- Shi, J.; Mamoulis, N.; Wu, D.; and Cheung, D. W. (2014, June). Density-Based Place Clustering in Geo-Social Networks. In Proceedings of the 2014 ACM SIGMOD international conference on Management of data (pp. 99- 110). ACM.
- Stirling, A. 2007. A General Framework for Analysing Diversity in Science, Technology and Society. *Journal of the Royal Society Interface*, 4(15), p.707.
- Suwowiecki, J.; and Mark P. S. 2007. The Wisdom of Crowds. *American Journal of Physics* 75.2, 190-192.
- Weng, L.; and Menczer, F. 2015. Topicality and Impact in Social Media: Diverse Messages, focused Messengers. *PloS one*, 10(2), e0118410.
- Wu, D.; Mamoulis, N.; and Shi, J. (2015). Clustering in GeoSocial Networks. *Bulletin of the IEEE Computer Society Technical Committee on Data Engineering*.
- Yokoyama, S.; Bogárdi-Mészöly, Á.; and Ishikawa, H. (2015, November). EBSCAN: An Entanglement-based Algorithm for Discovering Dense Regions in Large Geosocial Data Streams with Noise. In Proceedings of the 8<sup>th</sup> ACM SIGSPATIAL International Workshop on Location Based Social Networks (p. 7). ACM.
- Zhang, J. D.; Ghinita, G.; and Chow, C. Y. (2014, July). Differentially Private Location Recommendations in Geosocial Networks. In 2014 IEEE 15th International Conference on Mobile Data Management (Vol. 1, pp. 59-68). IEEE.

# ONTOLOGIAS NO SUPORTE À CARACTERIZAÇÃO DE PROCESSOS: UMA PROPOSTA DE ESTUDO

Livia Marangon Duffles Teixeira<sup>1</sup> e Elisângela Cristina Aganette<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda em Gestão&Organização do Conhecimento

<sup>2</sup>Professor Adjunto

Universidade Federal de Minas Gerais

## RESUMO

Modelos são abstrações criadas para representar uma parte da realidade. Os tipos de metodologias/notações para a geração de modelos são variados, bem como as entidades usadas pelos modelos para fins de representação. Um exemplo dessas entidades são os processos, presentes em diversos modelos como forma de representar um elemento que se desdobra ao longo do tempo. O presente artigo apresenta uma proposta de aprofundamento de estudos que enfatiza o estudo de processos na perspectiva da filosofia, de sistemas de informação e da administração. Aborda ainda a modelagem de processos no contexto de algumas metodologias mais utilizadas tais como: UML e BPMN, e apresenta e propõe a ontologia para esse fim. Finalmente, propõe a modelagem ontológica dos processos pelos princípios provenientes das ontologias de fundamentação (*top level*) como possível solução semântica às falhas na representação de objetos e processos.

## PALAVRAS-CHAVE

Modelagem Conceitual; Modelagem Ontológica De Processos; Princípios Ontológicos; Compromisso Ontológico; Web Semântica; Interoperabilidade

## 1. INTRODUÇÃO

As ontologias são estruturas representacionais baseadas nos conceitos e nas relações entre conceitos de um domínio do conhecimento. Sua origem e abordagem filosófica alinhadas ao corpo de conhecimentos e técnicas da ciência da informação permitem melhor explicitar conhecimentos com propósitos de inferências e recuperação. Uma ontologia define uma “linguagem”, ou seja, um conjunto de termos que será utilizada para formular consultas (Almeida e Bax, 2003), ou um conjunto de entidades que existem no mundo, organizado através das categorias (Grenon e Smith, 2004). As ontologias podem, de forma prática, além de representar graficamente um recorte do mundo, prover soluções semânticas, propiciar e melhorar a interoperabilidade entre sistemas e automatizar processos de inferências.

O presente artigo propõe, nesse sentido, um recorte relativo à construção de modelos conceituais para sistemas de informações, no que tange a representação de objetos e processos do mundo real enquanto entidades que persistem ou acontecem em um determinado espaço de tempo. O recorte se justifica pelo fato de profissionais responsáveis pela elaboração de modelagem conceitual nem sempre possuírem o conhecimento necessário para identificar e classificar as entidades que serão representadas, os objetos e processos, o que pode culminar na construção de modelos conceituais com falhas semânticas, o que dificulta e até impossibilita a integração entre sistemas.

Relacionar processos de negócios às ontologias inicialmente pode parecer complexo, uma vez que não se trata apenas da representação de matéria, porém, ao aprofundar nos conceitos e identificar as categorias básicas de uma ontologia como entidade, região e localização, por exemplo, depara-se com o tipo de entidade endurante/perdurante, ou ainda, continuante/ocorrente. Nesta categoria identifica-se e diferencia-se o que persiste por meio do tempo (endurante/continuante) e o que se desdobra ao longo de um determinado período de tempo (perdurante/ocorrente), que são os processos.

Outro ponto a ser observado refere-se à “característica essencial”, que conforme afirma Shera e Egan (1969) *apud* Aganette e Almeida (2015) sob a perspectiva de Aristóteles, por “essência” de uma coisa entende-se o conjunto de atributos fundamentais que formam as condições necessárias e suficientes para que qualquer coisa concreta seja a coisa daquele tipo. “Essência”, segundo Aristóteles, é o que faz uma coisa ser o que é, e não, algo diferente. Já a definição é a compreensão convencional de um termo, a enumeração de seus atributos essenciais. Dessa forma, a não identificação de uma característica essencial em um processo pode gerar erros na modelagem, ocasionando problemas de interoperabilidade entre sistemas. O resultado de uma modelagem, seja por meio de notações UML ou BPMN, deve apresentar modelos conceituais representativos da realidade com consistência semântica, por meio da lógica construtiva de um sistema de informação, desde a sua elaboração até a sua implementação, homologação e manutenção.

Uma análise detalhada das entidades de um domínio, denominada “análise de princípios ontológicos”, pode ser utilizada como fonte de conhecimento para profissionais que lidam com a modelagem conceitual, possibilitando assim, minimizar erros de identificação de processos em um domínio real. Considera-se neste artigo, os modelos conceituais baseados em ontologias como uma alternativa para reduzir inconsistências na modelagem conceitual, por meio do entendimento de que os processos devem possuir “características essenciais” para serem considerados processos. Espera-se que ao final do estudo (tese de doutorado em andamento) ter-se compilado conhecimentos necessários para que se possa responder a seguinte questão: os modelos gerados por algumas metodologias mais utilizadas são suficientes para gerar modelos interoperáveis? Propõe-se assim evidenciar a vinculação da modelagem de processos de negócios às ontologias enquanto proposta de solução à geração de modelos representacionais semanticamente consistentes. A proposta de estudos tem sido aprofundada por meio do desenvolvimento da tese de doutorado de uma das autoras, que almeja alcançar um nível mais avançado de desenvolvimento com intuito de testar suas hipóteses iniciais.

O presente artigo está estruturado da seguinte forma: na seção 1 uma breve introdução do estudo; a seção 2 apresenta o *background* necessário para entendimento do estudo, tais como: “processos”, “modelos e modelagens” e “modelagem ontológica de processos” e por fim, a seção 3 apresenta as discussões referentes às temáticas abordadas e as considerações finais.

## 2. BACKGROUND

### 2.1 Processos

O termo “processo” provém do latim *processus*, que indica a ação de avançar. Etimologicamente é algo que sugere uma mudança, algo contável e com um curso definido. Conjunto sequencial e peculiar de ações para atingir determinada meta. Porém, de acordo com a área do conhecimento o termo pode variar sua definição, conforme pode ser verificado na literatura das áreas. Neste estudo as definições serão brevemente abordadas para facilitar o entendimento e propósito do mesmo, conforme a tabela 1 a seguir, que as apresenta no contexto das áreas de conhecimento relevantes.

Tabela 1. Definições de “Processo”

| Área de conhecimento   | Definição  | Referência               |
|------------------------|--|--------------------------|
| Filosofia              | Chamado de kinesis por Aristóteles, são entidades ocorrentes, que acontecem em determinado período, e caracterizados por uma estrutura temporal interna típica     | Hennig (2008, p. 264)    |
| Sistemas de Informação | Sob o ponto de vista da modelagem, são fluxos de trabalho com entradas e saídas bem definidas e com tarefas que seguem sequencialmente dependentes umas das outras | Harrington et al. (1997) |
| Administração          | Conjunto de elementos que guia grupos ou indivíduos entre o início e o fim de um trabalho específico.  | Cruz (2003)              |

Diante do exposto e para os propósitos deste artigo, utiliza-se como pressuposto que um "processo" é a entidade ocorrente, com estrutura temporal interna, que se desdobra ao longo de um intervalo de tempo e se realiza em etapas mais ou menos flexíveis. Essa definição se justifica pelo seu caráter filosófico que atende aos princípios ontológicos que se deseja atestar. As demais definições servirão de arcabouço para a análise da atividade de modelagem no momento oportuno.

### 2.1.1 Tipos de Processos

Quanto aos "tipos de processos", de acordo com as diferentes áreas do conhecimento, a literatura apresenta uma lista considerável, conforme se apresenta na tabela 2 a seguir.

Tabela 2. Tipos de "Processo"

| Área de conhecimento   | Definição   | Referência  |
|------------------------|---|---|
| Filosofia              | i) ocorrente estendido (com estrutura temporal interna)<br>ii) ocorrente instantâneo (sem estrutura temporal interna)   | Hennig (2008)   |
| Sistemas de Informação | Sob o ponto de vista de modelagem de processos:   | ABPM (2013)   |
|                        | i) processos primários<br>ii) processos de suporte<br>iii) processos gerenciais   |   |
| Administração          | i) processos industriais<br>ii) processos administrativos.<br>i) processos primários<br>ii) processos secundários<br>i) processos centrais<br>ii) processos de governabilidade<br>iii) processos de infraestrutura<br>iv) processos facilitadores<br>i) processos de clientes<br>ii) processos administrativos<br>iii) processos de gerenciamento<br>i) processo de inovação<br>ii) processo de operações<br>iii) processo de serviço pós venda | Cruz (2003)<br>Porter (1992)<br>Hammer (1995)<br>Rummel e Brache (1994)<br>Kaplan e Norton (1997) |

Conforme se pode perceber, nas primeiras três definições da tabela 2, há uma tentativa de se manter as mesmas referências utilizadas no quadro anterior para acompanhar a condução do assunto pelos mesmos autores. Observa-se a inserção de outros autores da área da Administração com o propósito de evidenciar uma aparente diferenciação entre os tipos de processos citados sob o ponto de vista dessa área de conhecimento. Nota-se que há uma divisão entre aqueles que estão vinculados à atividade-fim da organização e aqueles referentes às atividades administrativas, que mantêm o funcionamento organizacional. Ressalta-se que ainda não é possível definir qual tipo de processo será referenciado, utilizado e posteriormente avaliado sob o ponto de vista filosófico.

### 2.1.2 Características Essenciais de Processos

O essencialismo considera que cada entidade tem uma característica essencial, a qual é a característica que, justamente, a torna o tipo de entidade que ela é – denominada "essência real" da entidade. A essência real de uma entidade ocorre em todas (mas apenas) em entidades daquele tipo específico. Isso ajuda a entender porque entidades de um tipo específico são capazes de fazer o tipo de coisa que usualmente fazem. Para um essencialista, a essência real captura a estrutura fundamental do mundo (Aganette e Almeida, 2015). Além disso, conhecer a essência real é de grande valor prático, pois tal conhecimento ajuda a identificar que tipo de coisa uma entidade é, além de fornecer meios para explicar e prever o seu comportamento. Um dos exemplos mais citados para explicar o essencialismo é a tabela periódica dos elementos químicos. Todos e apenas os membros de certo elemento da tabela periódica em particular compartilham uma essência real, a qual é sua estrutura atômica única e comum. O conhecimento dessa estrutura permite que se preveja ou explique o comportamento de instâncias daquele elemento (Aganette e Almeida, 2015).

Para que um processo seja caracterizado como um processo de fato, faz-se necessário identificar quais são suas características gerais para que em seguida se possam mapear suas características específicas e definir quais dessas características são “essenciais” para sua adequada modelagem e representação. A tabela 3 busca sintetizar as características seguindo a mesma abordagem sequencial pelas áreas do conhecimento.

Tabela 3. Características de “Processo”

| Área de conhecimento   | Definição   | Referência               |
|------------------------|---|--------------------------|
| Filosofia              | i) entidade com limite temporal<br>ii) estrutura temporal interna   | Hennig (2012)            |
| Sistemas de Informação | i) limites: identificam início e fim do processo, caminhos e entradas e saídas (informações e serviços)<br>ii) fornecedores: quem fornece as entradas do processo<br>iii) clientes: quem recebe a saída do processo<br>iv) integração: influência ou ligação com os demais processos  | Harrington et al. (1997) |
| Administração          | i) objetivos do processo<br>ii) clientes do processo<br>iii) entradas físicas<br>iv) entradas lógicas<br>v) saídas físicas<br>vi) saídas lógicas<br>vii) diretrizes (regulação)<br>viii) programa de melhoria contínua<br>ix) benchmarking<br>x) metas<br>xi) alocação de recursos<br>xii) mão de obra<br>xiii) medição de desempenho<br>xiv) tecnologia de informação<br>xv) gerente do processo | Cruz (2003)              |

De acordo com a tabela 3, observa-se que não há consenso entre os autores das diferentes áreas do conhecimento contempladas, no que se refere às características dos processos, exceto pela referência à entrada/saída do processo, que são ocorrentes instantâneos, sem partes temporais - e não são contempladas nesse estudo. Percebe-se ainda, que entre o *evento início* e o *evento fim* de um processo há uma sequência de atividades previstas com regras e objetos associados.

Para os propósitos deste artigo entende-se como “processo” uma entidade ocorrente, com estrutura temporal interna, por seu caráter filosófico que atende aos princípios ontológicos pretendidos. Os “processos” são divididos em tipos e o critério de opção entre eles será avaliado posteriormente para que o escolhido seja relevante em relação à sua importância, crítico por sua complexidade e aderente de forma que toda a sua execução aborde os itens da metodologia. Um estudo mais aprofundado das metodologias de modelagem associadas ao ponto de vista filosófico e da administração será necessário para evidenciar as características que podem ser ditas necessárias e suficientes para um processo ser considerado como tal.

## 2.2 Modelos e Modelagem

Os modelos são como instrumentos de comunicação em que a informação é apreendida e transferida por meio de uma estrutura de representação, utilizadas em inúmeras atividades humanas para representar a realidade de forma simplificada (Oliveira e Almeida, 2011).

O estudo de modelos e a prática da modelagem de forma geral têm sido objeto de pesquisa de várias áreas do conhecimento enquanto mecanismos de representação. O que, de acordo com Campos (2004) é justificável uma vez que esses mecanismos de representação de conhecimento permitem que processos de formalização sobre os objetos e suas relações em contextos predefinidos possam ser facilmente representados. A autora explicita que, de acordo com cada área do conhecimento, há um olhar sobre a modelagem:

No âmbito da ciência da computação, eles servem para auxiliar a implementação de estruturas computáveis. No âmbito da ciência da informação, possibilitam a elaboração de linguagens documentárias verbais e notacionais, visando à recuperação de informação e à organização dos conteúdos informacionais de documentos (...) (Campos, 2004).

A atividade de concepção dos modelos que representem a compreensão humana é conhecida como “modelagem conceitual”, criados a partir de abstrações de aspectos da realidade, tanto do ponto de vista de um indivíduo quanto de um grupo de pessoas. As abstrações são uma maneira de especificar as entidades e as relações entre as entidades dentro do domínio específico de conhecimento. A criação de modelos conceituais justifica-se pela busca de melhores formas de representar a realidade em sistemas de informação. A modelagem conceitual é a atividade de descrever formalmente alguns aspectos do mundo físico e social que nos rodeia, para fins de compreensão e comunicação (Mylopoulos, 1992). Existem diferentes tipos de metodologias para modelagem, tais como: Fluxograma, UML, BPMN e Ontologia. Como as mais utilizadas pelas organizações são a UML e BPMN, essas serão brevemente explicadas e as ontologias também serão por serem objeto deste estudo.

### **2.2.1 UML (*Unified Modeling Language*)**

A UML é um tipo de notação visual orientada a objetos para modelagem de sistemas. Segundo Mattiazzi (1998), a UML permite descrever os requisitos de software, caracterizar a arquitetura de um sistema, focar na arquitetura ao invés da implementação e direcionar programadores, aumentando a produtividade e diminuindo os riscos. A utilização da UML como linguagem de modelagem é defendida por vários autores. Baker (2001), por exemplo, defende o uso e apresenta algumas destas vantagens: i) linguagem comum entre analistas de negócio e desenvolvedores; ii) é orientada a objetos - por ser uma linguagem sob perspectiva orientada a objetos; iii) descreve processos de negócios de forma estruturada e dinâmica; iv) ajuda a gerar melhores requisitos de sistemas. Os processos na UML são representados através do *diagrama de atividade* e *diagrama de estado*. O *diagrama de atividade* objetiva capturar os trabalhos e ações que serão executadas e seus resultados nas mudanças de estados dos objetos. O *diagrama de estado* mostra todos os estados possíveis em que objetos de certa classe podem se encontrar e evidencia também quais são os eventos do sistema que provocam tais mudanças.

### **2.2.2 BPMN (*Business Process Model And Notation*)**

O BPMN é um padrão internacional de notação destinado a padronizar o mapeamento de processos de negócio através da representação gráfica em diagramas (Baldam et al., 2011). Tem por finalidade identificar, analisar, documentar, desenhar, monitorar e melhorar o processo, seja ele automatizado ou não. Vasko e Dustdar (2006) salientam que a BPMN é uma notação de modelagem visual bem elaborada e proporciona um bom suporte para aspectos comportamentais do projeto do fluxo de trabalho. Nesta notação os processos são representados através dos diagramas de processo/orquestração, cuja sequência de atividades ou subprocessos são demonstradas pelo conector *sequence flow*. Esse conector implica o entendimento de que a atividade sucessora ocorrerá após a atividade predecessora ser concluída.

### **2.2.3 Ontologia**

Grenon e Smith (2004, p.138) definem ontologia como o conjunto de entidades que existem no mundo, organizado através das categorias sob as quais essas entidades simbólicas pendem e dos diferentes tipos de relações que são mantidas entre elas. Outrossim, uma ontologia pode ser entendida como uma teoria representando os principais fatos e regras que governam certa parte da realidade (Mendonça e Almeida, 2012). Enquanto ferramenta de modelagem, Gassen (2014, p.13) atribui às ontologias os seguintes aprimoramentos para o mapeamento de processos em relação aos demais: “interoperabilidade, validação, tradução, enriquecimento semântico, geração automática de workflows, auxílio na heterogeneidade semântica, integração, verificação, configuração e assim por diante”. Nesse contexto, a representação de um processo é feita através dos conceitos, das relações e dos atributos semanticamente bem definidos em linguagem formal, proporcionando um modelo sem ambiguidades.

## 2.3 Modelagem Ontológica de Processos

Uma questão que em geral permeia a construção de uma ontologia de domínio diz respeito a quais são as entidades mais genéricas a adotar. Além dessa questão, existem diversas outras atividades necessárias para construir uma ontologia. Convencionalmente, o desenvolvimento de uma ontologia de domínio inicia-se pela hierarquia de uma ontologia de alto nível. As ontologias de alto nível (*top-level ontology*) são uma especificação da semântica de noções independentes de um domínio do conhecimento, baseadas em sistemas de categorias filosóficas e fornecem as entidades mais genéricas abaixo das quais um domínio específico deve ser organizado. A BFO (*Basic Formal Ontology*) e a UFO (*Unified Foundational Ontology*) são ontologias de alto nível que diferem suas entidades entre objetos e processos e, para Smith (2003), trata-se de um “compromisso ontológico” evidenciar as diferenças entre as coisas e os processos que se está tentando representar. Como se trata do foco em processo, este será explorado brevemente a seguir sob as referidas óticas.

### 2.3.1 Processo: Entidade Ocorrente na BFO

Na BFO (*Basic Formal Ontology*) as entidades estão agrupadas em dois grandes grupos distintos, definidos da seguinte maneira (Grenon et al., 2004): i) *continuant* (continuantes) - entidades que persistem ao longo do tempo mantendo sua identidade e que não possuem partes temporais, ii) *occurent* (ocorrentes) - entidades que se revelam, se manifestam, ou se desenvolvem ao longo do tempo e possuem partes temporais. Segundo Grenon et al. (2004), a divisão da BFO em duas perspectivas diferentes demandou a criação de duas ontologias distintas na sua formação, sendo estas: i) Ontologia SNAP – que agrupa as entidades continuantes e ii) Ontologia SPAN – que agrupa as entidades ocorrantes. Neste contexto, processos estão localizados na Ontologia SPAN – Entidade Ocorrente e podem ser definidos como uma entidade ocorrente temporariamente estendida e internamente estruturada, ou seja, uma sequência de passos mais ou menos flexíveis que se desdobram ao longo de um tempo, incluindo seu respectivo início e fim.

### 2.3.2 Processo: Entidade Perdurante na UFO

Na UFO (*Unified Foundational Ontology*), de forma semelhante à BFO, as entidades estão diferenciadas, de acordo Guizzardi et al. (2008), entre: i) eventos ou ocorrências – acontecem no tempo no sentido de se estenderem no tempo acumulando partes temporais, ii) objetos – estão inteiramente presentes em qualquer instante de tempo em que estiverem presentes; e iii) entidades sociais – tanto objetos quanto eventos, distinção não pertinente no momento. Sob essa perspectiva, a UFO foi dividida em três fragmentos: i) UFO-A – objetos e outros endurantes; ii) UFO-B – eventos e outros perdurantes, e iii) UFO-C – que define termos relacionados às esferas sociais e aspectos linguísticos. Neste contexto, processos estão localizados na Ontologia UFO-B – Eventos e Outros Perdurantes e podem ser definidos como uma entidade composta por ações.

A utilização da fundamentação filosófica das ontologias como suporte aos modeladores e leitores de processos, pode permitir a seleção ou associação de termos de ontologias para a inserção em modelos de processos. Portanto é necessário que o processo e respectivos objetos estejam bem representados para que seja possível compreendê-lo e definir seus conceitos com intuito de identificá-los independente da forma que estiverem representados. Assim a definição de critérios de identificação de processos e suas respectivas descrições se configuram em uma importante estratégia para alinhar o desenvolvimento de um modelo em um domínio visando a sua integração.

## 3. DISCUSSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

As organizações se estabelecem por meio de processos, sejam processos com foco administrativo, de produção de materiais, produção de serviços, com foco na melhoria das atividades produtivas, para fins de registro de conhecimento ou ainda para automação das mesmas. Independente do objetivo dos processos, é necessário que os processos sejam representados graficamente, por meio de uma modelagem conceitual. Utiliza-se para isso, notações e tecnologias de suportes variados, que facilitam a geração dos referidos modelos conceituais, constituídos por partes processuais presentes da organização. Esses modelos de negócios

demandam uma leitura clara e precisa dos mesmos para que sejam atendidos os objetivos motivacionais que os geram.

Os processos modelados possuem características que foram consideradas para torna-los processos, assim sendo, identificar e registar nas notações de modelagem como esses processos devem ser representados culminará em subsídios valiosos para a representação da realidade e das entidades processuais. Outrossim, o objetivo desse artigo foi evidenciar a fundamentada relação entre os conceitos apresentados, apresentar a *research question* e sugerir uma possibilidade de solução ao problema levantado. A proposta de desenvolvimento da pesquisa foi apresentada e aprovada para constituir parcialmente a tese de doutorado de um das autoras. Por meio da pesquisa teórica utilizando-se da metodologia SLR (*systematic literature review*) dos temas tratados e outros complementares, partindo da premissa de que a falta de uma característica essencial no processo pode gerar erro na modelagem, problemas na implantação e na interoperabilidade, e considerando o estágio mais avançado do desenvolvimento da pesquisa por meio da validação do preposto e da aplicação prática, será possível responder a pergunta motivadora: “os modelos gerados pelas metodologias mais utilizadas são suficientes para gerar modelos interoperáveis?” Como uma proposta de resultado, esperam-se subsídios que podem se configurar como uma metodologia de referência para a comparação de processos e validação de modelos.

## REFERÊNCIAS

- ABPM. 2013. *BPM CBOK: guide to the business process management body of knowledge*. ABPM International.
- Aganette, E. C. and Almeida, M. B., 2015. Avanços teórico-empíricos na comparação entre Teoria da Ontologia e Teoria da Terminologia. *Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação*, v. 20, n. 44, p. 3-24. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/view/1518-2924.2015v20n44p3>>. Acesso em: 16 nov. 2016.
- Almeida, M. B. and Bax, M. P., 2003. Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção. *Ci. Inf.*, v. 32, n. 3, p. 7-20. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v32n3/19019.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2016.
- Baker, B., 2001. Business modeling with UML: the light at the end of the tunnel. *Issue of The Rational Edge*, dez. Disponível em: <[http://www.therationaledge.com/content/dec\\_01/m\\_businessModeling\\_bb.html](http://www.therationaledge.com/content/dec_01/m_businessModeling_bb.html)>. Acesso em: 15 out. 2011.
- Baldam, et al., 2007. *Gerenciamento de processos de negócio: BPM*. Editora Érica, São Paulo, Brasil.
- Campos, M. L. A., 2004. Modelização de domínios de conhecimento: uma investigação de princípios fundamentais. *Ciência da Informação*, v. 33, n. 1.
- Cruz, T., 2003. *Sistemas, Métodos & Processos: administrando organizações por meio de processos de negócios*. Editora Atlas, São Paulo, Brasil.
- Grenon, P. and Smith, B., 2004. SNAP and SPAN: towards dynamic spatial ontology. *Spatial Cognition and Computation*, v. 4, n. 1.
- Gassen, J. B., 2014. *Modelagem de processos de negócio: rótulos e ontologias*. Tese (doutorado em Ciência da Computação). Programa de Pós-Graduação em Computação da UFRGS. Porto Alegre, 2014. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/107104/000945631.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 18 set. 2015.
- Grenon, P., Smith, B., Goldberg, L., 2004. Biodynamic Ontology: applying BFO in the biomedical domain. In: PISANELLI, D. M. *Ontologies in Medicine*. IOS Press, Amsterdam.
- Guizzardi, G., Falbo, R. A., Guizzardi, R. S. S., 2008. A importância de ontologias de fundamentação para a engenharia de ontologias de domínio: o caso do domínio de processos de software. *IEEE Transactions Latin America*, v. 6, p. 244-251.
- Hammer, M. and Champy, J., 1995. Reengenharia: revolucionando a empresa em função dos clientes, da concorrência e das grandes mudanças da gerência. Editora Campus, Rio de Janeiro, Brasil.
- Harrington, H. J.; Esseling, E. K. C.; Nimwegen, H. V., 1997. *Business process improvement workbook: documentation, analysis, design and management of business process improvement*. McGraw Hill, New York, USA.
- Henning, B., 2008. Occurrents. In: MUNN, K.; SMITH, B. *Applied Ontology: an introduction*. Frankfurt: Ontos Verlag, p. 255-283. Disponível em: <<http://ontology.buffalo.edu/AppliedOntology.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2016.
- Kaplan, S. R. and Norton P. D., 1997. *A estratégia em ação: balanced scorecard*. Editora Campus, Rio de Janeiro, Brasil.
- Mattiazzzi, L. D., 1998. Orientação a objetos e a UML: finalmente um rumo a seguir. *Developers' Magazine*, n. 26, p. 26-29.

- Mendonça, F. M. and Almeida, M. B., 2012. Modelos e teorias para a representação: uma teoria ontológica sobre o sangue humano. In: XIII ENANCIB. *Proceedings...* Disponível em: <[http://mba.eci.ufmg.br/downloads/ModTeoEnancib2012\\_v8\\_MBA\\_web.pdf](http://mba.eci.ufmg.br/downloads/ModTeoEnancib2012_v8_MBA_web.pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2016
- Mylopoulos, J., 1992. Conceptual modeling and telos. IN: Loucopoulos, P. and Zicari, R. *Conceptual modeling, databases and case*. Jhon Wiley&Sons, New York, USA. p. 49-68
- Oliveira, V. N. P. and Almeida, M. B., 2011. Um roteiro para avaliação ontológica de modelos de sistemas de informação. *Perspect. ciênc. inf.*, v. 16, n. 1, p. 165-184. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pci/v16n1/a10v16n1.pdf>> Acesso em: 20 jul. 2013
- Porter, M. E., 1992. *Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior*. Editora Campus . Rio de Janeiro, Brasil.
- Rummller, G. and Brache, A., 1994. *Melhores desempenhos das empresas*. Makron Books, São Paulo, Brasil.
- Smith, B., 2003. *Ontology and information systems*. Disponível em: <<http://www.ontology.buffalo.edu/ontology>>. Acesso em: 22 jun. 2012.
- Vasko, M. and Dustar, S., 2006. A view based analysis of workflow modeling languages. *IEEE Computer Society*, fev. Disponível em: <<http://www.infosys.tuwien.ac.at/staff/sd/papers/A%20view%20based%20analysis%20of%20workflow%20modeling%20languages.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

# A APLICAÇÃO DE ONTOLOGIAS EM NEFROLOGIA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Cecília Neta Alves Pegado Gomes<sup>1</sup>, Luciana Ferreira da Silva<sup>2</sup>, João Agnaldo do Nascimento<sup>3</sup>,  
Sérgio Ribeiro dos Santos<sup>4</sup> e Elaine Cristine Alves Pegado<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Modelos e Decisão em Saúde (PPGMDS) - Departamento de Estatística

<sup>2</sup> Mestranda do Programa de Pós Graduação em Modelos e Decisão em Saúde (PPGMDS) - Departamento de Estatística

<sup>3</sup> Professor Titular do Departamento de Estatística

<sup>4</sup> Professor Titular do Departamento de Enfermagem Clínica

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, Brasil

<sup>5</sup> Professora do Centro Educacional de Ensino Superior de Patos (CENEESP), Patos, Paraíba, Brasil

## RESUMO

Objetivos: Buscando otimizar o diagnóstico e condução da Doença Renal Crônica através de uma ontologia objetivamos descrever a aplicação de ontologias em nefrologia, de forma a permitir a reutilização de ontologias preexistentes na construção de uma nova - ONTODRC. Métodos: Foi realizada busca nas bases de dados Google Scholar, LILACS, Portal CAPES e PubMed, utilizando termos relacionados a ontologias e à nefrologia, entre 2010 e 2016. Foram identificadas 55 publicações, submetidas à seleção, elegibilidade e inclusão. Selecionaram-se 10 estudos para leitura completa e resposta às questões norteadoras. Resultados: Em 70% dos casos, foi usada ferramenta de edição Protégé; em 60%, foi usado método de construção próprio; 20% usaram Methontology e 20% usaram Modelo 101. Apenas três estudos descrevem os motores de inferência (Pellet, Jena e OWL-API). Em 50% dos casos, a ontologia dedica-se à Doença Renal Crônica. Conclusão: Evidenciou-se a fragmentação e uso incipiente de ontologias em nefrologia. Possibilitou-se a seleção de três ontologias (OntoNefro, EducaDRC e DecideDRC) para reutilização no processo de construção da ONTODRC.

## PALAVRAS-CHAVE

Ontologia; Nefrologia; Doença Renal Crônica

## 1. INTRODUÇÃO

A gestão eficiente das doenças crônicas garante uma melhor qualidade do cuidado e reduz os custos médicos. A Doença Renal Crônica (DRC), classificada em estágios (1<2<3a<3b<4<5a<5b) progressivos é um problema de saúde pública (Bastos e Kirsztajn, 2011), que acomete 10% da população adulta mundial, com mortalidade de 15% ao ano, com estimado gasto global de US \$ 1 trilhão com pacientes inseridos no estágio 5, submetidos à Terapia Renal Substitutiva (TRS). Estima-se que cerca de 500 milhões de pessoas são portadoras de DRC, sendo a maioria (80%) de países de baixa renda (Stanifer et al., 2016)<sup>2</sup>. É expressivo que 70% dos pacientes que entram em TRS, no último estágio, desconhecem ser portador da doença, ou seja, a patologia progrediu silenciosamente desde os estágios iniciais.

A nefrologia mundial evidiou e estimulou, através das sociedades de nefrologia de cada país, campanha para a prevenção da progressão da DRC, mantendo desde 2002 a produção de diretriz, denominada *Kidney Disease Improving Global Outcomes* (KDIGO- <http://kdigo.org/home/>) para o manuseio desta patologia, atualizado continuamente. Nesta diretriz, há um modelo de cuidado para a DRC que evidencia a necessidade de um Sistema de Informação Clínica (SIC) e de Suporte a Decisão (SD) para o preparo de um grupo de provedores do cuidado multidisciplinar, já que, a DRC e suas complicações, que envolvem a maioria dos órgãos, podem ser evitadas, mas a conscientização e uso de métodos precisos são necessários para permitir um diagnóstico em tempo hábil (Jha et al., 2013).

A dificuldade de identificação, pelos profissionais de saúde, apesar de novos marcadores para diagnóstico e prevenção, de pacientes com DRC progressivo, foi um fator limitador da eficácia das intervenções precoces

(Remuzzi et al., 2013). Segundo Wouters et al.(2015) é possível que o diagnóstico precoce, tratamento e gestão da DRC possa alterar a história natural da doença (Figura 1), e com práticas baseadas em evidência e gerar ganhos humanos e econômicos.

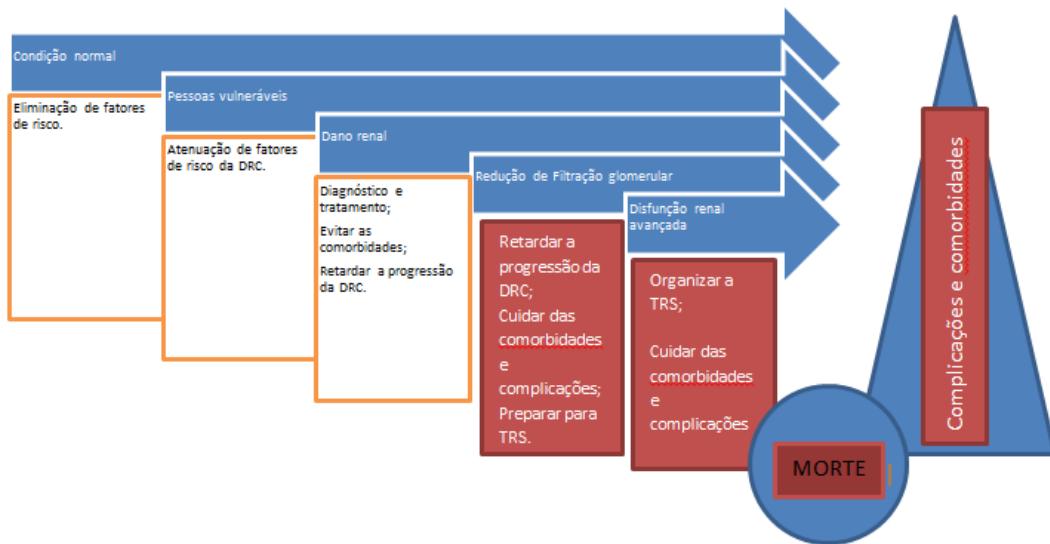


Figura 1. História da Doença Renal Crônica (DRC), adaptado de KDIGO, 2014

O número de pacientes com doença renal crônica deverá crescer no ritmo mais rápido em regiões mais pobres do mundo, além do que, é visto uma forte associação entre os baixos níveis de desenvolvimento econômico e disponibilidade reduzida à TRS. Outro limitante é a escassez de nefrologistas treinados, assim, sendo essencial o papel dos profissionais generalistas no atendimento de pacientes com doença renal crônica, nos primeiros estágios (até o 3a) num modelo de co-gerenciamento, com o especialista. (Junaid Nazar et al. 2014) (Figura 2).

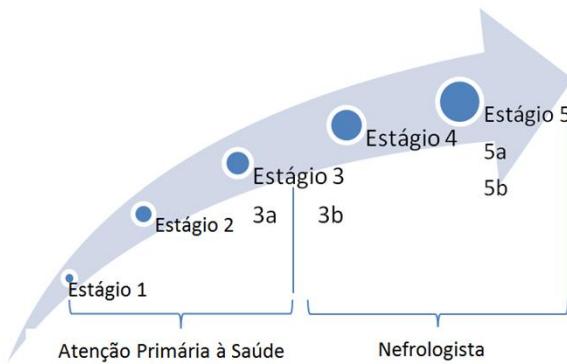


Figura 2. Estadiamento da DRC e a Inserção da Atenção Primária à Saúde

O Brasil está inserido no chamado gap Sul-Sul entre outros países emergentes (Argentina, Chile, China, Índia, Malásia, México, e África do Sul) que necessitam de políticas públicas direcionadas à prevenção da DRC. Neste contexto, o diagnóstico precoce é fundamental e requer desenvolvimento de abordagens custo-efetivas relevantes e adaptadas a nível local, respeitando as características e condições regionais<sup>5</sup>. Este diagnóstico precoce, como tarefa intensiva em conhecimento, é um processo complexo, pois o domínio possui grande variedade de elementos e circunstâncias a serem considerados para uma tomada de decisão. Surge como opção a utilização de novos modelos de prestação de cuidados de saúde especialista, a partir da integração de modernas tecnologias, instigada pela Informática em Saúde (IS), na nefrologia.

A abordagem da Doença Renal Crônica (DRC) de maneira sistematizada e contínua através da triagem da população geral e, em especial, dos portadores dos principais fatores de risco: diabetes, hipertensão, idosos e história familiar positiva para doença renal, na Atenção Primária à Saúde (APS), motivou projeto que visa construir uma ontologia, a ONTODRC, que busca romper barreiras temporais e espaciais no atendimento ao nefropata, para obter a otimização do diagnóstico e estadiamento da DRC pelos profissionais generalistas.

A construção de uma Ontologia (ONTO-DRC) de domínio, que será apresentada para a Atenção Primária através da Rede de Telessaúde, já disponível, por um editor gratuito (*Protégé*) visa romper barreiras temporais e espaciais no atendimento ao nefropata. Por meio de teleconsultorias (segunda opinião médica) entre profissionais da saúde da família e os nefrologistas de um centro de referência adianta o atendimento e a implementação de medidas protetivas, que até o estágio 3 deve ser atendido na atenção primária. O foco principal deste estudo, portanto, é a criação de uma ferramenta que otimize o diagnóstico precoce da DRC propiciando ganhos humanos e econômicos para a sociedade.

Desta forma, pretende-se criar uma ontologia para codificar o conhecimento sobre DRC, a ONTODRC para que seja usada como suporte à decisão médica, nos seguintes aspectos:

- Estadiamento do paciente,
- Estabelecer a terapêutica adequada ao estágio diagnosticado, e
- Referenciar para especialistas se necessário

Ontologia é uma técnica que tem sido utilizada na Informática em Saúde (Bentes Pinto, Campos e Ferreira, 2011) que tem por finalidade a produção, colaboração e a transmissão de conhecimentos, como uma abordagem da Representação do Conhecimento, subárea da Inteligência Artificial (IA), com excelente capacidade de representar a estrutura organizacional de um grande domínio complexo (caso em questão) e raciocinar sobre ele e orientar com a lógica da informação a escolha da melhor alternativa a fim de subsidiar o processo de tomada de decisão e, assim, lidar com as incertezas. Além disto, a ontologia tem o potencial de prestação de cuidados de saúde especializados em áreas inacessíveis e também, representa um coletor potencial de dados em grande escala sem precedentes.

Diversas linguagens (Liyanage, H. et al. 2013) foram propostas para representação de ontologias, porém a *Ontology Web Language* (OWL) é considerada linguagem padrão para esta atividade associada à linguagem de regras padrão para ontologias, *Semantic Web Rule Language* (SWRL). E, por fim, são disponibilizadas, ferramentas de software, os chamados, motores de inferência ou raciocinadores, p. ex., Pellet, Racer, etc. para inferir conhecimentos adicionais e mostrar informações implícitas, acopladas à ontologia (W3C, 2016).

As ontologias, quanto à função, podem ser de Domínio (vocabulários e conceitos), Tarefa (especifica tarefas) ou Gerais (inespecíficas) (Almeida e Bax, 2003). A ONTODRC será de domínio e sua construção será baseada, na diretriz (Lichtenstein et al., 2011., Garcia, Cinto e Moro, 2014) KDIGO, direcionada à Atenção Primária à Saúde (APS), por um editor gratuito (*Protégé*) usará a linguagem OWL, sob o método Modelo 101 (Noy e McGuinness, 2001), escolhido dentre vários, elaborado por Natalya Noy e Deborah McGuinness por se adequar bem ao *Protégé*, simplificando a formação de uma nova ontologia, de maneira sistematizada. Este método segue as seguintes etapas: (Figura 3)



Figura 3. Modelo 101 pelos Autores, 2016

Após ultrapassar a primeira etapa que é determinar domínio (nefrologia) e âmbito (DRC) da ontologia avançamos para a segunda etapa que é considerar reutilização de ontologias pré-existentes o que fundamenta esta revisão sistemática, pois não poderíamos satisfazer a exigência desta etapa, sem conhecer o estado da arte da aplicação de ontologias em nefrologia. Posto isto relatamos os passos seguidos para a produção deste conhecimento: na 1ª seção busca-se conhecer a ambição do domínio da DRC trazendo para a realidade do Brasil para a seguir descrevermos a metodologia na 2ª seção. Isto feito na sequência explicitamos os resultados e discutimos a seleção de prováveis ontologias para reutilização (3ª seção) e por fim, fizemos nossas conclusões.

## 2. MÉTODOS

Este estudo foi realizado como uma revisão sistemática da literatura baseada nas orientações originais, tal como proposto por Kitchenham(2009) e pela Recomendação PRISMA (2015). Como o foco é captar as ontologias aplicadas no domínio da nefrologia para a possível reutilização, foi determinada a questão norteadora da pesquisa a ser abordada por este estudo: Qual o estado da arte da utilização de ontologia em nefrologia?

No processo de pesquisa buscou-se, nas bases de dados eletrônicas — Google Scholar, LILACS, Medline (Pubmed), Portal CAPES, por estudos publicados, no período de janeiro de 2010 a abril de 2016, que atendessem aos termos utilizados na busca que foram “ontology” AND “nephrology” e “ontology” AND “renal medicine”, e sua versões em português e espanhol, específicos para a avaliação da questão de pesquisa. Referências adicionais foram selecionadas dos artigos relevantes e outros recursos da web.

Foram identificados inicialmente 55 títulos. Após a avaliação dos títulos e resumos dos artigos, 43 resumos foram considerados relevantes e selecionados para a avaliação na íntegra para os critérios de elegibilidade. Foi considerado como critério de elegibilidade ter no máximo 5 anos e 4 meses de publicação, descrever o uso da técnica, denominada ontologia, em nefrologia clínica, independentemente do delineamento, excluindo-se as ontologias gênicas por serem relacionadas ao perfil genético das doenças distantes da realidade da atenção primária. Justificamos a escolha temporal devido à existência de avaliação semelhante por Bentes Pinto até 2010 demonstrando a inexistência de ontologias em nefrologia. Então foi construído o *Flow diagram* baseado na Recomendação PRISMA(2015) demonstrado na Figura 4.

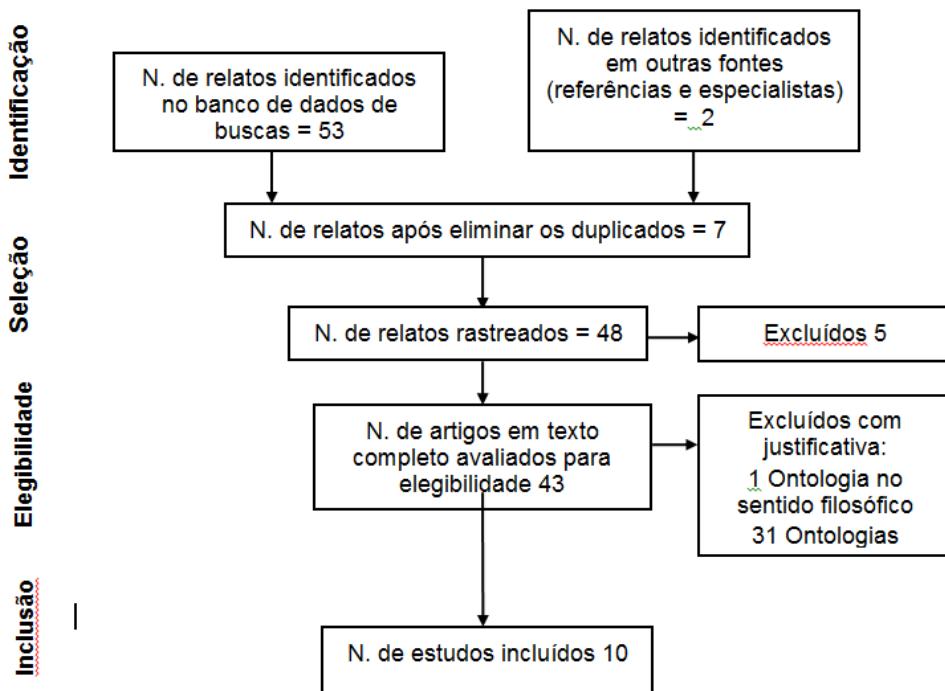


Figura 4. *Flow Diagram* Ilustrando Estudos Incluídos e Excluídos na Revisão Sistemática (Baseado em PRISMA)

Então, buscou-se, detalhar os estudos, para categorizar e comparar, com o questionário para avaliação das publicações (Tenório et al. 2011) abaixo(Tabela 1).

Tabela 1. Questionário para Avaliações das Publicações

|           | Questão                                     |
|-----------|---|
| <b>Q1</b> | Qual o nome da ontologia?                   |
| <b>Q2</b> | Qual o tipo de ontologia?                   |
| <b>Q3</b> | Qual o problema em foco?                    |
| <b>Q4</b> | Qual a ferramenta de edição?                |
| <b>Q5</b> | Qual o método de construção?                |
| <b>Q6</b> | Qual a linguagem?                           |
| <b>Q7</b> | Qual o motor de inferência ou raciocinador? |

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi empreendida uma análise detalhada dos 10 estudos incluídos que, evidenciou a fragmentação e o incipiente uso de ontologias em nefrologia. A ontologia gênica, critério de exclusão deste trabalho, se sobressaiu ante as ontologias de doença. Entre as doenças a DRC foi o domínio em 50% dos trabalhos. Percebeu-se a tendência de utilização de combinação de ontologias O Protégé é o software mais utilizado e a methontology e o modelo 101 são os únicos métodos de construção de ontologia presentes. Todos os trabalhos apresentam lacunas não permitindo a aquisição do conhecimento plena como é demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2. Análise das Ontologias Selecionadas

| Autor                              | Q1                                     | Q2       | Q3                        | Q4      | Q5           | Q6      | Q7      |
|------------------------------------|--|----------|---------------------------|---------|--------------|---------|---------|
| Chelsom, et al. 2013               | cityEHR ontology<br>ORCHID ontology    | ?        | Nefrite Lúpica            | ?       | ?            | OWL/XML | ?       |
| Sherimon et al                     | SQ ontology                            | Domínio  | HAS/DM                    | Protégé | ?            | OWL     | Pallet  |
| Beladj,Jacquelinet 2010            | DDM ontology                           | Genérica | DRC                       | Protégé | ?            | OWL     | ?       |
| Govedarova, Niepage, Burkhard 2010 | ?                                      | Domínio  | Nefropatologia            | Protégé | ?            | ?       | Jena    |
| Chi , Chen e Tsai, 2014            | ?                                      | Domínio  | DRC Dieta                 | Protégé | ?            | OWL     | ?       |
|                                    | ?                                      | Tarefa   |                           | ?       | ?            | ?       | ?       |
| Pivovarov e Elhadad. 2012          | SNOMED-CT ontology                     | ?        | DRC                       | ?       | ?            | ?       | ?       |
| Tavares,2016                       | DecideDRC                              | Domínio  | DRC                       | Protégé | ?            | OWL     | ?       |
| Campos,2016                        | EducaDRC                               | Domínio  | DRC                       | Protégé | Modelo 101   | OWL     | OWL-API |
| Fayçal, e Mohamed 2011             | Medical analysis domain ontology       | Domínio  | Avaliação da função renal | Protégé | Methontology | OWL-S   | ?       |
|                                    | Medical analysis Web services ontology | Tarefa   |                           | ?       | ?            | ?       | ?       |
| Bentes Pinto,2011                  | OntoNefro                              |          | Imagen em nefrologia      | Protégé | Methontology | OWL     | ?       |

SNOMED CT: (Systematized Nomenclature of Medicine-Clinical Terms) (cf. <http://www.ihtsdo.org/snomed-ct/>); HAS : Hipertensão Arterial Sistêmica; DRC: Doença Renal Crônica; DM: Diabetes Mellitus; ? = dados não disponibilizados

Chelsom et al. (2013) trazem a combinação de dados, em uma ontologia que perpassa duas especialidades médicas (reumatologia e nefrologia) modelando o conhecimento do diagnóstico da Nefrite Lúpica, através da XML Transformation (XMLT), visando aprimorar o diagnóstico desta entidade complexa e causa de morbimortalidade importante.

Sherimon et al. (2013) propõem um modelo de sistema de apoio à decisão de base ontológica para prever o risco de hipertensão e diabéticos em doenças relacionadas, no Sultanato de Omã. O sistema proposto utiliza ontologias como base de conhecimento, e um mecanismo de inferência, através do Pallet, para inferir dados no processo de tomada de decisão. Toma forma de busca ativa das doenças para implementação da prevenção primária destas.

Beladj e Jacquelin (2010) trazem o conceito de multiontologia e apresentam uma interface Java especialmente desenvolvida para a visualização da DDM ontology. Nos apresentam a utilidade de uma ontologia múltipla para doenças que necessitam de condução multidisciplinar, como a DRC.

Govedarova, Niepage e Burkhard. (2010) apresentam o jCOLIBRI um *framework* de código aberto para a construção de sistemas de Raciocínio Baseado em Casos (RBC) que fornece ferramentas para a integração e processamento de ontologias. Essencial foi demonstrar uma forma de validar ontologias através de casos.

Chi, Chen e Tsai. (2014) apresentam a construção de Sistema Baseado em Conhecimento (SBC) combinando duas ontologias uma de domínio e outra de tarefa que através de regras semânticas nas línguas SWRL e SQWRL direcionadas à resolução de problemas nutricionais em pacientes com DRC que, mostrou-se bem sucedida, similar ao atendimento pelo profissional. Bastante enriquecedor pois, associou a teoria (de domínio) com a prática (de Tarefa)

Pivovarov e Elhadad. (2012) propuseram um método abrangente, que calcula uma pontuação de similaridade entre conceitos no domínio da DRC combinando conceitos orientados a dados com orientados a ontologia. A análise da Área sobre a Curva foi de 92%, quanto à similaridade. Ou seja, envereda pela semântica que é um processo necessário para a integração de sistemas.

Tavares (2016) cria uma ontologia (DecideDRC) para auxílio na Tomada de Decisão em DRC e Campos (2016) cria um software educacional (EducaDRC) para treinamento de profissionais de saúde com foco o diagnóstico e tratamento da DRC. Abrangem objetivos comuns à ONTODRC, diferente destas será disponibilizada à comunidade da atenção primária no Brasil.

Já Fayçal e Mohamed, 2010 descrevem e compararam duas ontologias uma de análise de domínio médico para usuários humanos e outro de *web service* para atuação sem a intervenção de seres humanos.

Percebe-se a busca de um sistema inteligente para auxiliar em vários segmentos do cuidado renal.

Bentes Pinto, Campos e Ferreira, 2011 descrevem a construção da OntoNefro, visando ao mapeamento, a recuperação e a gestão de imagem médica nefrológica no software Protégé acoplado ao software Active Media Software – Ontology Based Annotation System (<http://www.des.shef.ac.uk/~ajay/html/cresearch.html>). Também nos apresenta o padrão DICOM que facilita a construção de sistemas interoperáveis em larga escala para imaginologia biomédica.

Como resultado principal, foi decidido o reuso das ontologias DecideDRC, EducaDRC, e OntoNefro por focarem especificamente o domínio da DRC, suas construções terem sido documentadas nos respectivos estudos (Bentes Pinto, Campos e Ferreira, 2011; Tavares, 2016; Campos, 2016) e também por somados apresentarem o tratamento informacional de dados verbais e não-verbais nefrológicos, na forma de ontologia.

Em DecideDRC reutilizaremos as *queries* para estadiamento e terapêutica da DRC, na EducaDRC reutilizaremos o *software* desenvolvido para educação no domínio de interesse. Da OntoNefro absorveremos a tecnologia para disponibilizar imagens que ainda não é própria do *protégé*.

## 4. CONCLUSÃO

Não existe uma ontologia correta e única para qualquer domínio, pois a sua construção é um processo criativo, individualizado pelo olhar de cada ontologista. Mas a reutilização é prática e economiza trabalho intelectual permitindo novos *insights* para a nova ontologia.

Neste estudo observou-se que em 70% dos casos, foi usada ferramenta de edição *Protégé*; em 60%, foi usado método de construção próprio; 20% usaram *Methontology* e 20% usaram Modelo 101. Apenas três estudos descrevem os motores de inferência (Pellet, Jena e OWL-API). Em 50% dos casos, a ontologia dedica-se à Doença Renal Crônica.

Conclui-se que o quadro da utilização de ontologias em nefrologia é fragmentado sobressaindo-se as ontologias gênicas, fator excludente deste estudo, pois podem ser auxiliares poderosos na medicina individualizada. De toda forma, definimos o futuro reuso parcial da OntoNefro, EducaDRC e DecideDRC por focarem na otimização do diagnóstico da DRC.

Como trabalho futuro, sugerimos o mapeamento do uso de ontologias gênicas em nefrologia, além de, avançar na construção de um padrão informacional nefrológico mundial (*Global Brain Nephrology*). Após esta revisão sistemática avançaremos as próximas etapas do Modelo 101 para finalizar a construção da ONTODRC para romper o silêncio desta patologia.

## REFERÊNCIAS

- Almeida, M.B., Bax, M.P. 2003. *Uma visão geral sobre ontologias: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção*. Ciência da Informação, 32(3), 7-20. [acesso em: 13 de abril de 2016]; Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-19652003000300002>
- Bastos, M.G., Kirsztajn, G.M. *Chronic kidney disease: importance of early diagnosis, immediate referral and structured interdisciplinary approach to improve outcomes in patients not yet on dialysis*. J. Bras. Nefrol. [Internet]. 2011 Mar [cited 2016 May 28]; 33(1): 93-108. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-28002011000100013&lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-28002011000100013&lng=en).
- Beladj, I., Jacquelin, C. 2010. *Construction automatique d'une ontologie de maladies par une approche descendante*. WSM 2010. [acesso em 14 de março de 2016]; Disponível em: <http://ceur-ws.org/Vol-600/paper6.pdf> Bentes Pinto, V., Campos, H.H., Ferreira, J.L.O. 2011. Algunas miradas sobre las imágenes del área de la salud: una propuesta de construcción de una ontología. Anales de Documentación, 2011, vol. 14, nº 2. [acesso em: 16 de maio de 2016]; Disponível em: <http://revistas.um.es/analesdoc/article/view/137401>
- Chelsom, J.J. et al. 2013. *Supporting Multiple Clinical Perspectives on a Patient-Centred Record Using Ontology Models*. Expanding the Boundaries of Health Informatics Using Artificial Intelligence: Papers from the AAAI 2013 Workshop [acesso em 23 de abril de 2016]; Disponível em: <http://www.aaai.org/ocs/index.php/WS/AAAIW13/paper/view/7137/6493>
- Chi, Y.L., Chen, T.Y., Tsai, W.T. 2014. *A chronic disease dietary consultation system using OWL-based ontologies and semantic rules*. J Biomed Inform (2014), [acesso em 28 abril 2016]; Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/j.jbi.2014.11.001](https://dx.doi.org/10.1016/j.jbi.2014.11.001)
- Campos, S.P.R. 2016. *EducaDRC: Referatório Semântico de Objetos de Aprendizagem sobre a Doença Renal Crônica Direcionado para Profissionais de Atenção Primária à Saúde*. João Pessoa. Dissertação [Mestrado em Ciências da Computação] – Universidade Federal da Paraíba; 2016. [Acesso em 18 de abril de 2016]; Disponível em: [https://sistemas.ufpb.br/sigaa/public/programa/defesas.jsf?lc=pt\\_BR&id=1917](https://sistemas.ufpb.br/sigaa/public/programa/defesas.jsf?lc=pt_BR&id=1917)
- Fayçal, Z., Mohamed, T. 2010. *A Semantic Web Services for Medical Analysis using the OWL-S Language*. [acesso em 25 maio 2016]; Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.259.845&rep=rep1&type=pdf>
- Garcia, D., Cintho, L.M.M., Moro, C.M.C. 2014. *Integrando Regras de Decisão de Guidelines a Sistemas com Arquétipos*. XIV Congresso Brasileiro em Informática em Saúde – CBIS 2014 [acesso em: 14 de março de 2016]; Disponível em [http://www.sbis.org.br/files/CBIS2014\\_GDL.pdf](http://www.sbis.org.br/files/CBIS2014_GDL.pdf)
- Govedarova, N., Niepage, S., Burkhard, H.D. 2010. *Semantic Content Models in ARA Transactions on Case-Based Reasoning* Vol. 3, No. 1 (2010) 28 – 39 © ISSN:1867-366X (Journal), ISBN: 978-3-940501-17-2, IBaI Publishing ISSN 1864-9734. [acesso em 22 abril 2016]; Disponível em: [http://www.ibai-publishing.org/journal/issue\\_cbr/2010\\_october/cbr\\_3\\_1\\_28-39.pdf](http://www.ibai-publishing.org/journal/issue_cbr/2010_october/cbr_3_1_28-39.pdf)
- Jha, V. et al. 2013. *Chronic kidney disease: Global dimension and perspectives*. Lancet 382: 260–272, 2013 [acesso em 12 de março de 2016]; Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)60687-X](https://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60687-X)
- Junaid Nazar, C.M. et al. 2014. *Barriers to the successful practice of chronic kidney diseases at the primary health care level; a systematic review*. Journal of Renal Injury Prevention. 2014;3(3):61-67. doi:10.12861/jrip.2014.20. [acesso em: 14 de maio de 2016]; Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4206053/>
- Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) CKD Work Group. (2012). *Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease*. Kidney inter., Suppl. 2013; 3: 1–150. [acesso em: 17 de maio de 2016]; Disponível em: [http://www.kdigo.org/clinical\\_practice\\_guidelines/pdf/CKD/KDIGO\\_2012\\_CKD\\_GL.pdf](http://www.kdigo.org/clinical_practice_guidelines/pdf/CKD/KDIGO_2012_CKD_GL.pdf)
- Kitchenham, B. 2009. *Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review* Information and Software Technology 51 (2009) 7–15 [acesso em: 20 de abril de 2016]; Disponível em: <http://www.cin.ufpe.br/~in1037/leitura/meta-systematic-reviews-kitchenham-jan09ist.pdf>

- Lichtenstein, F. 2011. *Sistemas de apoio à decisão baseados em diretrizes interpretadas por computador: um breve histórico e outros tópicos*. J. Health Inform. 2011 Outubro-Dezembro; 3(4):164-9 [acesso em: 14 de março de 2016]; Disponível em: <http://www.jhi-sbis.saude.ws/ojs-jhi/index.php/jhi-sbis/article/view/157/105>
- Liyanage, H. et al. 2013. *The Evidence-base for Using Ontologies and Semantic Integration Methodologies to Support Integrated Chronic Disease Management in Primary and Ambulatory Care: Realist Review*. IMIA Yearbook 2013: Evidence-based Health Informatics ISSN: 0943-4747 Pages: 147-154 [acesso em 02 de abril de 2016]; Disponível em: <http://www.schattauer.de/en/magazine/subject-areas/journals-a-z/imia-yearbook/imia-yearbook-2013/issue/special/manuscript/20041.html>
- Noy, N. F., Deborah, L. M. 2001. *Ontology development 101: A guide to creating your first ontology*. Stanford Medical Informatics, Stanford University (Accessed 20 July 2015) Disponível em: <http://wwwksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology-tutorial-noy-mcguinness.pdf>.
- Pivovarov, R., Elhadad, N. 2012. *A Hybrid Knowledge-Based and Data-Driven Approach to Identifying Semantically Similar Concepts*. J Biomed Inform. 2012 June ; 45(3): 471-481. doi:10.1016/j.jbi.2012.01.002. [acesso em 31 maio 2016]; Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1532046412000032>
- Recomendação PRISMA. 2015. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. Epidemiol. Serv. Saúde [Internet]. 2015 June [cited 2016 May 08]; 24( 2 ): 335-342. [acesso em 14 de abril de 2016]; Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2237-96222015000200335&lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2237-96222015000200335&lng=en)
- Remuzzi, G. et al. 2013. *Kidney failure: aims for the next 10 years and barriers to success* www.thelancet.com Published online May 31, [acesso em 13 de março de 2016]; Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)60438-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60438-9)
- Sherimon, P.C. et al. 2013. *Ontology Based System Architecture to Predict the Risk of Hypertension in Related Diseases*. International Journal of Information Processing and Management(IJIPM) Volume4, Number4, June 2013 doi:10.4156/ijipm.vol4.issue4.5 [acesso em 230de março de 2016]; Disponível em: <http://www.aicit.org/IJIPM/ppl/IJIPM203PPL.pdf>
- Stanifer, J.W. et al. 2016. *Chronic kidney disease in low- and middle-income countries*. Nephrol Dial Transplant (2016) 31: 868-874 doi: 10.1093/ndt/gfv466 [Advance Access publication 4 February 2016]; Disponível em: <http://ndt.oxfordjournals.org/content/31/6/868.full.pdf+html>
- Tavares, E.A. 2016. *Uma abordagem para suporte à decisão clínica baseada em semântica no domínio da nefrologia*. João Pessoa. Dissertação [ Mestrado em Ciências da Computação] – Universidade Federal da Paraíba; 2016. [Acesso em 18 de abril de 2016]; Disponível em: [https://sistemas.ufpb.br/sigaa/public/programa/defesas.jsf?lc=pt\\_BR&id=1917](https://sistemas.ufpb.br/sigaa/public/programa/defesas.jsf?lc=pt_BR&id=1917)
- Tenório, J.M. et al. 2011. *Experiências internacionais da aplicação de sistemas de apoio à decisão clínica em gastroenterologia*. Journal of Health Informatics,3(1), 27-31. [acesso em 23 de abril de 2016]; Disponível em: <http://www.jhi-sbis.saude.ws/ojs-jhi/index.php/jhi-sbis/article/viewFile/129/45>
- Wouters, O.J. et al. 2015. *Early chronic kidney disease: diagnosis, management and models of care*. Nature reviews Nephrology. 2015;11(8):491-502. doi:10.1038/nrneph.2015.85. [acesso em 13 de jan de 2016]; Disponível em : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4531835/pdf/nihms-711558.pdf>
- W3C 2016. Home Page. <http://www.w3.org/>, acessado em nov. de 2016.

# UMA ARQUITETURA DE REFERÊNCIA PARA PROCESSAMENTO DE EVENTOS COMPLEXOS EM NEAR-REALTIME UTILIZANDO SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE REGRAS DE NEGÓCIO

Leandro Mendes Ferreira e Maurício Tavares Santana Lins

*Everis do Brasil – Divisão de Tecnologia – Laboratório de Big Data*

*Av. das Nações Unidas, 14171, São Paulo - SP, 04794-000*

## RESUMO

O processamento de grandes volumes de eventos complexos em tempo próximo ao real é uma tarefa que exige uma arquitetura de sistema muito bem definida e robusta, que diversas vezes se demonstra complexa e de alto custo. Salienta-se que introduzir nessa arquitetura um sistema de gerenciamento de regras definidas por usuário pode acrescentar ainda mais complexidade nesta arquitetura de sistema. Este trabalho propõe uma arquitetura simples, robusta e de baixo custo, a qual abrange um sistema completo de Processamento de Eventos Complexos (acrônimo em inglês CEP) juntamente com um Sistema de Gerenciamento de Regra de Negócios (acrônimo em inglês BRMS) baseado em ferramentas de *Big Data*. Para realização desta tarefa foi integrada a ferramenta de BRMS *Jboss Drools* com ferramentas de *Big Data* como o *Apache Spark* e o *Apache Kafka*.

## PALAVRAS-CHAVES

CEP, BRMS, BIG DATA, APACHE SPARK, APACHE KAFKA, JBOSS DROOLS

## 1. INTRODUÇÃO

Processamento de eventos é uma tarefa útil para diversas indústrias. Como exemplos, pode-se citar: o processamento de eventos gerados por sensores em *smart cities* ou em IoT (*Internet of Things*) (Mano *et al.*, 2016); tomada de decisões baseadas em contextos como campanhas de *marketing* com gatilhos disparados em eventos de consumo; ações financeiras como concessão de crédito ou compra e venda de títulos baseadas em movimentações bancárias; sistemas de segurança com detecção de risco em comércio eletrônico, entre outros. Mais detalhes em Bazzotti e Garcia (2005).

Segundo Weppenaaar e Vermaak (2011) um sistema para processamento de eventos deve ser capaz de receber um grande número de eventos e processá-los de forma confiável. Esta característica se torna cada vez mais restrita, pois atualmente as empresas possuem a capacidade de geração de informações e a produção de eventos em grandes volumes, onde podem produzir milhões de eventos por dia (Lundberg, 2009). Tendo em vista estes pontos, se faz necessário uma estrutura robusta o suficiente para se ter a capacidade de processar todos esses eventos em tempo próximo ao real (*near-realtime*). Destaca-se que as tecnologias atualmente disponíveis com as características mencionadas, encontram-se no campo das ferramentas de *Big Data* (McAffe e Brynjolfsson, 2012).

Vale mencionar que outro fator importante neste contexto são as regras de negócios necessárias para apoiar a geração de ações no processamento de eventos. Para Duarte *et al.* (2009), as regras de negócio definem tomadas de decisões e ações de negócio, e neste sentido existe uma tendência das organizações em ganhar agilidade em vista das oportunidades do mercado. Sendo assim, estas organizações buscam uma forma de explicitar suas regras de negócio e gerenciá-las de forma mais simples a partir de ferramentas conhecidas, como por exemplo, *Business Rule Management System* (BRMS) (Duarte *et al.*, 2009).

Assim, este trabalho propõe uma arquitetura de referência de um motor de inferência de eventos (motor de regras), que utiliza ferramentas de *Big Data* como base para processamento de um grande volume de eventos, subsidiado por um sistema de gerenciamento de regras de negócios. Para isto foi utilizado o BRMS

*JBoss Drools*, que fornece um sistema de gerenciamento de regras de negócio, uma interface gráfica para criação destas regras conhecida como *Kie Workbench* e um motor para processamento de eventos encapsulado em artefatos JAR. Estes artefatos foram submetidos no sistema de processamento distribuído *Apache Spark*. Aditivamente foi utilizado o *Apache Kafka* como subsídio para processamento em *streaming* junto ao *Apache Spark*.

## 2. PROCESSAMENTO DE EVENTOS COMPLEXOS E SISTEMAS ESPECIALISTAS

### 2.1 Processamento de Eventos Complexos

O processamento de eventos complexos, em inglês *Complex Event Processing* (CEP) é uma tecnologia voltada principalmente para processamento em tempo real ou tempo próximo ao real de fluxos de dados e informações que são geradas em plataformas tecnológicas baseadas em eventos. Os sistemas de CEP recebem fluxos de dados contínuos (*streaming*), ou seja, fluxo de eventos recebidos através de um canal de comunicação e processam esses eventos de forma contínua e assíncrona (Duarte, 2009).

Segundo Baptista (2016), o modelo de CEP estende as capacidades do modelo *publish/subscribe* baseado em conteúdo, com a capacidade de especificar relacionamentos entre diferentes eventos, como por exemplo, causalidade, temporalidade, sequências, agregações e composições. Para Lundberg (2009), os sistemas de CEP oferecem a capacidade para as organizações e os seus tomadores de decisão preverem oportunidades e ameaças de negócio, respondendo em tempo real a esses possíveis eventos no momento em que eles acontecem, aumentando a eficiência operacional da instituição.

### 2.2 Sistemas Especialistas

Motores de processamento de eventos são conhecidos também como motores de inferência ou motores de regras. Um motor de inferência é parte fundamental dos sistemas especialistas, onde a arquitetura padrão deste tipo de sistema é formada por três componentes distintos, sendo eles: base de conhecimento, motor de inferência e uma interface para criação de regras por usuários (Momoh *et al.*, 2000).

Desta forma denominam-se como um sistema especialista, sistemas que são capazes de modelar o conhecimento de usuários especialistas em uma determinada área de negócio, automatizando a resolução de problemas relativos a um domínio específico (Passos, 1989).

Segundo Souza (2012), nos sistemas que são baseados em regras ou sistemas especialistas, a base de conhecimento é separada em dois núcleos: a base de regras e a memória de trabalho (ou base de fatos). A base de regras tem a responsabilidade de armazenar o conhecimento abstrato, sendo esse conhecimento o conjunto de regras de produção elaboradas de forma prévia pelo usuário especialista de negócio. Já, a memória de trabalho é a parte do sistema responsável por armazenar o conhecimento concreto, isto é, a forma de conhecimento que pode ser exposta como o fato antes do processo de inferência. Esta base deve conter todos os dados e informações sobre o problema específico, os quais são fornecidos pelo usuário ou por outra fonte de informação. A memória de trabalho deve ser vista como uma base transitória, já que a mesma será atualizada continuamente e as informações existentes em algum momento são apagadas.

O motor de inferência tem a incumbência de associar o conhecimento abstrato de um determinado especialista de negócio, contido na base de regras com o conhecimento concreto persistido na base de fatos, sendo capaz assim de inferir conclusões e gerar novos fatos (Souza *et al.*, 2012).

O sistema baseado em regras é a forma mais comum para representação de conhecimento na maioria dos sistemas especialistas (Carrico *et al.*, 1989). Tendo em vista esta abordagem, a construção de uma regra é efetuada de forma procedural, por argumentos de “*se-então*” ou de “*situação-ação*”. Um ponto importante nesta abordagem é o fato de que as regras são facilmente desenvolvidas por meio de árvores de decisão, regras guiadas ou tabelas (Hopgood, 2000).

## 2.3 JBoos Drools

O *Drools* é uma ferramenta *open source* desenvolvida e mantida pela fundação *Jboss*. Ele foi desenvolvido inicialmente como um motor de inferência, porém, hoje é uma plataforma completa de BRMS, suportando até desenvolvimento de BPM (acrônimo em inglês para *Business Process Management*). A plataforma *Jboss Drools* fornece uma grande quantidade de ferramentas integradas, com diversas potencialidades, porém neste trabalho foram utilizadas as seguintes ferramentas:

- *Drools Guvnor* - sistema de gerenciamento de regras que permite a organização, versionamento e verificação;
  - *Kei Workbench* - sistema web que fornece interface visual para a criação de projetos, modelos de dados, regras guiadas, tabelas de decisão;
  - E o *Drools* que fornece uma diversidade de ferramentas para definir, desenvolver, executar a lógica de decisão das regras. Na Figura 1 é apresentado um exemplo da interface gráfica do *Kei Workbench* com os três principais módulos visuais utilizados para o desenvolvimento de regras.

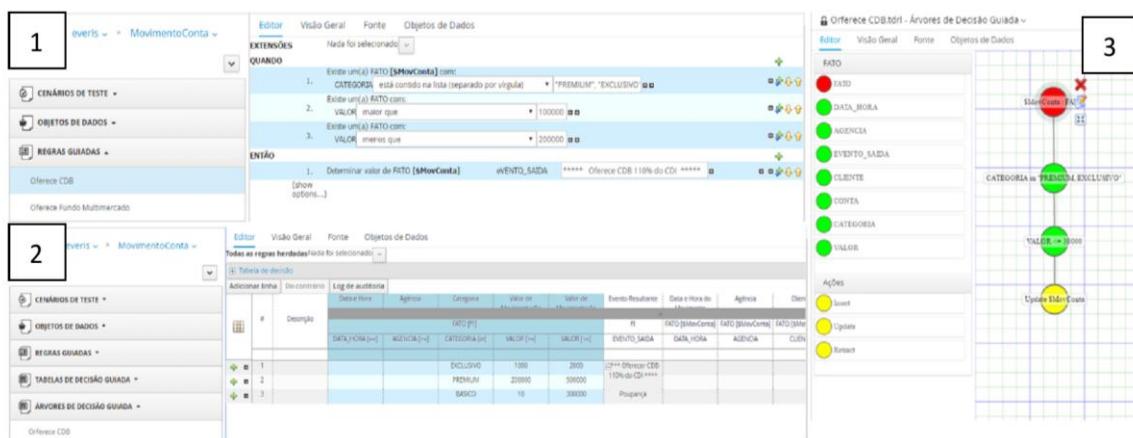


Figura 1. Telas de Criação de Regras (1 Guided Rules Editor, 2 Rule Diagram, 3 Guided Decision Tree) – (Drools, 2009)

O *Drools* utiliza no seu motor de inferências a base do algoritmo *Rete*, um algoritmo de otimização para casamento de padrões. “No escopo dos motores de inferência, este algoritmo provê um suporte especializado na aplicação do casamento de padrões entre regras e fatos” (Bali, 2009). O algoritmo *Rete* foi desenvolvido pelo Dr. Charles Forgy em 1979 como parte da sua tese de doutorado e foi publicado em 1982 como artigo científico. Este algoritmo é dividido em duas partes: compilação de regras e execução destas regras. Na compilação o algoritmo compila as regras e as aloca em memória, em forma de uma base de regras. Em seguida é criada uma rede de dependência entre as regras contidas na base de regras. Uma rede de discriminação é utilizada para filtrar os dados à medida que se propagam através da rede. Desta forma é criado um encadeamento progressivo das regras para aplicação do casamento de padrões. Adicionalmente, o algoritmo utiliza regras heurísticas para escolher um subconjunto de regras a ser disparadas (Drools, 2016).

O *Drools* como sistema de produção de regras funciona de forma equivalente a uma máquina universal de *Turing*, com foco na representação do conhecimento em expressões proposicionais em ordem lógica. Cada regra executa um casamento de padrão do fato gerado com a regra, caso haja no fato os requisitos solicitados nas regras, é gerado uma ação em forma de resultado. Sendo na maioria das vezes a geração de um novo fato ou inferência de uma nova característica no fato anterior (Weppenaar e Vermaak, 2011). Na prática, cada fato é representado como um objeto *Java* que é processado com casamento de padrão pelo motor de inferência e executa alguma ação, ou criando um novo fato com um objeto *Java*, ou alterando o próprio fato.

O *Drools* possui uma linguagem própria a DRL (*Drools Rule Language*) que gera um arquivo de regras, o \*.drl (Pereira, 2011). Ele é processado por uma sessão instanciada da biblioteca do *KieServices* na JVM. Essa instância do *KieServices* funciona como uma *Factory* que recebe um fato em forma de um objeto *Java*, faz o casamento de padrão com as regras desenvolvidas e havendo casamento de objetos e requisitos das regras, executa a ação definida na própria regra.

O projeto *Jboss Drools* funciona com as características de um sistema especialista, já discutido anteriormente, possuindo uma base de conhecimento, um motor de inferência e uma interface de/para criação de regras por usuários. Através do algoritmo *ReteOO* (o algoritmo Rete na sua versão orientada a objeto) o *Drools* faz um casamento de padrões de acordo com os Fatos Gerados ou Memória de Trabalho, e usando a base de conhecimento ou Memória de Produção efetua a correspondência de padrão. Ocorrendo o casamento de padrões são geradas as ações, este processo é denominado como "Agenda", conforme Figura 2.

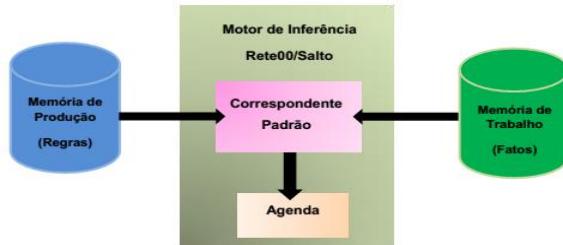


Figura 2. Visão de Alto Nível do Funcionamento do *Drools*. Fonte: Adaptado de Drools (2016)

A estrutura de uma regra no *Drools* é formada por uma sequência de condição do bloco “Quando” e consequência ou ação do bloco “Então”. “A primeira, também conhecida como *Left Hand Side* (LHS), define as premissas impostas aos fatos para que a mesma seja satisfeita. A última, a *Right Hand Side* (RHS), é o conjunto de ações a serem executadas caso as precondições sejam atendidas” (Pereira, 2011). Toda regra deve ter um nome e pode ter atributos adicionais criados. A formação da regra é representada na Figura 3.

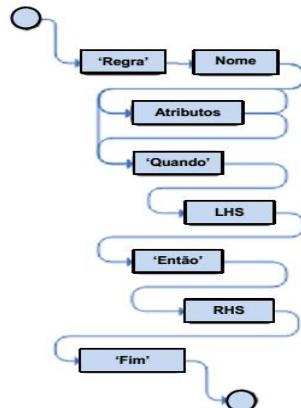


Figura 3. Representação Gráfica de Regra no *Drools*. Fonte: Adaptado de Drools (2016)

## 2.4 Apache Spark e Apache Kafka

O *Apache Spark* é um sistema de processamento de dados distribuído com característica de processamento em memória. Foi projetado para acelerar o processamento de grandes quantidades de dados. Sua arquitetura foi desenhada para processamento paralelo em *cluster* (Ferreira, 2015). Possui API para desenvolvimento em Java, Scala e Python e disponibiliza módulos para processamento em *streaming*, módulo para criação de algoritmos de aprendizagem de máquina e módulo para consultas, conforme disponível em Spark (2016).

Diferentemente de outros sistemas de processamento de *streaming*, o *Apache Spark* realiza o processamento de fluxo de dados utilizando *micro-batches* com janela de tempo pré-definidas, que podem ser definidas pelo usuário. Desta forma o *streaming* em *Apache Spark* é realizado em *near-realtime*, já que são processados micro lotes de dados em curtissímas janelas de tempo (Wang, 2016).

Para processamento de *streamings* de dados o *Apache Spark* pode utilizar sistemas auxiliares para o tráfego de informações como o *Apache Flume*, o *Apache Kafka* ou *Zero MQ* (Spark, 2016). Neste trabalho foi utilizado o *Apache Kafka* como sistema de transporte de informações.

Destaca-se que uma das principais características do *Apache Spark* é a capacidade de processamento de grandes volumes de informações, tanto em modo *batch*, como em processamento em *streaming*. Na página oficial da ferramenta é demonstrado que o *Spark* foi capaz de realizar o *TeraSort*<sup>1</sup> na versão 100 TB em cerca de 23 minutos, utilizando 206 nós da categoria EC2 (i2.8xlarge) da *Amazon*. Wang (2016) desenvolveu um *benchmark* que ao invés de avaliar a capacidade de processamento em *batch*, verifica a capacidade de processamento de *streaming*, onde o *Apache Spark* conseguiu a taxa de processamento de mais de 20 mil eventos por segundo, utilizando um *cluster* de 9 nós, com a configuração de cada nó em: 4 núcleos de CPU, 15GB de RAM, 10GB de Disco Rígido principal e 220GB de disco rígido auxiliar. Com base nestas evidências, pode-se verificar que o *Apache Spark* é um sistema distribuído capaz de processar com eficiência grande volume de dados e de eventos.

## 2.5 Utilizando o Apache Spark e Jboos Drools como uma Única Aplicação

Uma característica importante para ressaltar é o fato de o *Apache Spark* ser executado dentro de Máquinas Virtuais *Java* (acrônimo em inglês *JVM*), por ser desenvolvido na linguagem *Scala*, a qual utiliza a *JVM* para processar os programas desenvolvidos nesta linguagem. Desta forma, ao iniciar os processos dentro do *Apache Spark* é possível importar bibliotecas externas empacotadas como *JAR*. Em contra partida o *Jboos Drools* foi desenvolvido utilizando a linguagem *Java* que também utiliza a *JVM*. Sendo assim, um projeto *Drools* pode ser executado no servidor de aplicação da *Jboss*, ou ainda, pode ser empacotado no formato *JAR*, incluindo pacotes de dependência do *KeiServices* que é capaz de gerar uma fábrica de serviço para execução do motor de inferências do *Drools*, sendo executado em qualquer *JVM* compatível.

Estas características foram essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa, pois desta forma pode-se executar dentro do *Apache Spark* instâncias do *KieServices* disponibilizadas no formato *JAR*, que nada mais é, que é uma biblioteca para executar o motor de inferência do *Jboos Drools*, ou seja, pode-se usar o *Drools* como motor de regras executado como uma biblioteca de um processo do *Apache Spark* (Ganta, 2015).

O grande diferencial neste tipo de aplicação é que se pode unificar o poder de processamento distribuído do *Apache Spark* com o poder do motor de inferências do *Jboos Drools*, em uma única aplicação. O *Kei Workbench* provê uma interface completa para criação de maneira visual das regras, além de fornecer um compilador que empacota todo projeto *Drools* em um único pacote *JAR*. Pode-se utilizar esta interface para que cada usuário especialista de negócio desenvolva suas próprias regras de negócios baseadas em eventos e disponibilizem estas regras para serem executadas dentro do *Apache Spark*. Esta abordagem retira da equipe de desenvolvimento de sistemas a responsabilidade de desenvolver, alterar e fazer manutenção em regras de negócio, colocando essa potencialidade nas mãos dos usuários de negócio, necessitando do apoio da equipe de tecnologia apenas para colocar a regra desenvolvida em produção em uma instância do *Apache Spark*, e é sobre essa premissa que foi desenvolvido este trabalho.

## 3. CASO DE USO

Para testar a eficiência do modelo proposto e da arquitetura de referência desenvolvida, foi criado um caso de uso, o qual visa testar o desempenho da solução proposta e demonstrar a eficiência da aplicação.

### 3.1 Arquitetura de Referência

Considerando todas as características e benefícios apresentados na utilização de Sistemas CEP juntamente com BRMS, e considerando ainda a potencialidade de utilizar o motor de inferência do *Jboos Drools* juntamente ao sistema de processamento distribuído *Apache Spark*, criou-se uma arquitetura de referência para processamento de grandes volumes de eventos complexos em *near-realtime*.

---

<sup>1</sup> *TeraSort* é um *benchmark* de processamento de sistemas distribuídos desenvolvido pela *Yahoo Inc*. Este teste consiste em ordenar uma grande quantidade de dados, dividido na categoria de 1TB, 100TB e 1PB de Dados (Yahoo, I., Sort Benchmark, 2016. Disponível em : <http://sortbenchmark.org/> ).

O *Apache Spark* foi utilizado para encapsular o motor de regras do *Jboss Drools* representado pela biblioteca *KieService*. O *Apache Kafka* foi utilizado como meio de transporte dos eventos representados por mensagens. Destaca-se que os geradores de eventos postam os eventos em forma de mensagem de texto em um tópico específico do *Apache Kafka*. Os eventos são lidos do *Apache Kafka* pelo módulo *streaming* do *Apache Spark*, serializado em um objeto JAVA e repassado ao *Drools* que é executado na mesma instância do *Apache Spark*.

O *Drools* faz o reconhecimento de padrões descritos nas regras pelo seu motor de inferência para cada evento e, se for o caso, retorna um outro objeto JAVA de resposta ao evento para o módulo *streaming* do *Apache Spark*. Deste ponto o módulo *streaming* do *Apache Spark* serializa o objeto de resposta como uma mensagem e submete a outro tópico do *Apache Kafka*, que é lido posteriormente por algum consumidor que efetua a ação descrita na mensagem. Esta arquitetura é descrita na Figura 4.

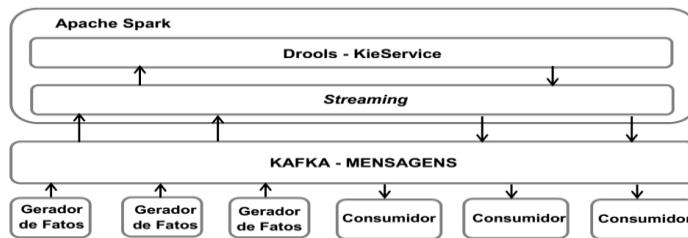


Figura 4. Arquitetura de Referência Utilizada no Caso de Uso

Os usuários especialistas podem desenvolver regras apenas de eventos já conhecidos, e estes eventos devem possuir um tópico específico dentro do *Apache Kafka* para recepção do fato. Adicionalmente devem possuir um tópico específico para postagem da resposta que foi gerada de acordo com o motor de regras. Se houver necessidade de novos fluxos de decisões baseados em novos eventos, a área de tecnologia deve disponibilizar um novo evento, com novos tópicos dentro do *Apache Kafka*. O processo para *deploy* de novas regras baseadas em eventos conhecidos ou de alteração de regras anteriormente desenvolvidas devem seguir o fluxo descrito na Figura 5.

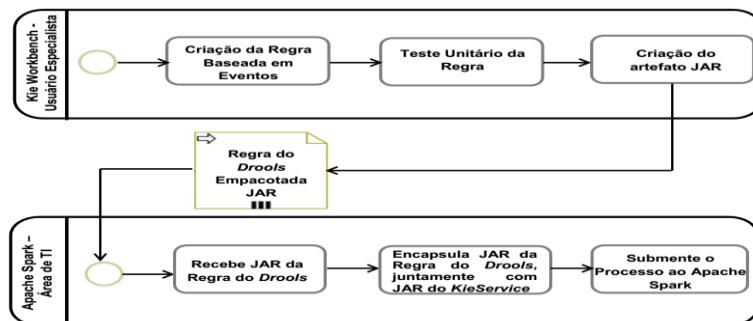


Figura 5. Processo de criação e *deploy* de regras

### 3.2 Descrição do Caso de Uso

O caso de uso teve por objetivo implementar a arquitetura de referência apresentada e certificar que está é uma aplicação viável para ser utilizada em produção por diversas organizações.

Para o desenvolvimento do caso de uso foi criado um ambiente simulado de transações bancárias. A partir de um determinado evento de saldo em conta corrente para um grupo específico de clientes deveria disparar uma campanha de *marketing* em tempo real para o cliente que satisfizesse a regra implementada. Os geradores de fatos postavam em um tópico específico do *Apache Kafka*, um fato em forma de texto estruturado com JSON que é representado na FIGURA 6 como FATO. Caso o evento satisfizesse a regra estabelecida, uma ação era tomada. Esta ação era representada na postagem de uma mensagem de texto também estruturada como um JSON, conforme demonstrado na Figura 6 como ACAO.

|   |
|---|
| <b>FATO – Mensagem de Entrada</b><br><code>{"CESTA_PRODUTOS" = String, "INDICACAO_BLOQUEIO" = Boolean, "SALDO_DISPONIVEL" = Float, "SEGMENTO" = Int}</code> |
| <b>ACAO – Mensagem de Saída</b><br><code>{"CAMPANHA_DISPARADA" = String}</code>   |

Figura 6. Mensagens em formato JSON representando Fato e Ação

A regra a ser satisfeita foi desenvolvida através do *Kie Workbench*, empacotada como JAR e submetida a um processo específico de *streaming* do *Apache Spark*. A regra desenvolvida especificava as seguintes condições: Caso o FATO possuísse CESTA\_PRODUTOS = "A" e INDICACAO\_BLOQUEIO = TRUE e SALDO\_DISPONIVEL > 11999.99 e SEGMENTO contendo um dos seguintes valores (1,2,3) então gerava-se como ação o objeto ACAO com campo CAMPANHA\_DISPARADA = "SIM".

O estudo de caso foi realizado em servidores na “nuvem”, hospedados na *Digital Ocean*. Para o *Apache Spark* foi criado um *cluster* de 3 nós, cada um com 8GB de Memória, 4 Cores de CPU e 80GB de Disco SSD. Foi ainda utilizado um nó de mesma configuração onde foi instalado o *Apache Kafka*, e onde eram executados os programas para geração de fatos e consumidores de fatos. Adicionalmente, foi criado um nó com 2GB de Memória, 2 Core de CPU e 40GB de Disco SSD para executar o servidor de aplicação *Jboos* com o *Kie Workbench*. As versões utilizadas dos sistemas foram: *Apache Spark* 2.0.1, *Apache Kafka* 0.10, *Jboss Winfy* 8, *Jboss Drools Kieworkbench* 6.0.1. Os geradores de fatos e consumidores de ações foram desenvolvidos em *Python* 3.5. O programa de *Apache Spark Streaming* que encapsulava as regras do *Drools* e o *KieService* foram desenvolvidos em *Scala* 2.11.

### 3.3 Resultados

Para este caso de uso foi medido o desempenho do *Apache Spark* executando o motor de inferência do *Drools* sobre *streamings* constantes. Como o *Apache Spark* executa o *streaming* em janelas de *micro-batchies*, foi proposto janela de 30 segundos de diferença. Em cada janela de 30 segundos os geradores de fatos imputavam 30 mil mensagens em um tópico *Apache Kafka*. O objetivo proposto neste caso de uso foi o processamento e postagem dos 30 mil fatos na janela de 30 segundos, tendo assim uma latência de mil operações processadas pelo *Apache Spark* por segundo. Este caso de uso foi executado ininterruptamente durante 4 horas. A arquitetura proposta conseguiu atingir o objetivo proposto. O *Apache Spark* conseguiu processar todas as mensagens sem perdas em todos os casos. É interessante observar também, que não foi levada em conta à volumetria dos dados, mas sim a quantidade de mensagens e eventos gerados.

Os problemas enfrentados foram resultantes apenas da diferença de implementação de objetos gerados pelo *Drools*, objetos *Java* puro, que possuem estrutura mutável, versus os objetos processados pelo *Scala*, que possuem características imutáveis. Este problema foi resolvido fazendo transformações tipo “*cast*” dos objetos de fato e ações processadas pelo *Scala* dentro do *Apache Spark*. Desta forma foi demonstrado que a arquitetura de referência pode ser implementada, pois, atingiu o propósito com êxito. Ademais foi comprovado que é possível para os usuários especialistas de negócios desenvolverem de forma prática e visual suas regras de negócio, sem necessidade de auxílio de profissionais da área de tecnologia da informação. Outro ganho expressivo foi que toda a arquitetura utilizou *softwares open source* formando um sistema robusto sem custo de licenciamento, o que pode diminuir as proporções dos custos com sistemas especialistas e de gerenciamento de regras de negócios utilizados por diversas instituições.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sistemas baseados em processamento complexos de eventos podem ser utilizados por diversas indústrias para processamento em tempo próximo ao real de fatos baseados em contexto. Acrescentando nesta arquitetura de sistemas uma camada de gerenciamento de regras de negócio ganha-se vantagens competitivas, já que a equipe de negócio não depende de especialistas da área de tecnologia para desenvolver, alterar e customizar suas regras de negócios.

Neste trabalho foi demonstrado que é possível criar um sistema robusto para processamento de grandes volumes de informações utilizando as vantagens dos BRMSs e CEPs. No caso de uso apresentado, foi verificado que aplicações com implicações reais para os negócios podem ser criadas com base na arquitetura

de referência proposta. Foi demonstrado que esta arquitetura tem potencial para processar grandes volumes de dados. Como passos futuros pretende-se implementar um processo de “*contínuos integration*”, para que todas as regras desenvolvidas pelos usuários especialistas no *Kie Workbench* sejam automaticamente postas em produção sem a interferência humana no processo. Pretende-se também em parceria com outras instituições implementar a arquitetura proposta em processo real de produção e efetuar as devidas medições em proporções muito maiores de tráfego de eventos.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Everis do Brasil por fornecer todos os subsídios necessários para que este projeto fosse concretizado. Em especial agradecemos ao Sr. Pablo Sáez Núñez, Diretor Latam de Big Data da Everis, ao Sr. Evandro Luis Armelin Diretor de Tecnologia da Everis Brasil, por serem os mentores deste projeto e o tornarem possível. E a Prof.<sup>a</sup> Mestre Luciana Maria da Silva pelo apoio no desenvolvimento deste artigo.

## REFERÊNCIAS

- Baptista. G., Processamento Distribuído de Eventos Complexos (CEP), PUC-Rio, 2016. Disponível em : <http://www-di.inf.puc-rio.br/~endler/courses/semGSD/monografias/Gustavoaptista-Distr-CEP.pdf>
- Bazzotti, C.; Garcia, E. A importância do sistema de informação gerencial para tomada de decisões, 2005. Disponível em: [http://www.waltenomartins.com.br/sig\\_texto02.pdf](http://www.waltenomartins.com.br/sig_texto02.pdf).
- Duarte, D., Azevedo, L., Puntar, S., Romeiro C., Baião. F., Cappeli, C., Conceituação em BRMS. Relatórios Técnicos do Departamento de Informática Aplicada da UNIRIO n° 0022/2009, 2009.
- Drools., J. Drools Documentation: The JBoss Drools team - Version 6.5.0.Final, 2016 Disponível em : [https://docs.jboss.org/drools/release/latest/drools-docs/html\\_single/](https://docs.jboss.org/drools/release/latest/drools-docs/html_single/)
- Ferreira. L. M., Modelo de Processo para Criação de BI em Banco de Dados Orientado a Colunas. Congresso Ibero Americano de Computação Aplicada (CIACA 2015), 2015.
- Ganta, M., How-to: Build a Complex Event Processing App on Apache Spark and Drools. 2015, <https://blog.cloudera.com/blog/2015/11/how-to-build-a-complex-event-processing-app-on-apache-spark-and-drools/>.
- Hopgood, A. A., Intelligent Systems for Engineers and Scientists, Second Edition. CRC Press. Drools JBoss Rules 5.0 Developer's Guide, Packt Publishing, 2009.
- Lundberg. A., Utilização do Processamento de Eventos Complexos (CEP) para Melhoria do Desempenho Operacional. BUSINESS INTELLIGENCE JOURNAL - VOL. 11, Nº. 1 55, 2009.
- Mano, L.Y.; Funes, M. M.; Volpato, T. e Neto, J. R. T. Explorando tecnologias de IoT no contexto de health smart home: uma abordagem para detecção de quedas em pessoas idosas. JADI: Marília. V.2, P. 46-57, 2016.
- McAfee, A., Brynjolfsson, E., Big Data: The Management Revolution, Harvard Business Review, 2012
- Momoh. J., Srinivasan D., Tomsovic K., Baer D., Tutorial on Fuzzy Logic Applications in Power Systems - Chapter 5: Expert Systems Applications, M.Y. Chov (eds.), 2000.
- Passos, E. L., Inteligência Artificial e Sistemas Especialistas ao Alcance de Todos. LCT, 1989.
- Pereira, I. S. A., Drools Situation: uma Abordagem Baseada em Regras para Detecção de Situações, Monografia de Bacharelado para Universidade Federal do Espírito Santo, 2011.
- Spark, A., Spark wins Daytona Gray Sort 100TB Benchmark, 2015. Disponível em: <http://spark.apache.org/news/spark-wins-daytona-gray-sort-100tb-benchmark.html>.
- Spark, A., Apache Spark Documentation, 2016. Disponível em: <https://spark.apache.org/documentation.html>.
- Souza, D. C., Neto, A. D. D., Melo, J. D., Leitão, G. B. P., Kaku. Saito. (2012) BR-PLANTEXPERT: Um Sistema Especialista para Auxílio à Tomada de Decisão em Processos Industriais. Congresso Brasileiro de Automática, 2012.
- Wang, Y., Stream Processing Systems Benchmark: StreamBench. Dissertação de Metrado para Aalto University School of Science, 2015.
- Weppenaar, D. V. I., Vermaak, H. J., Solving planning problems with Drools Planner a tutorial. Interdisciplinary Journal, Volume 10, Interim, 2011

# **SISTEMA DE MONITORAMENTO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS UTILIZANDO RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS**

Fernando Mariano, Nicole Oliveira, Bruno Miguel Moraes e Joice Seleme Mota  
*Instituto Federal Catarinense*

## **RESUMO**

A qualidade da água de bacias hidrográficas é frequentemente relacionada com o seu entorno no que se refere ao uso do solo e vegetação. Os índices de qualidade de água podem ser relacionados com fontes poluidoras como, por exemplo, atividades pecuárias, agrícolas e industriais. O objetivo desse trabalho é monitorar bacias hidrográficas utilizando a técnica de Raciocínio Baseado em Casos (RBC) quando se definiu um conjunto de regras que identificam a qualidade da água e fazem a relação dos índices obtidos com o seu entorno. A partir da análise laboratorial da água e do seu entorno, a aplicação permite classificar a qualidade da água das bacias hidrográficas em diferentes períodos representando os fatores que influenciam a dinâmica da paisagem.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Raciocínio Baseado Em Casos, Bacias Hidrográficas, Qualidade Da Água

## **1. INTRODUÇÃO**

O crescimento urbano acelerado é um fator prejudicial para um ecossistema. Este crescimento não se refere apenas ao aumento do contingente populacional, mas também ao surgimento de atividades econômicas potencialmente poluidoras como, por exemplo, indústrias metalúrgicas, plásticos, zincagem, postos de combustível, entre outras. Para que os recursos hídricos não sejam atacados por expansões mal planejadas, com despejo descontrolado de dejetos ou desmatamento de matas ciliares é necessário oferecer uma forma de monitoramento constante das bacias hidrográficas.

O monitoramento ambiental consiste na realização de medições e/ou observações específicas, dirigidas a alguns poucos indicadores e parâmetros, com a finalidade de verificar se determinados impactos ambientais estão ocorrendo, podendo ser dimensionada sua magnitude e avaliada a eficiência de eventuais medidas preventivas adotadas (Oliveira; Brito, 1998).

Para Lima e Zakia (1997), a qualidade da água refere-se a uma série de parâmetros físicos, químicos, biológicos e radiológicos que exerce influência direta na integridade da bacia hidrográfica. Lima (2001), afirma que um aspecto fundamental para o correto planejamento de um programa de monitoramento diz respeito à busca pela identificação dos impactos sobre a qualidade da água.

Com o monitoramento constante das bacias hidrográficas e a integração de atores sociais que tem em vista o uso adequado dos recursos hídricos, será possível contribuir com informações de evolução que mostram a dinâmica da paisagem. O monitoramento atualmente é feito por comitês locais de bacias hidrográficas, entretanto nem todas as bacias possuem um comitê responsável que promova ações para o uso racional e sustentável da água.

Os Comitês de Bacia Hidrográfica são organismos colegiados que fazem parte do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A composição diversificada e democrática dos Comitês contribui para que todos os setores da sociedade com interesse sobre a água na bacia tenham representação e poder de decisão sobre sua gestão. Os membros que compõem o colegiado são escolhidos entre seus pares, sejam eles dos diversos setores usuários de água, das organizações da sociedade civil ou dos poderes públicos (ANA, 2014).

Com a falta de um monitoramento adequado e constante em bacias hidrográficas, poderão surgir problemas de poluição da água, invasão de territórios e despejo de esgoto sem tratamento prévio, prejudicando a vida aquática e o abastecimento público das regiões que são favorecidas por suas respectivas bacias.

Atualmente existem bacias hidrográficas que não possuem um comitê que crie um plano de recursos hídricos. Dessa forma é possível, mas difícil apresentar metas de racionalização, aumento de quantidade e da qualidade dos recursos hídricos.

Diante desse contexto há a necessidade de proporcionar alternativas de monitoramento de bacias hidrográficas, para o seu gerenciamento e fomento da criação de mais comitês. Esse trabalho se justifica porque propõem uma forma de monitoramento para bacias hidrográficas, fomentando a criação de comitês para aquelas bacias hidrográficas que não possuem.

O principal objetivo desse trabalho é empregar a técnica de Raciocínio Baseado em Casos (RBC) para o monitoramento de bacias hidrográficas. Propondo um ambiente computacional que forneça informações relacionadas a qualidade da água, bem como o histórico dessas informações a partir da análise das condições atuais das bacias baseadas em regras existentes que indicam a qualidade da água e do seu entorno.

Para identificar como é avaliada a qualidade da água em uma bacia hidrográfica, se executou uma pesquisa bibliográfica adquirindo informações e compreensão do: como são feitas as classificações da qualidade de corpos d' água. Por meio da pesquisa foram encontrados dois índices que avaliam a qualidade da água e que são compostos por fórmulas matemáticas que geram valores numéricos e os enquadram em faixas classificatórias.

Com base nos índices e outras características que foram acrescentadas foi criado um modelo de regras, que foi utilizado na implementação da técnica de RBC que busca resolver novos problemas adaptando soluções utilizadas para resolver problemas anteriores (Wangenheim; Wangenheim, 2003). A partir da criação deste modelo foi desenvolvido o sistema que tem como objetivo realizar os cálculos matemáticos dos índices, classificar a qualidade da água, relacioná-la com o entorno e armazenar o histórico das soluções sugeridas para o monitoramento das bacias. O sistema foi desenvolvido utilizando a linguagem Python com o framework web Django. Os testes foram realizados com dados hipotéticos para comprovar a funcionalidade do sistema. A validação do sistema ainda será realizada na Bacia Hidrográfica do Rio Parati, no município de Araquari em Santa Catarina.

## 2. RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS

Raciocínio Baseado em Casos (RBC) é uma técnica de Inteligência Artificial que é capaz de utilizar conhecimento específico de experiências problemáticas anteriores (casos). Um novo problema é resolvido por encontrar um caso passado similar e o utilizar na solução do problema. RBC é também uma abordagem para uma aprendizagem incremental, uma vez que uma nova experiência seja armazenada, cada vez que um problema foi resolvido, tornando-se imediatamente disponível para a solução de problemas futuros (Aamodt; Plaza, 1994).

De acordo com Wangenheim e Wangenheim (2003), a técnica de RBC é aplicável de forma simples e direta a um espectro extremamente grande de problemas e situações reais, o que justifica seu sucesso e rápida aceitação por quem desenvolve sistemas inteligentes em todo o mundo.

O funcionamento da técnica é composto por um ciclo que foi proposto por Aamodt e Plaza (1994), e faz uso de quatro tarefas: Recupera os casos mais similares da base de dados; Reutiliza a informação e conhecimento para resolver o problema; Revisa a solução proposta; Retém a experiência do caso atual ou parte dela para utilizar em casos futuros.

A técnica de RBC foi escolhida porque apresenta características que motivam sua aplicação em modelagem ambiental. Problemas ambientais são inherentemente complexos e em geral insuficientemente conhecidos e modelados. RBC é uma técnica onde o conhecimento é modelado a partir de instâncias, de forma que não se faz necessário modelar formalmente o conhecimento do domínio (Kaster et al., 2000).

Existem vários trabalhos que utilizam RBC no meio ambiente. No trabalho de Mota, (2009) é proposto um modelo composto por um conjunto de regras que mostram como objetos geoespaciais evoluem. Este modelo é aplicado na floresta Amazônica, onde são detectadas mudanças nos territórios estudados. Kaster et. al (2000), criou um Sistema de Apoio a Decisão (SAD) com o objetivo de oferecer um ambiente

computacional que auxilie o usuário a realizar de forma eficiente, as atividades necessárias à criação de cenários alternativos para planejamento ambiental. Hastings (1996), apresenta um sistema de notificações sobre infestações de gafanhotos. Verdenius e Broeze (1999), faz uso da técnica de RBC em um sistema para gerenciar o nível de oxigênio e decidir nas variadas situações que medidas tomar.

A proposta de Mota (2009), foi usada como base para esse trabalho, permitindo a criação de dois conjuntos de regras. O primeiro, define como está a qualidade da água e o segundo aponta a relação da qualidade da água com a paisagem ao redor das Bacias Hidrográficas, possibilitando o monitoramento com base nas mudanças que ocorrerão.

### 3. DESENVOLVIMENTO

#### 3.1 Domínio da Aplicação

A área de estudo deste trabalho são as Bacias Hidrográficas. O comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é função de suas características geomorfológicas (forma, relevo, área, geologia, rede de drenagem, solo, dentre outros) e do tipo da cobertura vegetal (Lima, 1986).

Os principais componentes – solo, água, vegetação e fauna – coexistem em permanente e dinâmica interação, respondendo às interferências naturais e àquelas de natureza antrópica, afetando os ecossistemas como um todo. Nesses compartimentos naturais – bacias hidrográficas –, os recursos hídricos constituem indicadores das condições dos ecossistemas, no que se refere aos efeitos do desequilíbrio das interações dos respectivos componentes (Souza et al., 2002).

As interferências antrópicas estão diretamente ligadas ao entorno das bacias hidrográficas e pode-se citar como exemplo a agricultura, pecuária, esgoto e empresas que atuam em uma determinada região.

Cunha e Guerra (1996), afirmam que as bacias hidrográficas são consideradas excelentes unidades de gestão dos elementos naturais e sociais, pois, nessa óptica, é possível acompanhar as mudanças introduzidas pelo homem e as respectivas respostas da natureza.

Dessa maneira com a análise da qualidade da água relacionado ao entorno das bacias hidrográficas é possível criar conjuntos de casos para monitorar a dinâmica da paisagem.

#### 3.2 Modelo dos Casos

Para gerar o modelo de casos foi necessário definir os índices de avaliação da qualidade da água e os atributos que compõem o modelo de caso.

Os indicadores para a avaliação da qualidade da água, utilizados nesse trabalho, foram o Índice de Qualidade da Água Bruta para fins de Abastecimento Público (IAP) e o Índice de Proteção de Vida Aquática (IVA), estabelecidos de acordo com a Agência Nacional das Águas (ANA). De acordo com a ANA (2005), o IAP e IVA envolvem análises mais específicas de parâmetros, que indicam a presença de substâncias tóxicas (teste de mutagenicidade, potencial de formação de trihalometanos, cobre, zinco, cádmio, chumbo, cromo total, mercúrio, níquel e surfactantes) e parâmetros que afetam a qualidade da água (fenóis, ferro, manganês, alumínio, cobre e zinco).

Após a coleta da água serão analisados os possíveis contaminantes do ambiente para obtenção dos índices IAP e IVA. A Figura 1 mostra o grupo de parâmetros necessários para cálculo dos índices (Mariano, 2015).

Os índices são utilizados no modelo de casos junto com o entorno referente aos pontos de monitoramento da Bacia Hidrográfica, para que a partir da análise da relação da qualidade da água e o seu entorno, seja possível informar o risco de contaminação e sugestão de ação para o monitoramento. A Figura 2 mostra o modelo dos casos utilizados no sistema.

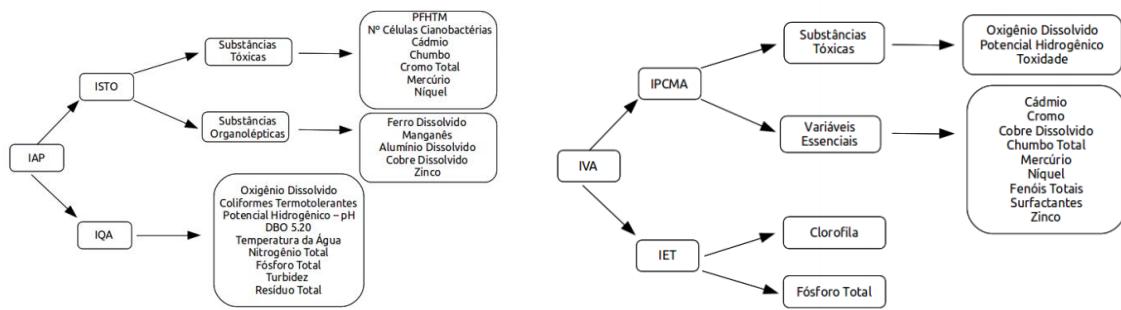


Figura 1. Parâmetros utilizados no cálculo de IAP e IVA

Fonte: Mariano, (2015)

A partir do conhecimento do especialista, foi criado o modelo de casos (Figura 2). O processo de raciocínio começa a partir da escolha das características que devem ser comparadas, decidindo qual resultado da análise da água pode ser útil e o entorno do ponto geográfico. O especialista salienta que características são utilizadas para identificar a solução. Neste trabalho, os atributos relevantes usados para comparar e sugerir as ações de monitoramento são: classificação do IAP, classificação do IVA e entorno.

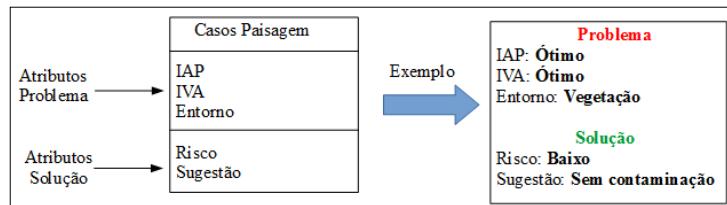


Figura 2. Modelo de Casos

### 3.3 Arquitetura do Sistema

A partir do modelo de casos foi definida a arquitetura do sistema como mostra a Figura 3.

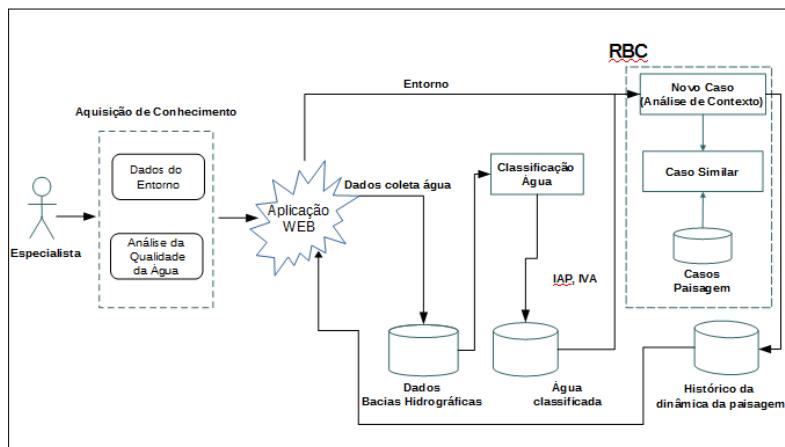


Figura 3. Arquitetura do Sistema

Primeiro são cadastrados os dados das Bacias Hidrográficas. Esses dados são compostos pelos rios que compõem a Bacia e seus pontos de monitoramento com a localização geográfica. Após o cadastro das Bacias Hidrográficas, são realizadas as coletas de água para análise dos parâmetros necessários para compor os índices IAP e IVA e é observado o entorno do ponto de monitoramento da Bacia Hidrográfica em questão.

Com a água analisada é cadastrada a coleta e são realizados os cálculos para classificação da água. Os índices IAP e IVA bem como o entorno são os dados de entrada para o módulo de Raciocínio Baseado em Casos que a partir dessas entradas procura em sua base o caso mais similar, apresentando a solução que pode ser utilizada ou alterada pelo especialista como um novo caso, realimentando a base de casos. A partir das soluções utilizadas é gerado o histórico do monitoramento da Bacia Hidrográfica em questão. A Figura 4 mostra o modelo lógico da base de dados do sistema.

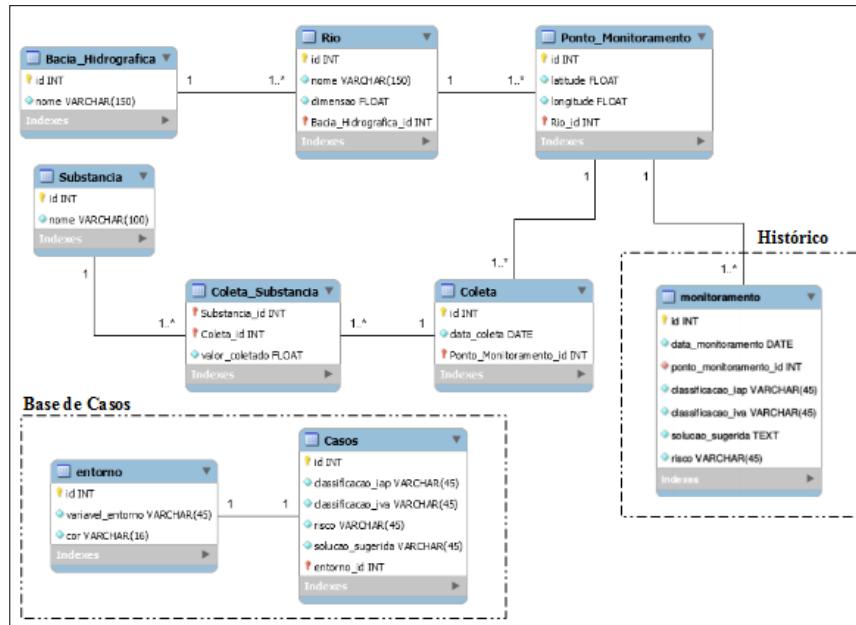


Figura 4. Modelo Lógico da Base de Dados

A tabela **Coleta** armazena a data de coleta e está relacionada aos pontos de monitoramento. A tabela **Coleta\_Substâncias** mantém as substâncias que são utilizadas para o cálculo da qualidade da água daquele ponto, naquela data. Os resultados gerados pelo processo de classificação dos índices são mantidos na tabela de **Monitoramento**. Com esses índices mais o entorno inserido pelo Especialista começa o processo de recuperação de casos similares. A busca retorna as soluções para os casos cujas características sejam 100% similares. A solução utilizada também é armazenada na tabela **Monitoramento**, gerando o seu histórico.

### 3.4 Sistema de Monitoramento de Bacias Hidrográficas

A ferramenta utilizada para o desenvolvimento do sistema foi o *framework Web* Django. O mesmo foi escolhido, porque segundo Django (2005), é um *framework Web* Python de alto nível que incentiva o rápido desenvolvimento e design limpo e pragmático, livre e *open source*. A base de dados foi implementada de acordo com o Modelo Lógico que está ilustrado na Figura 4. Após a construção da base de dados, o primeiro passo no desenvolvimento da aplicação foi a criação dos cadastros básicos. A Figura 5 ilustra o menu do sistema, ou seja, as opções de cadastro.

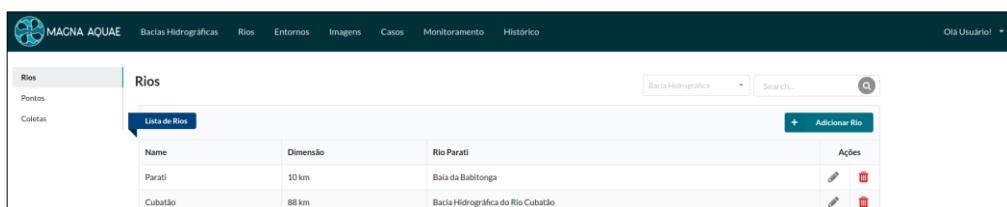


Figura 5. Menu do Sistema

A Figura 6 exibe o cadastro de coletas. Para que seja possível incluir os valores das coletas, é necessário que as substâncias e os pontos de monitoramento estejam previamente cadastrados.

| Parâmetro                        | Valor |
|----------------------------------|-------|
| Oxigênio Dissolvido              | 10    |
| Potencial Hidrogenico - pH       | 8     |
| Temperatura da Água              | 3.31  |
| Fosforo Total                    | 9.3   |
| Resíduo Total                    | 6.5   |
| Número de Células Cianobactérias | 1.2   |
| Chumbo                           | 5.5   |
| Mercurio                         | 7.3   |
| Ferro Dissolvido                 | 1.11  |
| Alumínio Dissolvido              | 1.3   |
| Zinco                            | 3.9   |
| Clorofila                        | 0.1   |
| Surfactantes                     | 6.3   |
| Coliformes Termotolerantes       | 2     |
| DBO 5.20                         | 2.4   |
| Nitrogenio Total                 | 1.4   |
| Turbidez                         | 8.4   |
| PFHTM                            | 7.7   |
| Cadmio                           | 2.4   |
| Cromo Total                      | 9.9   |
| Níquel                           | 15    |
| Manganês                         | 9.8   |
| Cobre Dissolvido                 | 5.3   |
| Toxicidade                       | 7.8   |
| Fenois Totais                    | 3.7   |

Figura 6. Formulário de Cadastro de Coletas

Depois que a coleta foi registrada o sistema busca, calcula, classifica e armazena os índices IAP e IVA na tabela de monitoramento. Alguns casos da base de casos de paisagem poderão ser cadastrados previamente pelo especialista ou serão cadastrados ao longo da utilização do sistema (Figura 7).

Figura 7. Formulário de Cadastro de Casos

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram realizados testes para comprovar o funcionamento do sistema. Os testes foram focados no cálculo dos índices e na busca do caso idêntico, com base nos casos que foram previamente cadastrados. Foram cadastrados dois pontos geográficos hipotéticos e para cada um deles foi cadastrada uma coleta, também com valores hipotéticos para as substâncias.

O primeiro teste mostra uma busca com características contendo um dos pontos geográficos e o entorno **Empresas** (Figura 8).

Figura 8. Busca de Solução

O teste realizado teve como objetivo testar a funcionalidade de busca e encontrar um resultado 100% similar para que o especialista possa utilizar mediante a classificação dos resultados obtidos pelo índices. A Figura 9 mostra a solução encontrada com o risco de contaminação e também a opção de utilizar a solução no caso atual.

Figura 9. Solução Encontrada

Dessa forma é possível ter um histórico de soluções que foram aplicadas de acordo com as mudanças que ocorrerão na paisagem.

O outro teste feito abrange um caso inexistente no repositório de casos, trata-se de uma busca que não retornará nada pois para as características que foram passadas na busca não há nenhum caso cadastrado. O sistema desenvolvido deve estar preparado para uma situação como esta, pois inicialmente, a base de coletas terá poucos casos, consequentemente isso ocorrerá com mais frequência. A Figura 10 ilustra o resultado dessa busca.

Figura 10. Resultado vazio

Como resultado para a busca de uma solução inexistente no banco de dados, o sistema oferece a opção de cadastro de casos, com o objetivo de tornar uma base de dados mais completa para casos futuros. Ao clicar nesta opção de cadastro será redirecionado para a tela cadastro de casos permitindo ao especialista dar início ao processo de conhecimento.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ambiente aqui discutido evolui no debate de situações envolvendo bacias hidrográficas principalmente quando permite a aliança entre RBC e o monitoramento dessas bacias. Inova quando utiliza o conhecimento formalizado por análises laboratoriais que reconhecem qualidade da água agrupando o acompanhamento da evolução da paisagem dos entornos desses locais criando, com isso, a possibilidade de previsão de fatores que possam causar desastres ou perda da qualidade de água. Cada momento se constitui num caso e a cada

mudança observada será criado um novo caso, permitindo a formação de uma base de conhecimento por similaridade que demonstra também o processo histórico da região ocupada no entorno dessa bacia hidrográfica.

O aumento do protagonismo da população do entorno é o melhor resultado do sistema proposto pois os testes desenvolvidos no sistema permitiram visualização rápida de diversos elementos positivos e negativos das áreas estudadas durante os testes. Embora sendo realizado o estudo de somente um entorno de bacia hidrográfica, as etapas que foram desenvolvidas como, por exemplo, a modelagem da base de dados e a criação de um sistema de acompanhamento demonstraram que a aplicação é funcional quanto ao processo de RBC, ficando clara sua integridade e a possibilidade de visualização da macro área dessa bacia por especialistas e o estudo ou consulta de casos similares bem como de probabilidades para solução de problemas simulados.

Para trabalhos futuros verificou-se a necessidade de incluir mais de um entorno nos pontos de monitoramento das bacias hidrográficas. Outra proposta, já em andamento, é a implementação de um módulo que permita a inserção e classificação de imagens da Bacia Hidrográfica para que, além do histórico da qualidade da água para os pontos de monitoramento, também seja possível enxergar como a paisagem da bacia hidrográfica está se modificando. Outra possibilidade é refinar as soluções de casos relacionando também as substâncias que compõem os índices da qualidade da água com o entorno.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro e Bolsas ITI-A e ITI-B para o desenvolvimento dessa pesquisa.

## REFERENCIAS

- Aamodt, A.; Plaza, E., 1994. Case-based reasoning: Foundational issues, methodological variations, and system approaches. *AI Communications*, v. 7, p. 39–59.
- ANA – Agência Nacional das Águas, 2005. *Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil*. Brasil.
- ANA – Agência Nacional das Águas, 2014. *Comitês de bacias hidrográficas*. Disponível em: <<http://www.cbh.gov.br/GestaoComites.aspx>>. Acesso em nov. 2016.
- Cunha, S. d.; Guerra, A. J. T., 1996. Degradação ambiental. *Geomorfologia e meio ambiente*. Editora Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, v. 3, p. 337–379.
- Hastings, J. D., 1996. *A mixed paradigm reasoning approach to problem solving in incomplete causal-theory domains*. Tese (Doctor of Philosophy in Computer Science) — University of Wyoming: Laramie, Wyoming.
- Kaster, D. S. et al., 2000. Aplicação de raciocínio baseado em casos a sistemas de apoio à decisão ambiental. In: *II Workshop Brasileiro de Geoinformática*, São Paulo. Anais II GeoInfo'00, p. 1 – 8.
- Lima, W. d. P., 1986. *Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas*. Editora USP: São Paulo, SP.
- Lima, W.; Zakia, M., 1997. Indicadores hidrológicos em áreas florestais. *Série técnica IPEF*, São Paulo, SP.
- Lima, E. B. N. R., 2001. *Modelação Integrada para Gestão da Qualidade da Água na Bacia do Rio Cuiabá*. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.
- Mariano, F., 2015. *Raciocínio Baseado em Casos aplicado no monitoramento de bacias hidrográficas*. Trabalho de Conclusão de Curso (Sistemas de Informação). Instituto Federal Catarinense, Araquari, SC.
- Mota, J. S., 2009. *Eliciting the Evolution of Spatiotemporal Objects with Case-Based Reasoning*. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) — Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, São José dos Campos, Brasil.
- Oliveira, A. M. Dos S.; Brito, S. N. de., 1998. *Geologia da Engenharia*. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE).
- Souza, C. et al., 2002. Caracterização e manejo integrado de bacias hidrográficas. *Caracterização e manejo integrado de bacias hidrográficas*, EMATER Belo Horizonte, MG.
- Verdenius, F.; Broeze, J., 1999. Generalized and instance-specific modelling for biological systems. *Environmental Modelling and Software*, Elsevier, v. 14, n. 5, p. 339–348, 1999.
- Wangenheim, C. G. Von; Wangenheim, A. von, 2003. *Raciocínio Baseado em Casos*. Editora Manole Ltda: Barueri, SP.

# LA CADENA DE CUSTODIA INFORMÁTICO FORENSE

Luis Enrique Arellano González<sup>1</sup> y María Elena Darahuge<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Profesor Titular de la asignatura Sistemas Operativos e Investigador de la Universidad Argentina Jhon F Kennedy  
Director Curso Experto en Informática Forense - Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Avellaneda

<sup>2</sup>Profesora Asociada de la asignatura Sistemas Operativos e Investigadora de la Universidad Argentina Jhon F Kennedy

## RESUMEN

La preservación de la cadena de custodia sobre la prueba indiciaria criminalística, es un objetivo que afecta a la totalidad de los miembros del poder judicial, los operadores del derecho y sus auxiliares directos.

Entre éstos últimos debemos incluir el personal de las Fuerzas de Seguridad, las Policías Judiciales y al conjunto de Peritos Oficiales, de Oficio y Consultores Técnicos o Peritos de Parte. Por esta razón el establecer mecanismos efectivos, eficientes y eficaces que permitan cumplir con dicha tarea a partir de métodos y procedimientos que aseguren la confiabilidad de la información recolectada, único elemento integrador a proteger en los activos informáticos cuestionados, ya que incluye la trazabilidad, confidencialidad, la autenticidad, la integridad y el no repudio de los mismos, es una necesidad imperiosa para asegurar el debido proceso en cualquiera de los fueros judiciales vigentes. (Se trata de establecer un mecanismo que permita realizar un seguimiento estricto de los elementos probatorios, desde su detección hasta el momento de su disposición definitiva).

En términos sencillos implica establecer un mecanismo que asegure a quien debe Juzgar, que los elementos probatorios ofrecidos como Prueba Documental Informática, son confiables. Es decir que no han sufrido alteración o adulteración alguna desde su recolección, hecho que implica su uso pertinente como indicios probatorios, en sustento de una determinada argumentación orientada a una pretensión fundada en derecho.

El juez debe poder confiar en dichos elementos digitales, por considerarlos auténticos “testigos mudos”, desde el punto de vista criminalístico clásico y evaluarlos en tal sentido, desde la sana crítica, la prueba tasada o las libres convicciones según sea el caso y la estructura judicial en que se desarrolle el proceso.

## PALABRAS CLAVE

Informatica Forense, Cadena de Custodia, Prueba Documental, Informatica

## 1. INTRODUCCION

La informática forense es una disciplina dentro de la criminalística en donde el tratamiento de la cadena de custodia implica el análisis de un conjunto de aspectos, tales como la trazabilidad y la responsabilidad cuyo objetivo principal es brindar confiabilidad a la prueba indiciaria informático-forense. Las principales disciplinas que intervienen en el proyecto son: la criminalística, la informática forense y el derecho. A partir de la criminalística se circunscribe la metodología y los procedimientos del tratamiento de la cadena de custodia para las pruebas o evidencias propias de la informática forense. En relación a la informática forense se consideran las técnicas y métodos específicos requeridos por ésta disciplina al iniciar el proceso de cadena de custodia y su continuación hasta el destino final. El derecho interviene estableciendo las pautas procesales necesarias para dar validez a los indicios protegidos en la cadena de custodia desde su inicio hasta el destino final establecido por el juez. El propósito es determinar los mecanismos pertinentes y conducentes a implementar por parte de los peritos en informática forense en la gestión de la cadena de custodia en informática-forense que aseguren la confiabilidad de la prueba indiciaria informático-forense en el ámbito jurídico de la República Argentina. La preservación de la cadena de custodia sobre la prueba indiciaria criminalística, es un objetivo que afecta a la totalidad de los miembros del poder judicial, los operadores del derecho y sus auxiliares directos. La visión holística integradora y *transdisciplinaria* del proyecto, que involucra a la criminalística, la informática y al derecho, es innovadora y no tiene precedentes en estudios anteriores. La metodología a implementar se fundamenta en el análisis teórico y lógico, científico, tecnológico, técnico y de las variables propuestas desde el punto de vista del derecho, la criminalística y de la informática (en particular la informática forense). El protocolo podrá difundirse en el ámbito de la función pública (organismos e instituciones del poder judicial y de las fuerzas de seguridad), como así también en el ámbito académico privado y público de todo el territorio de la nación argentina.

## 2. DESARROLLO

Consideramos a la cadena de custodia como un procedimiento controlado que se aplica a los indicios materiales (prueba indicaria) relacionados con un hecho delictivo o no, desde su localización hasta su valoración por los encargados de administrar justicia y que tiene como fin asegurar la inocuidad y esterilidad técnica en el manejo de los mismos, evitando alteraciones, sustituciones, contaminaciones o destrucciones, hasta su disposición definitiva por orden judicial. Para asegurar estas acciones es necesario establecer un riguroso y detallado registro, que identifique la evidencia y posesión de la misma, con una razón que indique, lugar, hora, fecha, nombre y dependencia involucrada, en el secuestro, la interacción posterior y su depósito en la sede que corresponda (judicial o no). Desde la detección, identificación, fijación, recolección, protección, resguardo empaque y traslado de la evidencia en el lugar del hecho real o virtual, hasta la presentación como elemento probatorio, la cadena de custodia debe garantizar que el procedimiento empleado ha sido exitoso, y que la evidencia que se recolectó en el lugar del hecho, es la misma que se está presentando ante el evaluador y/o decisor. Subsidiariamente, pero a idéntico tenor, es importante considerar el significado implícito en los indicios recolectados, el valor que van a tener en el proceso de investigación, análisis y argumentación del cual dependen. En dicho marco de referencia es que adquirirán su relevancia y pertinencia, de ahí la necesidad de evitar en lo posible la impugnación de los mismos en razón de errores metodológicos propios de cada disciplina en particular (no son idénticas la cadena de custodia de muestras biológicas que la que se corresponde con armas, o documentos impresos o virtuales). Es por esta razón que existen componentes genéricos y componentes particulares en toda cadena de custodia. Por ejemplo, el realizar un acta de secuestro es un elemento genérico, pero el asegurar la integridad de la prueba mediante un digesto (*hash*) sobre el archivo secuestrado es un elemento propio de la cadena de custodia informático forense. Suele asociarse a la cadena de custodia con el proceso judicial orientado a dilucidar acciones delictivas, sin embargo la misma no se agota en el orden penal. En particular la cadena de custodia informático forense debe preservarse en todas las transacciones virtuales susceptibles de ser valoradas económicamente. Cuando un banco realiza una transferencia de fondos o un consumidor adquiere un producto por medios virtuales (Internet entre otros) requiere de esa operación la misma confiabilidad que puede aportarle la cadena de custodia informático forense, es decir afecta en todo momento a la comunidad virtual y sus actores involucrados. Para que la prueba documental informática sea tenida por válida y adquiera fuerza probatoria es necesario que la prueba sea garantizada respecto de su confiabilidad, evitando suplantaciones, modificaciones, alteraciones, adulteraciones o simplemente su destrucción (algo muy común en la evidencia digital, ya sea mediante borrado o denegación de servicio). Debe implementarse un procedimiento con soporte teórico científico, metodológico criminalístico, estrictamente técnico y procesalmente adecuado. Si carece de alguno de estos componentes, la prueba documental informática recolectada no habrá alcanzado el valor probatorio pretendido. Este procedimiento se caracteriza por involucrar múltiples actores, los que deben estar profundamente consustanciados de su rol a cumplir dentro del mismo, sus actividades a desarrollar durante la manipulación de la prueba y sus responsabilidades derivadas. Podemos definir a la cadena de custodia informático forense como **un procedimiento controlado y supervisable, que se aplica a los indicios materiales o virtuales relacionados con un hecho delictivo o no, desde su localización hasta su valoración por los encargados de administrar justicia y que tiene como fin asegurar la confiabilidad de la prueba documental informática recolectada en un determinado lugar del hecho real o virtual desde su recolección hasta su disposición definitiva por orden judicial**. Sin embargo, esta definición es abarcativa, pero genérica, la prueba documental informática tiene componentes particulares diferenciativos que la tornan sumamente diversa a la hora de recolectar, preservar y trasladar la misma: 1. La prueba documental informática consiste en indicios digitalizados, codificados y resguardados en un contenedor digital específico. Es decir toda información es información almacenada (aún durante su desplazamiento por una red, está almacenada en una onda electromagnética). 2. Es necesario diferenciar entre el objeto que contiene a la información (discos magnéticos, ópticos, cuánticos, ADN, proteínas, etc.) de su contenido: información almacenada y sobre todo de su significado. 3. Para éste caso consideramos: a. Información: Todo conocimiento referido a un objeto o hecho, susceptible de codificación y almacenamiento. Objeto: Conjunto físicamente determinable o lógicamente definible. 4. La información puede estar en uno de los siguientes estados: a. Almacenada: se encuentra en un reservorio a la espera de ser accedida (Almacenamiento primario, secundario o terciario) es un estado estático y conforma la mayoría de las recolecciones posibles, sin embargo difiere de la mayoría de los indicios recolectables, en que

puede ser accedita por medios locales y/o remotos. b. En desplazamiento: es decir viajando en un elemento físico determinado (cable, microonda, láser, etc.), es susceptible de recolección mediante intercepción de dicho elemento y está condicionada por las mismas cuestiones legales que la escucha telefónica o la violación de correspondencia. c. En procesamiento: es el caso más complicado y constituye la primera decisión a tomar por el recolector. Ante un equipo en funcionamiento, donde la información está siendo procesada, es decir modificada, actualizada y nuevamente resguardada, debe decidir si apaga o no el equipo. Esta decisión es crítica y puede implicar la pérdida de información y la destrucción de la prueba documental informática pretendida. (Es una decisión en francas condiciones de incertidumbre. Si decide mantener el equipo encendido, corre el riesgo de haber sido detectado durante su aproximación al equipo y que en realidad la actividad del mismo esté consistiendo en borrar de manera segura (técnicas específicas de eliminación de la información que la hacen irrecuperable a los métodos informáticos forenses, es decir borra sin dejar trazas), con lo que cuanto más tiempo permanezca el equipo funcionando mayor será el daño producido. Si por el contrario decide apagar el equipo, es posible que el mismo tenga un mecanismo de seguridad ante estos eventos que dispare las mismas acciones de borrado detalladas, sobre los equipos remotos, eliminando enlaces y reservorios dentro de la misma red o en redes externas (es muy común que con fines delictivos o no, la información sea almacenada en un reservorio remoto, lo que aumenta la seguridad y confiabilidad de la misma, ya que está exenta de los riesgos edilicios, físicos y lógicos, del local donde se utiliza). La mejor manera de solucionar este problema es la labor de inteligencia previa (ataques pasivos, consistentes en intercepción, escucha o análisis de tráfico, por medios remotos). Esta tarea resuelve el problema pero requiere disponer de recursos técnicos y sobre todo humanos sumamente escasos, por otra parte debe ser autorizada judicialmente y la práctica nos indica que la mayoría de los Juzgados, por muy diversas causas, son sumamente reacios a la hora de autorizar estar intervenciones (lo mismo ocurre con las clásicas y siempre restringidas medidas previas o preliminares, aunque constituyan prueba anticipada y reunan las condiciones requeridas para la misma: peligro en la demora, credibilidad del derecho invocado *fumus bonis iuris*- y contracautela de privacidad). La solución por medio del acceso remoto, indetectable por el accedido, es un tema que aún no se encuentra en discusión en nuestro país. (Con los medios adecuados es perfectamente posible acceder a un equipo remoto y recolectar la información pretendida, preservando las condiciones legalmente establecidas desde la Constitución Nacional y sus normas derivadas, sin embargo en un ambiente donde la diferencia entre el Delito Informático Impropio (delitos clásicos cometidos utilizando medios informáticos) tipificado en la Ley 26.388 y el Delito Informático Propio (que afecta al bien jurídico protegido: "información", algo que ni siquiera está contemplado en nuestro Código Penal) es un tema propio sólo de algunos operadores del derecho especializados en derecho de alta tecnología, el suponer la comprensión real de las particularidades que identifican al Lugar del Hecho Virtual (propio e impropio) respecto del Lugar del Hecho Real, parecen ser más una ilusión utópica que una realidad jurídica tangible en el mediano plazo.) 5. En cuanto a su significado, el mismo tendrá la validez que le asigne su inserción como elemento pertinente y conducente a la argumentación presentada como sustento de la pretensión jurídica manifestada. Es decir no deja de ser un documento más, que difiere de la prueba documental clásica (bibliográfica, foliográfica y pictográfica) únicamente en el soporte (digital vs. papel). 6. Sin embargo es necesario tener en cuenta que un bit no es similar sino idéntico a otro bit. De ahí que una copia bit a bit de un archivo digital es indiferenciable de su original, esto significa que no puede establecerse cuál es el original y cuál su copia, salvo que hayamos presenciado el proceso de copiado y tengamos conocimiento sobre cuál era el contenedor del original y cuál el de la copia (método indirecto e independiente de los archivos considerados) Esto no resulta en un inconveniente sino en una ventaja, desde el punto de vista de la cadena de custodia, ya que permite preservar la copias, manteniendo el valor probatorio del original y evitando riesgos para el mismo. Se puede entregar al perito una copia de los archivos dudados y preservar los mismos en su reservorio original en el local del Tribunal y con las seguridades que este puede ofrecerle, entre otros caja fuerte. (Si un documento en papel es reservado en secretaría, en la caja fuerte y luego se le debe realizar una pericia caligráfica, debe ser entregado al perito, porque sólo puede trabajar sobre originales. Esto implica la salida de la prueba, abandonando la protección del Tribunal, hasta que regrese al mismo, si durante ese desplazamiento es destruido en forma dolosa o culposa, la prueba se pierde. En cambio si la documental informática es resguardada en el tribunal (por ejemplo en un CD o DVD) y al perito se le entrega una copia de la misma, podrá realizar su tarea sin inconveniente y si su copia es destruida, en nada afecta al original resguardado en el Juzgado). 7. Mientras que en la recolección física de prueba indiciaria tradicional, se secuestra el indicio y se lo traslada, en la recolección de documental informática esta acción puede realizarse o no, ya que es suficiente con copiar bit a bit la prueba y luego trasladar dicha copia. Es una extensión del

caso anterior, donde no es necesario entregar el original al perito sino que alcanza con su copia. La recolección de prueba, mediante copia debidamente certificada puede sustituir perfectamente al original, es aplicable a los casos en que la información esté almacenada en reservorios vitales para la operación de una determina entidad u organización estatal o privada. Supongamos la necesidad de secuestrar información almacenada en uno de los servidores operativos del Banco Central, es evidente que el secuestro de dicho servidor, podría sacar de operación a la entidad con las consecuencias que dicho hecho implicaría, mientras que su copia, certificación mediante hash y ante la autoridad judicial, administrativa o notarial correspondiente, en nada afectaría a la continuidad del servicio y serviría perfectamente como elemento probatorio. 8. Los mecanismos de certificación digital (*hash*, firma electrónica, firma digital) son mucho más confiables y difíciles de falsificar que los mismos elementos referidos a la firma y certificación ológrafas. Sin embargo la susceptibilidad de los operadores del derecho ante el nuevo mundo virtual hace que tengan sensaciones de inseguridad que no tienen sustento alguno en la realidad matemática que brinda soporte a los mecanismos referidos. Se adopta una actitud sumamente crítica y negativa frente a la seguridad que los mismos brindan, en parte como consecuencia de la necesidad implícita de confiar en algoritmos que no se conocen. Entender, comprender y analizar un algoritmo de cifrado por clave pública, es una tarea de expertos y que no está al alcance de una formación matemática básica como la que posee la mayoría de los operadores del derecho. Por otra parte el individuo inserto en la sociedad tiende más a confiar en la medicina (por eso no cuestiona los métodos del médico legista o del psiquiatra forense) que la matemática con la que se relaciona mucho menos. Es un proceso lento de aceptación, que como todo en derecho seguramente llegará a posteriori del desarrollo social y tecnológico que nos rodea e impulsa hacia el futuro. La Cadena de Custodia Informático Forense, tiene por objeto asegurar que la prueba ofrecida cumple con los requisitos exigibles procesalmente para la misma e implica que debe asegurar: 1. Trazabilidad: a. Humana (determinación de responsabilidades en la manipulación de la prueba, desde su detección y recolección, hasta su disposición final). b. Física (incluyendo la totalidad de los equipos locales o remotos involucrados en la tarea, sean estos de almacenamiento, procesamiento o comunicaciones). c. Lógica (descripción y modelización de las estructuras de distribución de la información accedida y resguardada). 2. Confiabilidad (integridad, autenticidad, confidencialidad, no repudio)

## 2.1 Cadena de Custodia vs Privacidad

La cadena de custodia se constituye de hecho en un elemento que permite asegurar la confiabilidad de la información recolectada, implica la trazabilidad estricta de la misma, pero no protege por si sola al derecho a la privacidad. Es un componente que asegura que la prueba recolectada se puede seguir metodológica y procesalmente, desde su origen hasta su disposición final, pero nada dice respecto de la legalidad de la misma, mucho menos de su legitimidad. En efecto la protección de la privacidad de la información, no se conforma de manera exclusiva con la cadena de custodia. La privacidad requiere por supuesto confiabilidad, pero también respeto estricto de las normas procesales que resguardan el legítimo proceso asegurado constitucionalmente. Podríamos estar en presencia de una cadena de custodia bien realizada, con una trazabilidad adecuada, con preservación estricta criminalística, informática y procesal, pero que se haya realizado a partir de una acción ilegal o ilegítima. Ilegal por ejemplo, por falta de orden de allanamiento y secuestro previas a la recolección de prueba documental informática en una causa penal e ilegítima en el caso de una recolección de información propia, que excede los límites de lo permitido, accediendo no sólo a la información estrictamente necesaria para asegurar la argumentación ofrecida, a efectos de justificar la pretensión litigada, resguardando otros elementos que nada tienen que ver con dicha cadena argumental-causal. En la Figura 1., se puede observar la secuencia del protocolo de la cadena de custodia en informática forense, desde el inicio con la Requisitoria Pericial hasta su finalización con el Destino y depósito final.

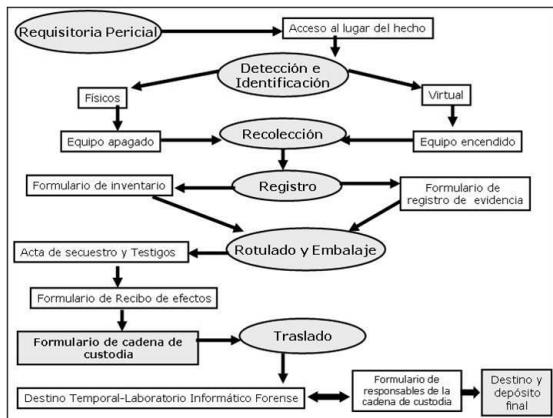


Figura 1. Protocolo para la Cadena de Custodia en la pericia de informática forense

La informática forense como especialidad dentro de la criminalística debe incluir los requisitos generales establecidos en la Inspección Judicial en Criminalística. En esta especialidad los elementos dubitados pueden ser del tipo físico o virtual. En el caso de los elementos virtuales la detección, identificación y recolección deberá efectuarse en tiempo real, es decir en vivo, con el equipo encendido. La información es un elemento intangible que se encuentra almacenado en dispositivos que pueden ser volátiles o no. Con el fin de determinar la validez de la información contenida en los mencionados dispositivos será necesario efectuar la correspondiente certificación matemática por medio de un digesto o hash. Esta comprobación es la que permitirá posteriormente determinar la integridad de la prueba recolectada y su correspondencia con el elemento original. El objetivo principal es preservar la evidencia, por lo tanto al acceder al lugar del hecho deberá:- **Identificar - - Situar - - Relacionar**, a través de un accionar metódico, sistemático y seguro, cuya consigna será: - **Rotular - - Referenciar - - Proteger -**. En síntesis, se **deberá mantener la seguridad, procurar el resguardo legal y aplicar una metodología estricta**.

## 2.2 Procedimiento

En el lugar del hecho se deberá seguir una secuencia de pasos expresadas en el siguiente procedimiento que será considerado como la etapa preliminar a la elaboración del formulario de la cadena de custodia, el cual debe ser considerado como información confidencial, clasificada y resguardada en un lugar seguro: 1. **Detección, Identificación y registro:** En lo posible se deben identificar la totalidad de los elementos informáticos dubitados, –computadoras, red de computadoras, netbook, notebook, celular, ipad, gps, etc.-. Inventario de Hardware en la Inspección y Reconocimiento Judicial - Formulario Registro de Evidencia: A) Colocarse guantes. B) Fotografiar el lugar del hecho o filmar todos los elementos que se encuentran en el área de inspección, desde la periferia hacia el área dubitada. C) Fotografiar los elementos informáticos, determinando en cuál de ellos efectuar macro fotografía: Pantallas del monitor del equipo dubitado, Vistas frontal, lateral y posterior, según corresponda, Números de series de los elementos informáticos, etiquetas de garantías, Periféricos, (teclados, mouse, monitor, impresoras, videocámaras, , Pendrive, dispositivos de almacenamiento en red, celulares, ipod, entre otros), Material impreso en la bandeja de la impresora o circundante, Cableados, Dispositivos de conectividad, alámbricos e inalámbricos, Diagramas de la red y topologías. D) Inventariar todos los elementos utilizando una planilla de registro del hardware, identificando: Tipo, Marca, Número de serie, Registro de garantía, Estado (normal, dañado). E) Efectuar un croquis del lugar del hecho, especificando el acceso al lugar, la ubicación del o los equipos informáticos y de cualquier otro elemento, mobiliario, racks, cableado, existentes en el área a inspeccionar, para luego representarlo con cualquier herramienta de diseño. 2. **Recolección de los elementos informáticos dubitados –Físicos o Virtuales:** El Perito Informático Forense deberá recolectar la evidencia procediendo acorde al origen del requerimiento de la pericia informático forense, a saber: 1. Por orden judicial, cuyo texto indica: A) Secuestrar la evidencia para su posterior análisis en el laboratorio, el Perito Informático Forense procederá a: Certificar matemáticamente la evidencia, Identificar y registrar la evidencia, Elaborar un acta ante testigos, Iniciar la cadena de custodia, Transportar la evidencia al laboratorio. B) Efectuar la copia de la evidencia para su posterior análisis en el laboratorio, el Perito Informático Forense procederá a: Certificar matemáticamente

la evidencia, Duplicar la evidencia, Identificar y registrar la evidencia y la copia, Elaborar un acta ante testigos, Transportar la copia o duplicación de la evidencia al laboratorio. 2. Por solicitud particular de una persona específica, de una consultora, empresa, institución, organismo o por otros profesionales, el Perito Informático Forense procederá a: A) Concurrir al lugar del hecho con un escribano público. B) Certificar matemáticamente la evidencia ante el escribano público. C) Duplicar la evidencia ante escribano público. D) Solicitar al escribano que deje constancia en el acta de los motivos del secuestro, de los datos de la o las personas que solicitaron la pericia, las razones argumentadas y los fines pretendidos. E) Solicitar una copia del acta realizada por el escribano. F) Transportar la copia de la evidencia para su posterior análisis en el laboratorio. **Duplicación y autenticación de la prueba:** En ciertas situaciones el Perito Informático Forense no podrá trasladar el equipamiento que contiene la información dubitada, por lo tanto deberá en el lugar del hecho efectuar la duplicación de la información contenida en su repositorio original. Esta tarea se deberá realizar de manera tal que la duplicación o copia generada preserve la validez de su contenido original. **Equipo encendido:** En el caso de que se deba acceder a un equipo encendido, se debe considerar la obtención de los datos en tiempo real y de los dispositivos de almacenamiento volátil. Los datos que se encuentran en el almacenamiento volátil muestran la actividad actual del sistema operativo y de las aplicaciones, como por ejemplo: procesos en el estado de ejecución, en el estado de listo o bloqueado, actividad de la impresora (estado, cola de impresión), conexiones de red activas, puertos abiertos, (puerto es una estructura a la que los procesos pueden enviar mensajes o de la que pueden extraer mensajes, para comunicarse entre sí, siempre está asociado a un proceso o aplicación, por consiguiente sólo puede recibir de un puerto un proceso, recursos compartidos, estado de los dispositivos como discos rígidos, disqueteras, cintas, unidades ópticas. Los datos volátiles están presentes en los registros de la unidad central de procesamiento del microprocesador, en la memoria caché, en la memoria RAM o en la memoria virtual. **Equipo apagado:** En el caso que el Perito Informático Forense efectúe la recolección de la evidencia a partir del equipo apagado, deberá previamente asegurarse que el dispositivo de inicio del equipo no se realice a través del disco rígido o dispositivo de almacenamiento secundario dubitado. Deberá utilizar dispositivos de arranque en el modo solo lectura, con herramientas informáticas forenses para realizar la detección, recolección y registro de indicios probatorios.

## 2.3 Procedimiento para el Resguardo de la Prueba y Preparación para su Traslado

1. Disponer, según sea el caso, las pruebas obtenidas en una zona despejada, para su posterior rotulado y registro. 2. Registrar en el formulario de registro de la evidencia cada uno de los elementos dubitados, acorde a lo especificado en dicho formulario y agregando cualquier otra información que considere pertinente el perito informático forense. 3. Proteger: a) en bolsas antiestáticas los elementos informáticos de almacenamiento secundario, registrando: Fecha y hora del secuestro, Tipo, Nro de serie del elemento si se puede obtener, Capacidad de almacenamiento, Apellido, Nombre, DNI y Firma del Perito Informático Forense, – Rótulos de Evidencia. b) en bolsas manufacturadas con filamentos de cobre y níquel para prevenir la interferencia de señales inalámbricas –celulares, gps, etc.- 4. Proteger con plástico y/o con bolsas estériles cualquier otro elemento que considere relevante el Perito Informático Forense y rotularlos con los datos pertinentes al elemento. 5. Elaborar el acta de secuestro acorde al formulario del Recibo de Efectos. 6. Colocar los elementos identificados y registrados en una caja o recipiente de traslado que asegure la suficiente rigidez, aislamiento térmico, electromagnético y protección para evitar daños accidentales en el traslado de los elementos probatorios. 7. Trasladar, en lo posible, los elementos secuestrados reunidos en un único recipiente, evitando la confusión, separación o pérdida durante su almacenamiento posterior.– Formulario Cadena de Custodia.

## 2.4 Traslado de la Evidencia de Informática Forense

El traslado de la evidencia tendrá como destino el Laboratorio de Informática Forense correspondiente al organismo establecido en la requisitoria pericial. La permanencia en este laboratorio puede ser temporal, pero será necesario mantener la cadena de custodia mientras la prueba sea analizada por las entidades involucradas. Formulario de responsables de la cadena de custodia: Acorde a la evolución del proceso judicial, la prueba podrá ser posteriormente entregada y resguardada en un lugar o destino específico para su

resguardo y depósito final. Es sumamente importante que la prueba documental informática no escape a las consideraciones generales que le aporta la criminalística en su sentido más amplio. Suele ocurrir que como la realización de la certificación por digesto matemático de los discos secuestrados (*hash*) *in situ*, es una tarea que insume mucho tiempo, se prefiere secuestrar los equipos, clausurarlos y dejar la tarea de validación y *hash*, para un momento posterior, generalmente en el laboratorio pericial. Sin embargo se suele preservar la prueba en las mismas condiciones en que fue encontrada en el momento de la recolección. Este criterio hace que al secuestrar equipos informáticos, se mantenga el disco conectado a su fuente de alimentación y a su cable de datos para “*no modificar la prueba y preservar las condiciones de secuestro*”. Sin embargo este es un error que pone en serio riesgo la integridad de los datos recolectados en el disco referido. En efecto si el aislamiento posterior del equipo con las correspondientes fajas de clausura, deja resquicios accesibles, cualquier persona de manera intencional o accidental podrá acceder al disco y modificar su contenido. La experiencia indica que muchas veces es posible incluso retirar el disco o acceder al mismo, sin romper las fajas de clausura oportunamente colocadas. De ahí que sea preferible abrir el gabinete y desconectar físicamente el disco (alimentación y datos), hecho que debe ser registrado en el acta de secuestro, lo que protegerá al mismo de accesos indeseados, hasta el momento de la ruptura formal de las fajas, para realizar las tareas técnico periciales encomendadas. Esta acción de apertura, debe ser ejecutada con todos los requisitos procesales debidos: acta de apertura, presencia de testigos, comprobación de integridad de las fajas de clausura y desconexión de los discos insertos en el gabinete, todo lo cual debe quedar registrado en un acta de apertura, que constituye la contrapartida del acta de secuestro. Al finalizar la labor pericial, debe desconectarse nuevamente el disco y dejar registro de esta circunstancia en el acta que corresponda (tareas periciales efectuadas, registro, comprobación, etc). Por ejemplo, cuando se secuestra un arma, se privilegia la seguridad, por sobre la protección de la prueba, se descarga y envían proyectiles, vainas y munición intacta, por separado para evitar accidentes, esto en nada afecta a la prueba. La misma atención se debe aplicar a la prueba documental informática resguardada en el disco, se debe privilegiar la protección de los datos, por sobre el mantenimiento de las condiciones de recolección a ultranza, basta con aclarar la acción efectuada, para que el Juez tenga conocimiento de lo ocurrido y su razón de ser técnica y procesal.

## 2.5 Formulario para la Cadena de Custodia

| <p><b>Iniciada por:</b> Estudio Pericial “El Azar”</p> <p><b>Solicitante:</b> Sr P I C, DNI 00.000.000</p> <p><b>Abogado:</b> A D (Tomo 00: Folio: 000)</p> <p><b>Tarea:</b> Recolección de prueba documental informática.</p> <p><b>Certificada por:</b> Escribano W F S (Registro N° 000)</p> <p><b>Realizada por:</b> Prof. Esp. Luis Enrique Arellano González (MP 5100 COPITEC)</p> <p><b>Lugar de recolección:</b> Empresa M y C, Av F L 000, CABA.</p> <p><b>Copia Digital N°:</b> 6.</p> <p><b>Contenido:</b> Archivo comprimido denominado <i>Recolección-P.zip</i></p> <p><b>Herramienta de certificación lógica mediante digesto matemático:</b> <i>QuickHash-Windows.exe</i> (SHA-1)</p> <p><b>Digesto matemático obtenido (Hash):</b> 9239E1597C6FD8C8DA6AEC7A28C5D1204C48194E (base hexadecimal)</p> <p><b>Certificación física:</b> Sobre inviolable, número ZZ 10 9732-</p> |                    |                  |                            |   |                                      |
|---|--------------------|------------------|----------------------------|---|--------------------------------------|
| Ubicación Actual  | Fecha de Recepción | Fecha de entrega | Estado del sobre           | Firma y aclaración de quien entrega     | Firma y aclaración de quien recibe   |
| Estudio pericial El Azar  | 13/Ago/2016        | 20/Ago/2016      | INTACTO/<br><b>ABIERTO</b> | Prof. Esp. LEAG<br>MP 5100<br>(COPITEC) | Abogado A D<br>(Tomo: 00 Folio: 000) |
| Estudio Jurídico M&D  | 20/Ago/2016        |                  | INTACTO/<br><b>ABIERTO</b> |   |                                      |
|   |                    |                  | INTACTO/<br><b>ABIERTO</b> |   |                                      |

### 3. CONCLUSION

La implementación de un sistema de cadena de custodia genérico, permite establecer relaciones de confianza entre las distintas disciplinas criminalísticas asegurando responsabilidad y trazabilidad mutuas e interactivas. Es decir permite determinar, sin lugar a dudas, quién es responsable de la misma en un momento dado y dónde se encontraba la prueba resguardada, en dicho momento. Respetado a ultranza establece principios rectores (**confiabilidad judicial de la prueba, que asegure la confidencialidad, autenticidad, autenticación, control de accesos, integridad, disponibilidad y no repudio de la misma**). Por lo tanto asegura la idoneidad de la prueba documental informática para actuar como soporte a la decisión judicial obligatoria en cierres: la sentencia. Por otra parte permite integrar inter y transdisciplinariamente, las acciones positivas de resguardo de evidencia judicial (prueba indiciaria), en una estructura coherente en aras de alcanzar una reconstrucción del hecho, científicamente soportada, con metodología criminalística, tecnología y técnica informáticas. Concepto limitante: La informática forense es a la informática lo que la medicina legal a la medicina.

El lugar del hecho virtual es al lugar del hecho, lo que la realidad virtual es a la realidad. Esto genera como limitación la necesidad obligatoria e ineludible de capacitar al perito en Criminalística y Derecho, con sus tiempos asociados.

### REFERENCIAS

- Albarracín, R, 1969. *Manual de Criminalística*. Editorial Policial. Buenos Aires, Argentina.
- Brezinski, D. Killalea, T., 2002. *Request for Comments: 3227 - Category: Best Current Practice. Guidelines for Evidence Collection and Archiving*. <https://www.ietf.org/rfc/rfc3227.txt>.
- Broen, C, 2006. *Computer Evidence Collection & Preservation*. Charles River Media. Massachussets, USA.
- Cano, D. y Lugo, D. 2009. *Auditoria Financiera Forense*. 3ra ed. Bogotá DC: ECOE Ediciones.
- Darahuge, M y Arellano González, L., 2011. *Manual de Informática Forense*. Errepar. Buenos Aires, Argentina.
- Darahuge, M y Arellano González, L. 2012. *Manual de Informática Forense II*. Errepar. Buenos Aires, Argentina.
- Darahuge, M y Arellano González, L. 2016. *Manual de Informática Forense III*. Errepar. Buenos Aires, Argentina.
- Darahuge, M y Arellano González, L, 2013. La naturaleza pericial de la informática Forense. *En Profesional&empresaria, D&G ERREIUS-ERREPAR*, Nº 170, Tomo XIV.
- Framarino, Nicolás., 2006. *Lógica de las pruebas*. Valletta Ediciones. Buenos Aires, Argentina.
- Ghersi, Carlos. et al, 2008. *La prueba pericial*. Ediciones Gowa. Buenos Aires, Argentina.
- Guzmán, Carlos., 2000. *Manual de Criminalística*. Ediciones La Rocca. Buenos Aires, Argentina.
- ISO/IEC 27037:2012 — Information technology — Security techniques — (s. f.). *Guidelines for identification, collection, acquisition, and preservation of digital evidence*. <http://www.iso27001security.com/html/27037.html>.
- ISO/IEC 27041 — Information technology — Security techniques — (s. f.). *Guidelines on assuring suitability and adequacy of incident investigative methods (FDIS)*. <http://www.iso27001security.com/html/27041.html>.
- ISO/IEC 27042 — Information technology — Security techniques — (s. f.). *Guidelines for the analysis and interpretation of digital evidence (DRAFT)*. <http://www.iso27001security.com/html/27042.html>.
- ISO/IEC 27043 — Information technology — Security techniques — (s. f.). *Incident investigation principles and processes (FINAL DRAFT)*. <http://www.iso27001security.com/html/27043.html>.
- ISO/IEC 27050 — Information technology — Security techniques — (s. f.). *Electronic discovery (DRAFT)*. <http://www.iso27001security.com/html/27050.html>.
- Medina, G y Maíz, M., 2008. *Derecho procesal civil para peritos*. 2da ed, actualizada. Rubinzal-Culzoni Editores. Buenos Aires, Argentina.
- Torres, S., 2014. *Nulidades en el proceso penal*. 6ta.,ed. Editorial Ad-hoc. Buenos Aires, Argentina.
- Smith, F y Gurley Bace, R., 2003. *A guide to Forensic Testimony. The art and practice of presenting testimony as an expert technical witness*. Addison Wesley, Boston, USA.
- Vacca, J, 2002. *Computer Forensic: Computer Crime Scene Investigation*. Charles River Media, Networking Series. USA
- Zajaczkowski, R., 2012. *Manual de criminalística*. Ediciones Dosyuna. Buenos Aires, Argentina.

# PROPOSTA DE UM *FRAMEWORK* ESTRATÉGICO PARA O PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE USABILIDADE

Daniela Gibertoni e Renan Augusto Carlucci

*Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga, Brasil*

## RESUMO

A tecnologia evoluiu permitindo ao homem a expansão de suas capacidades, transformando completamente sua interação com a máquina. Assim como o direito, que busca regulamentar as relações humanas deste mundo contemporâneo, é preciso assegurar que estas tecnologias também estejam harmonizadas, em sintonia com o homem. E para garantir esta harmonia, é importante assegurar que essa interação esteja de acordo com padrões que possam assegurar a usabilidade dos sistemas. Neste caso, é importante conhecer os aspectos relacionados ao assunto, tais como interação, usabilidade, usuários de forma a permitir a compreensão da relação entre estes. Foi por este motivo, realizada uma compreensiva análise dos estudos e pesquisas dos principais autores, para a elaboração de uma referência estratégica sobre o processo de avaliação. Oferecer o conteúdo de forma prática e esquematizada, abordando os principais aspectos do processo da avaliação, que busca garantir a usabilidade.

## PALAVRAS-CHAVE

Usabilidade. Avaliação de usabilidade. *Framework* estratégico

## 1. INTRODUCÃO

A tecnologia do cotidiano é resultado da revolução na forma como se interage com o mundo e aproximação de continentes e culturas transforma profundamente o desenvolvimento destas tecnologias. Neste novo contexto, o ser humano busca incessantemente satisfazer suas necessidades de forma cada vez mais rápida e prática. Foi assim com a sua própria evolução no aprimoramento das ferramentas utilizadas na garantia da própria sobrevivência. Hoje a situação é a mesma, mas ao invés do uso do pau e da pedra, utilizam-se o mouse, teclado e agora o dedo nas *telas touch screen* para as grandes novas conquistas.

Na maioria dos casos o homem nem imagina qual a tecnologia sob uma simples tela de celular. Ou melhor, quais as ciências ou engenharias envolvidas na pesquisa, desenvolvimento e produção daquele dispositivo. Tão pouco conhece a tecnologia embarcada no silício das placas internas ou como elas funcionam. A ele resta apenas interagir com a “coisa” e adequação desta interação é conhecida como usabilidade e é amplamente estudada pela Interação Humano-Computador (IHC, como será chamada no decorrer deste artigo). Esta ciência permite, por exemplo, que sistemas cotidianos de uso comum não sejam complexos como interfaces de aviões.

Diante deste contexto, fica evidenciada a necessidade de se harmonizar a relação entre homem e máquina, que ocorre através de uma interface. Por isso, os avaliadores da interação, são portanto, os responsáveis direta ou indiretamente não apenas pelas interfaces, mas principalmente por pessoas e suas relações com a máquina.

Diante desta “responsabilidade”, o presente trabalho tem por objetivo oferecer condições de aproximar a usabilidade dos avaliadores e permitir ainda, a difusão da importância e dos benefícios da avaliação. Para isto, foram abordados os principais conceitos que envolvem o tema, desde sua contextualização e trabalhos relacionados apresentados na sessão dois, e avaliação de usabilidade que está na sessão três. A partir desta análise teórica, foi elaborada uma estratégia do processo de avaliação, de forma a propor uma nova referência, um guia prático para a realização desta atividade. A estratégia desta proposta se baseia na elaboração de dois frameworks, que se complementam e permitem ao avaliador facilidade e praticidade na execução do processo avaliativo, no qual está apresentado na sessão quatro deste artigo.

## 2. USABILIDADE

Ao iniciar o tema é importante destacar que há na literatura distinção entre o termo usabilidade e *user experience* (experiência do usuário). Para Norman e Nielsen (2016), o conceito de experiência do usuário envolve um contexto além da interação e atinge uma relação com a empresa, seus produtos e serviços. Para eles, a experiência do usuário começa quando a empresa oferece uma solução que corresponde a exata necessidade do cliente. Em seguida, esta deve assegurar que seu produto seja ainda prazeroso de ter e usar. Ou seja, este termo se resume à alma da complexa relação entre um cliente e ou usuário e uma empresa e seus processos de engenharia, marketing, suporte, design gráfico e industrial e da interface.

Diante destes argumentos, pode-se concluir que a experiência do usuário vai além da interação. No caso de aparelhos celulares de marcas diferentes, considere que a maioria dos modelos permitem a realização de ligações telefônicas. No entanto, estes aparelhos proporcionam ao usuário, experiências que variam entre cada fabricante. Ou seja, apesar de atenderem ao requisito mínimo da usabilidade, que é permitir a satisfação de uma necessidade, possuem design, interfaces e todo um ecossistema “comercial” agregados. O mesmo acontece com veículos, que permitem aos seus motoristas a locomoção, e possuem experiências distintas, que também variam a cada fabricante.

No geral, a literatura associa a usabilidade à presença de atributos tais como: eficiência, eficácia, aprendizagem, memorização, satisfação, utilidade, segurança, acessibilidade e erro. Para Norman (1998), a usabilidade é invisível e se tudo corre bem com o sistema, ela não é notada. É possível constatar que a eficiência é um atributo importante. Rubin e Chisnell (2011) declaram que a eficiência pode nos casos de uma avaliação, representar medidas de tempo. Ou seja, é possível referenciar e determinar a quantidade de usuários que completaram a tarefa em um específico período de tempo. Para Nielsen (1994) no entanto, a eficiência surge após o momento em que o usuário aprendeu o design e a partir disso, é medido o tempo que ele necessita para concluir as tarefas.

Shneiderman et al (2004), aborda a eficiência de uma interface através de sensações positivas de sucesso, competência, habilidade e clareza dentre a comunidade de usuários. De forma interessante, ele cita que uma interface bem desenvolvida praticamente desaparece, permitindo total imersão do usuário no produto.

Quanto a norma NBR ISO 9241-11, a eficiência pode ser calculada sobre os recursos disponíveis: mental ou físico, temporal, material e financeiro. No contexto de um automóvel, considere a tarefa: entrar e avançar com o veículo. Quanto tempo um usuário/motorista leva para entrar em determinado veículo e avançar com o carro? O usuário pode destravar as portas remotamente ou pode fazê-lo mecanicamente, escolhendo a correta chave no molho. Há alguma forma de se encurtar as etapas necessárias à execução desta tarefa?

A eficácia por outro lado avalia se o sistema é capaz de se comportar conforme o esperado. Diante desta premissa, Rubin e Chisnell (2011) exemplificam a possibilidade de se mensurar a quantidade de usuários que conseguiram, na primeira tentativa, executar a/as tarefas. Ainda considerando o exemplo de um automóvel: é possível que o usuário consiga, na primeira tentativa, avançar com o veículo? Cabe, portanto, ressaltar que a eficiência está relacionada a eficácia. Ao se verificar a eficácia, é preciso mensurar sua eficiência.

Para a memorização, Preece, Rogers e Sharp (2013) descreve que a partir do aprendizado de uso do sistema, quão fácil é tornar a usá-lo após certo período de tempo. Para os autores, o vídeo cassete se encaixa neste contexto, pelo fato de que a maioria dos usuários não faz uso frequente de suas funções. Contudo, a memorização é resultado de outro atributo, a aprendizagem. Para Nielsen (1994) este atributo descreve se o usuário consegue, no primeiro contato com o sistema, aprender a utilizá-lo e operar suas tarefas básicas. Produtos interativos e relacionados ao cotidiano das pessoas precisam se adequar a este atributo, ou seja, fáceis de aprender. Há neste contexto a teoria dos dez minutos, mencionado por Preece, Rogers e Sharp (2013) e propõe que o usuário novato seja capaz de aprender a operar o sistema dentro deste período de tempo. Contudo, Rubin e Chisnell (2011) considera a memorização e a aprendizagem relacionadas e como partes da eficácia. Este mesmo autor defende sozinho o atributo da acessibilidade, que busca a usabilidade para pessoas com deficiências. Neste contexto o sistema deve estar apto a ser operado por pessoas com redução de capacidades motoras, visuais e cognitivas.

O outro aspecto isolado é a segurança, que para Preece, Rogers e Sharp (2013) representa a capacidade do sistema em proteger os usuários de situações desastrosas ou indesejadas. No caso, evitar por exemplo, que algum arquivo seja apagado erroneamente ao não manter a opção deletar pré-selecionada em uma tela de alerta. Ademais, suas pesquisas indicam que o sistema deve oferecer confiança aos usuários possibilitando com isto que sua interface seja explorada. Segundo o que escreve Nielsen (1994) este aspecto é similar ao

aspecto Erro, que no caso avalia ainda a severidade destes e quanto rápido o usuário consegue se recuperar de algum problema com o sistema.

A satisfação para Rubin e Chisnell (2011), remete aos sentimentos, percepções e opiniões do usuário sobre a interface. Sua avaliação pode ocorrer, segundo os autores, através de questionários escritos ou orais. Quanto ao critério da utilidade, os autores defendem que o sistema deve fornecer ao usuário exatamente o que ele precisa. Quanto maior o número de ferramentas ou opções desnecessárias disponíveis, maior será a chance do usuário esbarrar em algum dos outros atributos e comprometer a interação. O que faz algo usável é a ausência de frustração em sua interação, algo que permite ao usuário interagir com o sistema da forma como ele espera que ela ocorra. Para além dos atributos aqui apresentados, Bevan (2009a), descreve outras características para usabilidade no que refere as perspectivas dos stakeholders em qualidade de uso e também outros fatores para usabilidade e experiência do usuário. Após essa explanação, uma questão surge: como avaliar se o sistema possui usabilidade?

### 3. AVALIAÇÃO DE USABILIDADE

Ao realizar avaliação pela ótica de IHC, observa-se uma necessidade de buscar adequação da usabilidade uma vez que existem na literatura diversos procedimentos abordados por diversos autores. Esta sessão tem por objetivo viabilizar a compreensão do procedimento de avaliação em suas etapas principais. Em decorrência desta ampla variedade de autores e posicionamentos, na próxima sessão é apresentado um *framework* compilando e organizando os principais aspectos comuns à maioria deles. Assim como em uma receita, tem-se os ingredientes e o modo de preparo, neste caso o da avaliação da interação.

Para isso, o processo de avaliação está estratificado em etapas, seguindo a teoria *5WIH*, que é muito utilizada como ferramenta de estratégia na área de produção. Esta teoria propõe seis perguntas no qual as respostas servem como um guia: *what, why, when, where, who* e por último, *how*. Em sua tradução tem-se: o que, por que, quando, onde, quem e como, explicados em detalhes a seguir.

#### O que avaliar?

Para Barbosa e Silva (2010) responder a essa pergunta é identificar “quais os objetivos da avaliação, a quem eles interessam e por quê” Neste caso, tais objetivos, segundo os autores, compreendem quatro possibilidades: apropriação da tecnologia pelos usuários, ideias alternativas de usuários, conformidade com um padrão e problemas na interação e na interface. É possível destacar dos quatro itens, nem sempre uma avaliação ocorrerá unicamente por problemas na interação e na interface.

#### Por que avaliar?

O avaliador em alguns casos, assim como juízes de direito, são inertes e precisam ser provocados para atuarem. Se estes não participarem ativamente do processo de desenvolvimento do sistema, serão então requisitados para a análise deste, considerando alguns dos aspectos mencionados anteriormente. Com isso, tem-se que é fundamental que o avaliador esteja alinhado às necessidades do profissional ou da empresa que o requereu.

Barbosa e Silva (2010) comentam que “um sistema interativo deve ser avaliado sob a perspectiva de quem o concebe, de quem o constrói e de quem o utiliza”. Para Rubin e Chisnell (2011) esta resposta comprehende três aspectos a serem considerados, denominados de perspectivas da avaliação: aprimoramento do design, eliminar frustrações e problemas de design e aumentar a rentabilidade. Por outro lado, Preece, Rogers e Sharp (2013) argumentam a importância de esclarecer aos desenvolvedores que os usuários não são como eles e que estes, buscam inclusive, algo além da usabilidade. Ademais, garantir que os sistemas estejam adequados a padrões de design não assegura que estes estejam adequados aos padrões de usabilidade. Outra resposta a esta pergunta seria observar os atributos da usabilidade como objetivos, a fim de identificá-los no sistema.

#### Quando avaliar?

O procedimento de avaliação pode ser realizado em diferentes momentos do ciclo de desenvolvimento do sistema e pode também, ser realizado sobre um sistema novo ou uma atualização de algo já existente. A literatura comprehende alguns tipos de avaliação, que são discutidos entre os autores Preece, Rogers e Sharp (2013), Rubin e Chisnell (2011) e Barbosa e Silva (2010): a) avaliação somativa: realizado ao final do processo de elaboração do design; b) avaliação formativa (análítica): realizado no começo do ciclo de desenvolvimento, durante o esboço do design e; c) validação: realizado ao final do processo de desenvolvimento do sistema.

### **Onde avaliar?**

Barbosa e Silva (2010) se referem a este tópico considerando a coleta dos dados, ou seja, “onde coletar os dados da experiência de uso”. O contexto compreende fundamental importância, pois este pode afetar ou interferir diretamente no usuário e na execução da tarefa. Portanto, é imprescindível conhecer este contexto tanto para a correta adequação no desenvolvimento do sistema, quanto para sua posterior avaliação. Sob os argumentos destes autores, tem-se duas possibilidades onde a avaliação pode ocorrer. A primeira que é a avaliação em contexto, busca avaliar o usuário, o sistema e a interação no ambiente real de uso, permitindo capturar não só detalhes da sua interação, mas também fatores e aspectos que possam influenciar nas suas atitudes. E a segunda, avaliação em laboratório permite ao especialista conduzir o teste de forma a extrair informações técnicas bem precisas, relativas a experiência do usuário.

### **Quem avalia?**

Para realizar uma avaliação é imprescindível que exista um avaliador, no domínio dos métodos e técnicas a serem utilizadas. Quanto maior a experiência com avaliações melhor será o aproveitamento dos resultados. No entanto, existem diferentes métodos e várias técnicas, que tornaria dispendioso que alguém as dominasse em todas as suas complexidades.

Por outro lado, a presença do avaliador pode ser, dependendo do momento e da técnica utilizada, complementado com a participação do desenvolvedor e do designer (caso, no sistema, estes sejam pessoas diferentes). Como exemplo, a técnica do Percurso Pluralístico, o especialista se reúne junto ao desenvolvedor e os usuários para realizar a avaliação.

### **Como avaliar?**

O processo de avaliação requer respostas sólidas para as perguntas anteriores, pois são os pilares que sustentam o *continuum* do processo avaliativo. É fundamental que se assegure o cumprimento desta sequência lógica, como no exemplo análogo a seguir: *conhecer o paciente para então examiná-lo e medicá-lo*. Há na literatura, um guia ou *framework* muito conhecido, o DECIDE (*Decide, Explore, Choose, Identify, Decide e Evaluate*) elaborado por Preece, Rogers e Sharp (2013) que reúne parte dos questionamentos discutidos anteriormente. Este *framework* permite ao avaliador examinar a situação e remediá-la. Portanto, ele reafirma e acrescenta aspectos importantes à sequência utilizada neste artigo.

Cabe acrescentar, que o website usability.net, da autoria de Bevan (2009b), também oferece uma ferramenta valiosa para responder a pergunta deste tópico. Há neste sítio uma tabela dinâmica que permite ao usuário interagir com três critérios: *limited time/resources* (recurso e tempo limitados); *no direct access to users* (sem acesso direto aos usuários) e *limited skills/expertise* (habilidades e experiências limitadas). Conforme a opção selecionada, a tabela identifica na etapa (ciclo de vida do sistema), o correto método a ser utilizado. É importante ressaltar que esta ferramenta pode ainda complementar a questão do tópico quando avaliar. Uma ressalva importante a ser feita é que existe na literatura algumas variações sobre a avaliação e a adequação de métodos e técnicas. Por este motivo, estes não serão aprofundados de forma a garantir que o objetivo deste trabalho não seja interferido: reunir e organizar o principal conteúdo de forma que este componha uma nova referência estratégica de avaliação.

## **3.1 Métodos e Técnicas de Avaliação**

O foco desta sessão é agrupar as técnicas disponíveis na literatura, de acordo com a descrição feita por Barbosa e Silva (2010), referente aos três tipos possíveis de métodos de avaliação: Investigação, Inspeção e Observação. Uma ressalva importante a ser feita, é que as técnicas aqui descritas são em suma, comuns à maioria dos grandes autores como poderá ser visualizado.

### **3.1.1 Investigação**

A investigação é um método de avaliação que permite extrair dos usuários, informações referentes às opiniões, pensamentos e expectativas. Ou seja, é uma abstração das sensações e emoções do usuário diante de uma interface, na sua interação. As principais técnicas relacionadas a este método são: entrevistas, questionários, grupos de foco, *brainstorming*, classificação de cartões e estudos de campo e investigação contextual.

### 3.1.2 Inspeção

Para autores como Nielsen (1994) e Shneiderman et al (2004), este método permite ao avaliador inspecionar a interface em busca de problemas de usabilidade, oferecendo com isso, a oportunidade de corrigi-los em tempo hábil. Barbosa e Silva (2010) menciona que este método requer que o avaliador se coloque no lugar do usuário com determinado perfil. São seis as técnicas associadas a este método: a) Avaliação Heurística: é um método de avaliação proposto por Nielsen (1994) e que utiliza uma relação de 10 diretrizes relacionadas a 5 graus de severidade; b) Oito regras de ouro proposto por Shneiderman et al (2004), onde este método comprehende a avaliação e adequação da usabilidade, considerando o uso dessas oito regras. Conforme menciona o autor, necessitam de validação e aprimoramento para designs específicos; c) Percorso cognitivo simula a interação do usuário com o sistema assegurando que aquele será capaz de resolver os problemas utilizando-se de suas próprias memórias e objetivos. Pode ser realizada por um ou mais avaliadores, buscando avaliar o aprendizado e a facilidade de uso; d) Percorso pluralístico: técnica no qual usuários, desenvolvedores e analistas de usabilidade buscam por problemas de usabilidade em determinadas tarefas. O sistema é apresentado em cartazes da mesma forma que apareceriam na interface real, e os usuários representativos interagem com estas placas ou cartazes; e) Inspeção Semiótica: segundo Barbosa e Silva (2010), avalia a comunicabilidade de uma solução de IHC por meio de inspeção; avalia a qualidade da emissão da metacomunicação do designer codificada na interface e não é necessário envolver usuários nessa avaliação; f) Análise de tarefas – listas de verificação: essa técnica monitora e analisa o usuário no processo cognitivo, para a realização de tarefas específicas, acompanhando ainda o fluxo da informação dentro do sistema. Esse acompanhamento da informação permite que, a partir das tarefas, o sistema possa ser reestruturado.

### 3.1.3 Observação

Para Prates e Barbosa (2003), a observação ocorre para complementar a deficiência que alguns usuários podem ter em expressar sua experiência de uso. Conforme esclarece Bevan (2009b), este método requer do investigador o monitoramento dos usuários na execução de tarefas, registrando esta interação. Neste caso, o investigador pode ou não estar presente, sendo que em sua ausência, haverá monitoramento por vídeo. Para Barbosa e Silva (2010), este método permite a identificação de dados técnicos mais ricos sobre a interação do usuário. As técnicas relativas a este método são quatro: a) estudo de campo, que comprehende observar o usuário em laboratório ou em seu contexto natural de interação; b) teste de usabilidade, que busca avaliar a performance da interação com a interface utilizando-se de usuários representativos (o teste é totalmente controlado pelo avaliador); c) prototipação em papel, no qual permite que protótipos em papel sejam avaliados para esclarecer os requerimentos e habilitar as interações de design e; d) avaliação de comunicabilidade: baseado na teoria da inspeção semiótica, esta técnica busca avaliar a comunicabilidade do sistema ao transmitir de forma eficaz e eficiente as intenções e princípios envolvidos no sistema.

## 4. PROPOSTA DOS FRAMEWORKS

Conforme observado, tem-se que o avaliador deve “fotografar” a situação, “revelar” os detalhes e então agir sobre eles. Desta forma, é assegurado ao especialista, poupar tempo e recursos, pois nesta sequência é possível filtrar e adequar o rumo da avaliação. Como foi observado, a usabilidade é dentro de IHC um termo que pode facilmente complicar a avaliação e prejudicar seus objetivos, caso este profissional decida partir de ou “pular” alguma das etapas importantes. É certo que uma decisão como esta pode comprometer os resultados e retardar ou prejudicar uma necessidade muitas vezes urgente.

De forma a organizar e atender ao objetivo proposto e permitir que este possa complementar o entendimento, a Figura 1 contém o primeiro de dois *frameworks* elaborados. Este organiza o conteúdo discutido nas sessões anteriores de forma a atender o objetivo principal deste trabalho, que é oferecer uma nova estratégia para agir sobre o processo de avaliação. Ou seja, este primeiro *framework* atua como um “mapa”, reunindo os principais aspectos da avaliação da usabilidade, no caso, as “respostas” às cinco perguntas previamente abordadas: o que, por que, quando, onde e como. Esta ilustração portanto, oferece um “ponto de partida” para o processo avaliativo.

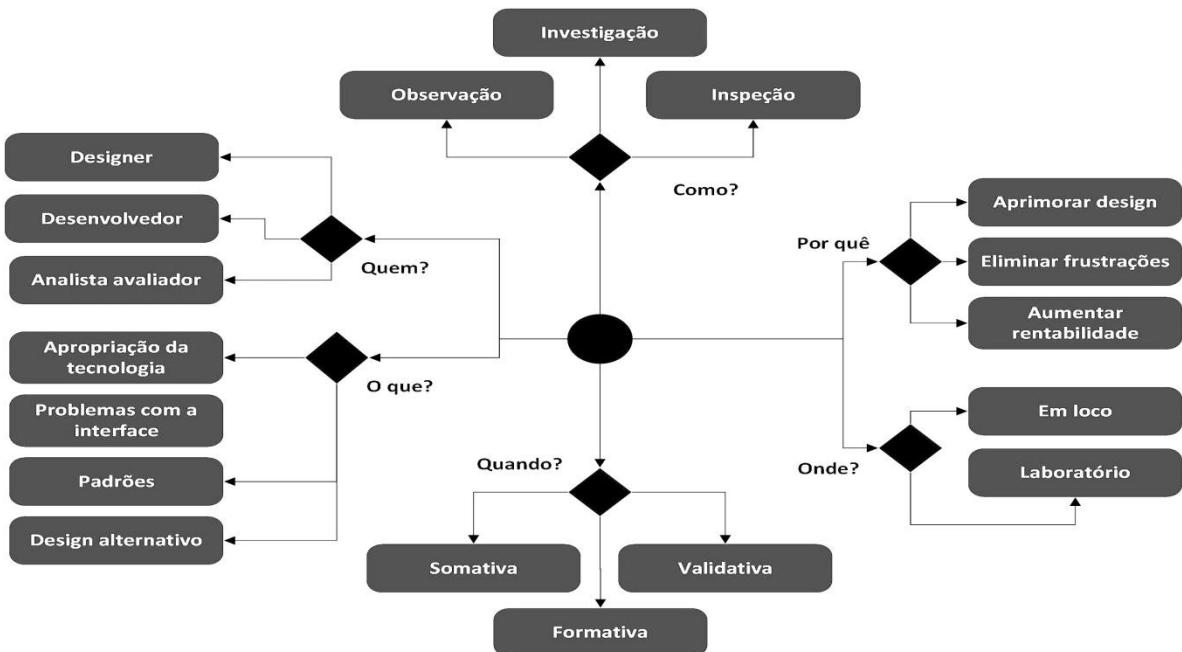


Figura 1. Framework estratégico do processo de avaliação

A literatura em sua mais complexa divergência acaba por confundir o conteúdo que está longe de ser deslumbrante como um arco-íris, mas por outro lado, não é bem uma tempestade. Por mais que se escreva e descreva, as palavras tendem a embaralhar o sentido para aquele que não está familiarizado com o tema. Os autores aqui citados, partem de contextos, momentos, e ideias diferentes, que convergem para um mesmo destino: a IHC. Barbosa e Silva (2010) em seu excelente livro, procurou abordar e discutir muitos detalhes previamente mencionados por grandes autores como Nielsen (1994), Bevan (2009b), Preece, Rogers e Sharp (2013). Não que estes sejam os únicos grandes autores, mas estão na vanguarda do *know-how* da usabilidade. Nielsen (1994) por exemplo, é autor da mencionada Heurística, que está presente em basicamente qualquer literatura. Preece, Rogers e Sharp (2013), como se observou, desenvolveram um *framework* muito famoso que também é mencionado amplamente.

Foram e são muitas as contribuições que permitiram um avanço significativo na forma como o ser humano interage com a máquina. Por este motivo, este trabalho busca respaldo na literatura para oferecer condições de compreender o processo da realização de uma avaliação de usabilidade. É evidente que o aprofundamento do conhecimento permitirá um refinamento na utilização dos métodos, técnicas e o consequente domínio do processo avaliativo. São muitos detalhes que tornariam o trabalho extremamente profundo e com isso, inviabilizaria a intensão de se oferecer algo prático.

A Figura 2, corresponde ao *framework* que representa esta estratégia de ação sobre o processo de avaliação, elaborado na forma de um diagrama, que foi baseado na tabela de métodos do trabalho de Barbosa e Silva (2010), no *framework* DECIDE, elaborado por Preece, Rogers e Sharp (2013), na completa literatura de Nielsen (1994), e nas inúmeras contribuições de Bevan (2009b) e Norman (2015), Norman (1998).

O conteúdo do *framework* anterior, combinado ao conteúdo deste busca permitir ao avaliador um roteiro embasado em teoria sólida que permita promover a usabilidade em qualquer sistema sobre qualquer contexto ou circunstância.

As tonalidades das cores, neste *framework* são importantes apenas para os métodos e variam conforme a aderência destes. Ou seja, no caso dos objetivos, ao defini-lo como na Figura 1, esta permite que o avaliador responda a perguntas iniciais, importantes, que fundamentam e revelam aspectos importantes a serem considerados para o início do “Apropriação da tecnologia”, por exemplo, tem-se a possibilidade de alguns métodos. No caso, o tom mais escuro para estes métodos, representa maior aderência deste ao objetivo e com isso, tem-se que aquele método é mais adequado a ser utilizado. O mesmo ocorre na fase do desenvolvimento, sendo ele formativo, somativo ou validativo.

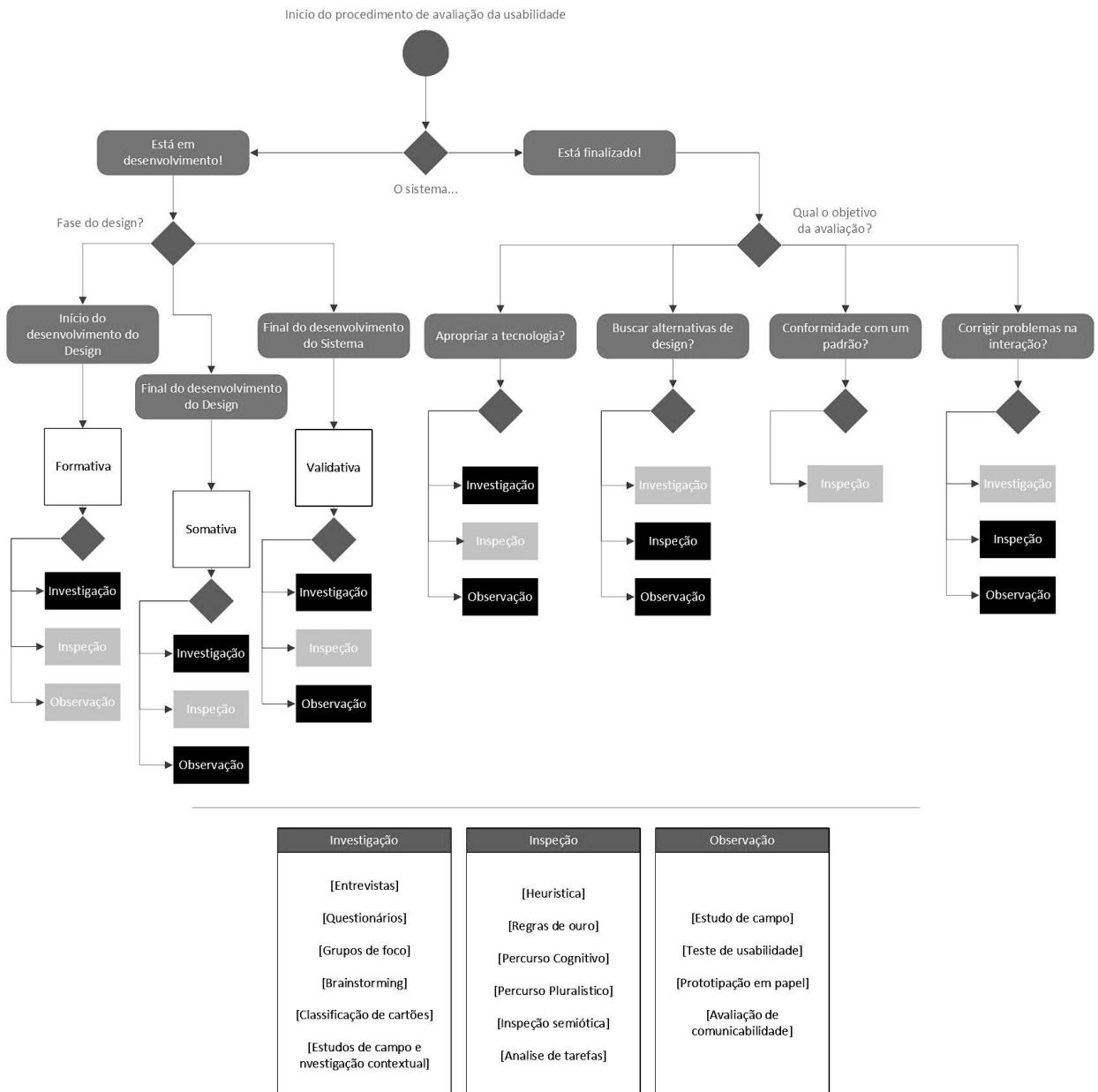


Figura 2. Framework estratégico de usabilidade

Este segundo *framework*, em conjunto com o primeiro, permite ao avaliador orientar o rumo da avaliação. Ou seja, na Figura 1, esta permite que o avaliador responda a perguntas iniciais, importantes, que fundamentam e revelam aspectos importantes a serem considerados para o início do processo avaliativo. Nesta Figura 2, é permitido ao avaliador dar novos passos rumo ao processo de avaliação em si. Este *framework* contém as principais “rotas” e os possíveis destinos.

Como exemplo, caso o avaliador seja convidado a avaliar a interação de um sistema já finalizado, saberá ele, que das quatro situações (apropriar tecnologia, alternativas de design, conformidade com padrão e problemas de interação) há métodos e técnicas que são adequadas a cada uma delas. Isto pode permitir um melhor aproveitamento de recursos, quanto ao processo de avaliação, e garantir resultados mais precisos. Analogamente, é como se o médico realizasse no primeiro *framework*, o diagnóstico, e no segundo aplicasse o medicamento exato. Não é concebível imaginar que um médico atue por “tentativa e erro” e esses *frameworks*, na usabilidade buscam eliminar as redundâncias da literatura, permitindo que o avaliador siga o processo lógico com o menor número de desvios possíveis.

## 5. CONCLUSÃO

Diante do exposto ficou assegurada a importância da harmonia na relação entre homem e máquina. Essa harmonia se revela na usabilidade que o sistema apresenta através de sua interface. Pode-se, portanto, concluir que esta área é deveras necessária como promotora do equilíbrio de relações entre pessoas e sistemas.

Ficou também observado que este é um assunto amplo e complexo, repleto de detalhes relativos aos diferentes autores e suas obras. Suas nomenclaturas e definições, por exemplo, variam e acabam por resultar em possíveis confusões teóricas, levando o leitor a conclusões precipitadas e divergentes. Pode-se ainda afirmar que diante do objetivo do trabalho, que é facilitar o processo de avaliação de usabilidade de forma estratégica, uma literatura ampla é valiosa quanto a quantidade de conteúdo disponível, porém esta maior disponibilidade de conhecimento acaba por permitir interpretações confusas por avaliadores iniciantes. Cabe aqui, portanto, propor para um trabalho futuro, a validação dos *frameworks* construídos para que possa ser verificada sua eficácia e eficiência na aplicação por avaliadores iniciantes neste processo (não para avaliadores experientes). Outro aspecto não tratado neste artigo é avaliação de usabilidade referente aos dispositivos móveis.

Os *frameworks* possuem o diferencial de reunir e oferecer uma “rota” visual, na analogia a um mapa, de como o avaliador deve se orientar do começo ao fim do processo de avaliação. Ao usar este guia, o analista avaliador, pode então buscar o complemento detalhado e específico do contexto, na literatura, sem que este se acabe por consumir mais tempo na teoria, do que na própria prática. Ou seja, estes *frameworks* oferecem um atalho para o processo de avaliação, ao permitir um conteúdo prático e fácil. Contudo, é importante ressaltar mais uma vez a necessidade de estudos futuros sobre eficácia, eficiência ou até mesmo a aplicabilidade destes *frameworks*.

## REFERÊNCIAS

- Barbosa, S. D. J. and. Silva, B. S., 2010. *Interação Humano-Computador*. Elsevier, Rio de Janeiro, Brasil.
- Bevan, N., 2009a. Extend quality in use to provide a framework for usability measurement. *Proceedings of HCI International*. San Diego, California, USA.
- Bevan, N., 2009b. What is the difference between the purpose of usability and user experience evaluation methods. *Proceedings of the Workshop Uxem ('09)*. Uppsala, Sweden.
- Barbosa, S. D. J. and. Silva, B. S., 2010. *Interação Humano-Computador*. Elsevier, Rio de Janeiro, Brasil.
- International Organization for Standardization. 1998. ISO 9241-11.
- Maguire, M., 2001. Context of Use within usability activities. In *International Journal Human-Computer Studies*, Vol. 55, No. 4, pp 453-483.
- Nielsen, J., 1994. *Usability Engineering*. Academic Press.
- Norman, D. and Nielsen, J. NN/g Nielsen Norman Group: The Definition of User Experience. Retrieved September 01, 2016 from <http://goo.gl/u4wF4d>.
- Norman, D. UCSDCSE: Affordance, Conventions and Design. Retrieved August 5, 2016 from <http://goo.gl/12c84x>
- Norman, D., 1998. *The invisible computer: why good products can fail, the personal computer is so complex, and information appliances are the solution*. Mit Press.
- Prates, R. O. and Barbosa, S. D. J., 2003. Avaliação de Interfaces de Usuário - Conceitos e Métodos. *Jornada de Atualização em Informática do XIX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*. Capítulo 6.
- Preece, J. and Rogers, Y. and Sharp, H. 2002. *Design de Interação – além da interação humano-computador*. Bookman, Porto Alegre, Brasil.
- Rubin, J. and Chisnell, D., 2011. *Handbook of Usability Testing: How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests*. John Wiley & Sons.
- Shneiderman, B. et al, 2004. *Designing the user interface: strategies for effective Human-Computer Interaction*. Addison Wesley.

# DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO WEB POR MEIO DE LEAN STARTUP E UX DESIGN

Pablo Wiggert Ferreira Zaniolo e Daniela Gibertoni

*Faculdade de Tecnologia de Taquaritingal, Brasil*

## RESUMO

O termo Lean Startup, cunhado por Eric Ries, refere-se à um método que propõe minimizar desperdício de tempo, custo ou recurso para se chegar a uma qualidade maior em produtos, considerado neste artigo, produtos web. Já a experiência do usuário, ou simplesmente UX, tem como objetivo englobar todos os componentes que envolvem a experiência do usuário com um produto ou empresa. Neste contexto, este artigo tem como objetivo apresentar uma visão ampla da integração de processos de negócio (Lean Startup) em conjunto do desenvolvimento de software ágil e discutir sobre a adoção de conceitos de usabilidade em produtos mínimos viáveis, denominados apenas como MVP, para um aprendizado consistente que converta em um aumento na cadeia de valor como resultado final. Essa discussão se tornou possível através da apresentação do caso do desenvolvimento de um produto web, denominado de Área Pet.

## PALAVRAS-CHAVE

Lean Startup, UX Design, Usabilidade, Desenvolvimento ágil, Produto web

## 1. INTRODUÇÃO

A busca por inovação de empresas consolidadas e o “boom” de startups iniciado nos últimos anos, fez com que os processos de desenvolvimento de software também evoluíssem. Com a desmistificação e adoção constante de metodologias ágeis, as entregas no ciclo de desenvolvimento de um produto ficaram cada vez mais dinâmicas. Um dos fatores que contribuiu para que esse cenário fosse possível, é o uso de metodologias ágeis também em áreas externas à tecnologia.

O conceito de Lean Startup, desenvolvido por Eric Ries, autor do livro “The Lean Startup”, é um dos maiores exemplos disso. Esse conceito faz o uso de um aprendizado constante, baseado no uso em que os usuários fazem do sistema, garantindo um processo de tomada de decisão maior e metrificado. Para o autor, tais processos em conjunto, garantem a entrega de um produto com muito mais valor em um ciclo de desenvolvimento ágil, testável e confiável. Para Blank e Dorf (2012), essa metodologia também combina velocidade, iterações e técnicas de desenvolvimento ágil.

Blank (2013) afirma que a Lean Startup reduz o risco na abertura de novos negócios, ao ser comparado com a abordagem tradicional. Assim, se torna uma metodologia que tem potencial para aumentar a taxa de sucesso de novos empreendimentos e, consequentemente, aumentar a quantidade de inovação produzida e o retorno dos investidores.

Mesmo sendo um assunto constante entre empreendedores e investidores, são escassos os estudos acadêmicos que analisam Lean Startup, podendo ser considerada uma variante das metodologias ágeis, apesar de startups estarem convergindo cada vez mais para o uso dessa recente metodologia. Em conjunto com desenvolvimento ágil é mais escasso ainda (GIARDINO e PATERNOSTER, 2012).

Outro fator preponderante ao projetar um produto web está relacionado ao termo UX (eXperiência do Usuário) e sua recente área de atuação como parte fundamental na concepção de um produto num mercado concorrido. Assim, as empresas precisam atender cada vez mais as exigências em relação à extrema qualidade e satisfação que os produtos devem proporcionar aos seus compradores nas diversas etapas da experiência de consumo – leia-se aqui, experiência de uso. Portanto, para Lowdermilk (2013), os usuários esperam ter uma experiência marcante com os produtos dos quais interagem, já que grande parte deles os ajuda a alcançar seus objetivos.

Diante do exposto, o desafio aqui proposto, é apresentar uma visão ampla da integração de processos de negócio (Lean Startup) em conjunto do desenvolvimento de software e discutir sobre a adoção de conceitos de usabilidade em produtos mínimos viáveis, denominados apenas como MVP, para um aprendizado consistente que converta em um aumento na cadeia de valor como resultado final. Essa discussão se tornou possível através da apresentação do caso de desenvolvimento de um produto web, denominado de Área Pet.

Desta forma, a sessão dois deste artigo apresenta a contextualização teórica sobre UX Design e mais especificamente sobre ergodesign e usabilidade ao tratar sobre questões de qualidade de interação de sistemas e Lean Startup. Na sessão três é descrito em detalhes os passos para a concepção e criação do produto web, denominado Área Pet.

## 2. CONTEXTO TEÓRICO – UX DESIGN E LEAN STARTUP

Muitos dos problemas enfrentados pelos usuários no uso de sistemas ocorrem porque o projeto destas interfaces não é realizado de maneira centrada nos seus usuários, ou seja, não leva em consideração as características das pessoas que irão utilizar as mesmas, nem os seus objetivos ou necessidades. Em muitos casos, não é evidente quais são essas necessidades. Neste contexto, usabilidade e ergodesign trazem subsídios para contemplar essas necessidades, o que pode ser visto no item 2.1. Quando se trata em criar um negócio para atender uma alta demanda de potenciais clientes e não se sabe ao certo o que é desejável, é vital utilizar métodos para minimizar os desperdícios de tempo e recursos financeiros, o que é apresentado no item 2.2.

### 2.1 UX Design – Ergodesign e Usabilidade

Para Garrett (2011), UX consiste na prática de se atentar às necessidades e desejos dos usuários em todas as etapas do desenvolvimento de um produto. O mesmo autor acrescenta ainda que UX está relacionado ao funcionamento externo de um produto, momento em que ocorre a interação com o usuário, e não ao funcionamento interno do mesmo. Assim, pode-se dizer que uma das disciplinas que compõem o amplo leque UX é Design de Intereração (que neste artigo é abordado o ergodesign) e Intereração Humano-Computador (neste artigo foi abordado Usabilidade).

Deste modo, o termo Ergodesign refere-se a sinergia entre Ergonomia e Design. Segundo Grandjean (1984), “se uma aplicação dos princípios da Ergonomia ao processo de Design é implementada, o resultado deve ser um produto atrativo e também amigável”. Já para Yap et al. (1997), Ergodesign é a sinergia de focos teóricos e práticos de ambas disciplinas. Com isso, é comum que conforme os sistemas se tornam mais complexos, é mais difícil encontrar diferenças entre ambas. Portanto, o Ergodesign busca unir atributos humanos e sistêmicos simultaneamente com o conceito e desenvolvimento do design.

A norma ISO 9241-11, define a usabilidade como: a efetividade, a eficiência e a satisfação com que usuários específicos atingem objetivos específicos em ambientes particulares. Santos (2000) entende a usabilidade como a “capacidade, em termos funcionais, humanos, de um sistema ser usado facilmente e com eficiência pelo usuário”. Já para Bevan (1995) usabilidade é o termo usado para descrever a qualidade da interação dos usuários com uma determinada interface. Considera-se que a interface tem um problema de usabilidade se um determinado usuário ou um grupo de usuários encontra dificuldades para realizar uma tarefa com a interface. Tais dificuldades podem ter origens variadas e ocasionar perda de dados, diminuição da produtividade e mesmo a total rejeição do software por parte dos usuários.

A usabilidade na rede mundial de computadores une-se aos estudos da Intereração Humano-Computador (IHC) e seu foco principal é a interação dos usuários com websites e sistemas web. Suas interfaces devem ser desenvolvidas, de modo que garantam a qualidade e a eficiência de um sítio. Desta forma, usabilidade é um termo usado para descrever a qualidade da interação dos usuários com uma determinada interface (BEVAN, 1998). Esta qualidade, segundo Souza et al (1999), está associada a alguns princípios e fatores, tais como: facilidade de aprendizado do sistema, facilidade de uso, satisfação do usuário, flexibilidade e produtividade.

Para os mesmos autores, muitas vezes, o designer deve identificar quais destes fatores tem prioridade sobre quais outros, uma vez que dificilmente se consegue alcançar todas de forma equivalente. As decisões do projetista determinam a forma de interação entre usuários e sistema.

Winckler (2001) afirma que “a satisfação é um critério importante, mas não o único para determinação da qualidade da aplicação. Mas esse é um critério final para que o usuário adquira um software ou visite regularmente um site”.

Quando todas as partes envolvidas de um sistema são bem projetadas, a dificuldade em operá-lo desaparece, permitindo que o usuário tenha facilidade em concentrar-se em seu trabalho. Assim, Shneiderman (1992) descreve que a importância do desenvolvimento de boas interfaces é implícita da seguinte maneira:

- Pesquisas mostram que refazer um projeto de interface homem-computador pode proporcionar uma substancial diferença no tempo de aprendizado, na velocidade de execução, na taxa de erro e na satisfação do usuário;
- Projetistas da área comercial reconhecem que os sistemas que são fáceis de serem usados geram uma margem competitiva na recuperação da informação, automação de escritório e computação pessoal;
- Programadores e equipes de controle de qualidade estão mais atentos e cuidadosos com relação aos itens de implementação, que garantam interfaces de alta qualidade;
- Gerentes de centros de computação estão trabalhando no sentido de desenvolver regras que garantam recursos de software e hardware que resultem em serviços de alta qualidade para seus usuários.

Ergodesign e usabilidade são complementares, pois são responsáveis por apontar relações da interação humano-computador, que são premissas do Ergodesign que tem como objetivo unir função e design para garantir que a experiência do usuário seja adequada.

## 2.2 Lean Startup

Lean Startup é o modelo desenvolvido por Eric Ries, um empreendedor do Vale do Silício. Ries (2011) identificou que, em sua primeira aventura empreendedora, a equipe gastou muito tempo, recursos e esforços, para desenvolver uma solução que era muito interessante conceitualmente, mas na prática não foi adotada pelo público alvo. A equipe era muito boa, mas não conseguia identificar as reais necessidades de seus clientes e acabavam criando funcionalidades que não tinham valor real para seus usuários.

Ries (2011) sustenta que, como o risco e incerteza são inerentes ao cenário do lançamento de produtos, o principal fator para o sucesso da iniciativa é acelerar ao máximo o momento de aprendizagem, em que é possível coletar *feedback* real dos usuários, principal forma de se reduzir a incerteza acerca do processo de inovação, para entender realmente o que os usuários entendem como valor.

Este método proposto por Ries (2011), é um ciclo de três etapas: construir, mensurar e aprender, conforme a Figura 1. Assim, o ciclo de desenvolvimento passa a ser uma espiral, em que cada iteração o produto é construído, testado pelos usuários e validado através de métricas específicas, que serão os *feedbacks* responsáveis por determinar o que o usuário entende como valor, e assim evoluir o produto, entrando novamente no ciclo.

Basicamente o ciclo da Figura 1 funciona da seguinte forma: Premissas a serem validadas são levantadas. O produto é desenvolvido e mensurado para validação das premissas definidas anteriormente. Com os dados disponíveis, são obtidos os *feedbacks*. A partir desse processo, a tomada de decisão fica mais clara e o processo de implementação de novas funcionalidades é mais rápido devido aos *feedbacks* serem constantes.

Para os autores Blank (2006), Furr e Ahlstrom (2011) e o já citado Ries (2011) existem alguns princípios que norteiam sua operacionalização:

- a) Aprendizagem validada – para Ries (2012), é um método rigoroso (sistematico e por meio de testes e indicadores) para demonstrar aos empreendedores sua evolução quando esses estão em ambientes de extrema incerteza. Demonstra empiricamente que uma equipe descobriu verdades valiosas para o presente e futuro da empresa de maneira rápida e concreta; proporciona uma visão real sobre o que os clientes querem, possibilitando a construção de um produto mínimo viável, o qual será explicado a seguir;

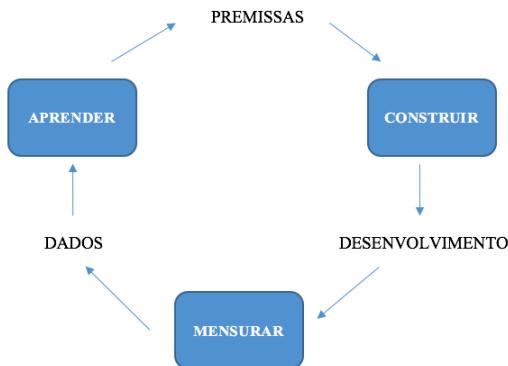


Figura 1. Ciclo de Desenvolvimento Lean Startup (Fonte: Ries, 2011)

Para os autores Blank (2006), Furr e Ahlstrom (2011) e o já citado Ries (2011) existem alguns princípios que norteiam sua operacionalização:

- b) Aprendizagem validada – para Ries (2012), é um método rigoroso (sistemático e por meio de testes e indicadores) para demonstrar aos empreendedores sua evolução quando esses estão em ambientes de extrema incerteza. Demonstra empiricamente que uma equipe descobriu verdades valiosas para o presente e futuro da empresa de maneira rápida e concreta; proporciona uma visão real sobre o que os clientes querem, possibilitando a construção de um produto mínimo viável, o qual será explicado a seguir;
- c) Saia do prédio – Segundo Blank (2006), para que se possam testar hipóteses, é necessário que os empreendedores saiam de seus escritórios, saiam do prédio e busquem conversar com os clientes nas ruas ou onde eles estiverem e isso deve ser feito o quanto antes. Dessa forma, a empresa seria capaz de descobrir os problemas dos clientes, o que eles desejam e se seu produto resolveria o problema deles;
- d) Pivatar – caso se descubra, após interações e testes com os clientes, que determinadas hipóteses elaboradas pela equipe estejam infundadas ou determinada estratégia adotada pela empresa os leve a caminhos opostos a seus objetivos, muda-se de direção, isto é, faz-se um pivô (BOSCH et al., 2013). Existem diferentes tipos de pivôs como pivô de segmento de clientes, pivô de tecnologia, pivô de canal, dentre outros;
- e) Produto Mínimo Viável (Minimum Value Product - MVP) – conforme Ries (2011), MVP é uma versão do produto simplificada, com o mínimo de esforço e tempo de fabricação que possibilita o funcionamento do processo Construir-Medir-Aprender. A partir disso, a empresa é capaz de mostrar o valor de seu produto aos clientes, validar suas hipóteses, colher *feedbacks* e, realizar suas modificações e melhorias tanto no produto como no modelo de negócio praticado;
- f) Evitar escala prematura – uma startup deve evitar começar a gastar seu capital com crescimento, por exemplo, contratação de vendedores, gastos com marketing, dentre outros antes de encontrar o produto/mercado correto que esteja em linha com seus objetivos;
- g) Rápidas Iterações – na Lean Startup são feitas iterações rapidamente de forma a girar o ciclo Construir-Medir-Aprender o mais veloz possível, mantendo a qualidade. Dessa forma, chega-se mais rápido a um produto que se encaixe às necessidades do mercado, fator de sobrevivência de uma empresa.

O conceito de Produto Mínimo Viável (MVP) tem sido usado em diversas vertentes e principalmente no desenvolvimento de software e validação de novos negócios. É comum existir certa dificuldade em distinguir os conceitos de prototipagem e MVP.

Para Pressman (2011) a prototipagem é adequada quando o cliente define um conjunto de objetivos gerais para o software, mas não identifica requisitos de entrada, processamento e saída com detalhes. E o desenvolvedor, por sua vez, não tem certeza da eficiência de um algoritmo e da forma da interação humano-computador.

Já para Kaufman (2015) “um protótipo é uma representação inicial de como será sua oferta. Pode ser um modelo físico, um modelo em um computador, um diagrama, um fluxograma ou uma página de papel que descreve os principais benefícios e as características”.

Para Toledo (2013) “um produto mínimo viável é o termo utilizado para definir o mínimo de recursos que você precisa ter em seu produto para que ele possa ser comercializado”.

De acordo com Blank (2012), o desenvolvimento de clientes possui 14 princípios que são denominados *Customer Development Manifesto*. Esses princípios foram utilizados como base para a concepção da metodologia do produto web Área Pet, sendo que o segundo princípio foi o norteador, ou seja: combinar desenvolvimento de cliente com desenvolvimento ágil de software não surtirá efeito se o time de desenvolvimento de produto não conseguir iterar com velocidade e agilidade. Uma startup que adota metodologias ágeis de desenvolvimento é projetada para continuamente capturar as entradas dos clientes e entregar um produto que interage facilmente em torno do MVP.

Apresentado os conceitos, foi elaborado uma questão de pesquisa: pode a usabilidade e a abordagem utilizada para prototipagem, interferir diretamente no processo de aprendizagem proposto por Eric Ries, principalmente no desenvolvimento de MVP’s, onde normalmente o sistema não é maduro o suficiente? A resposta a esta questão emergirá da apresentação do desenvolvimento do produto web Área Pet, próximo item deste artigo.

### 3. DESENVOLVENDO UM PRODUTO WEB – ÁREA PET

Em 2015, foi dado o início do desenvolvimento do projeto, chamado Área Pet, uma plataforma *marketplace* que integra clientes e prestadores de serviços pet (no Brasil, o termo pet é comum para designar animais; no caso deste projeto é para cães e gatos). É um sistema bastante complexo, pois envolve muitos riscos de negócio e fraudes.

A equipe foi composta por três pessoas e uma das dificuldades eminentes foi a adoção do método Lean Startup. Isto pelo fato de que os membros estavam preocupados (naquela ocasião) com questões de funcionalidades técnicas do produto, ou seja, questões puramente típicas de Engenharia de Software. Ao optar por utilizar a metodologia proposta por Ries (Lean Startup) para a validação do modelo de negócio, foi decidido também por adotar a metodologia ágil Scrum e testes unitários para o desenvolvimento. Essa decisão acertada contribuiu ainda mais para realizar uma entrega rápida, confiável e de qualidade. Com apenas uma *sprint*, foi possível colocar a primeira versão do sistema em produção, conforme é descrito em detalhes a seguir.

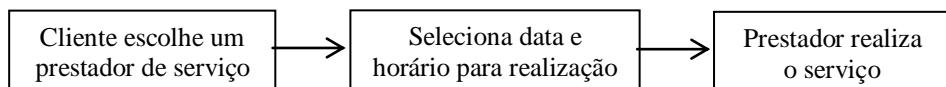
A primeira atividade realizada pela equipe antes de iniciar todo o processo de desenvolvimento foi buscar informações junto aos principais usuários do produto web (clientes e profissionais pet), através de pesquisas (questionários) com a intenção de minimizar os riscos e iniciar o aprendizado sobre as reais necessidades de cada grupo.

As questões fechadas que foram elaboradas e respondidas por potenciais clientes, ocorreram através de um formulário online, que está disponível em <https://goo.gl/forms/OYO8p4noghRjK10H2>. Já para os profissionais, perguntas abertas e fechadas foram feitas pessoalmente em alguns estabelecimentos do interior de São Paulo, o qual está disponível em: <https://goo.gl/forms/JdDdvuCbpoYMqNY12>.

Analizando os dados coletados, foram elaboradas reuniões de *brainstorm* para criação da plataforma que seria desenvolvida, visando um equilíbrio entre as necessidades de ambos os usuários.

Já com algumas premissas em mente, foram apresentados riscos comuns enfrentados em plataformas *marketplaces* para a equipe de desenvolvimento, tais como: fraudes bancárias, uso de cartões roubados, entre outros. Hipóteses foram levantadas para a primeira versão e a equipe responsável pelo desenvolvimento sugeriu diversas tecnologias para controle dos riscos, porém aumentando o tempo de desenvolvimento.

O primeiro fluxo que seria validado sobre o interesse dos usuários (clientes e profissionais) era:



Os desenvolvedores (que na época não conheciam o método proposto por Ries) sugeriram integração direta com *gateways* de pagamento, anti-fraudes, realização de cadastros, login e muitas outras coisas que não seriam necessárias para um MVP, onde a intenção era apenas validar o modelo de negócio (o primeiro Canvas construído está na Figura 2). Afinal, não se tinha certeza alguma na ocasião se o produto realmente seria adotado pelos usuários. Já o responsável pelo produto, teve uma abordagem diferente: apenas seguir o fluxo apresentado anteriormente.

Para contextualizar, a empresa Easy Taxi, hoje uma gigante do mercado, teve sua primeira versão oficial criada utilizando o Google Docs. Era um formulário simples em que o usuário informava a localização atual e o destino. Apesar de ter sido algo bem trivial, o fundador validou a ideia e colheu diversos *feedbacks* antes de desenvolver uma plataforma própria mais centrada nas reais necessidades do usuário. Porém, utilizar um método como esse não garante necessariamente que a plataforma desenvolvida em seguida será aceita pelos clientes, pois são experiências diferentes.

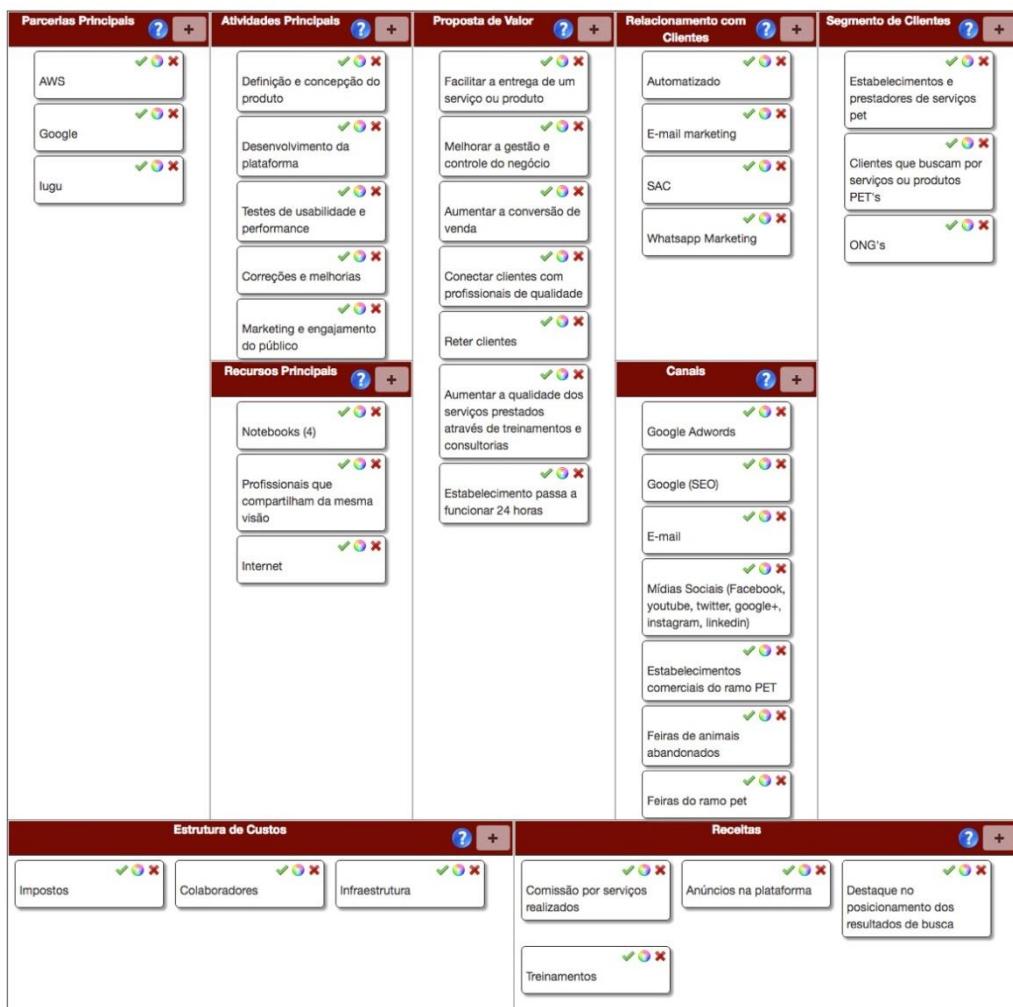


Figura 2. Modelo canvas da startup Área Pet

No Área Pet houve uma abordagem diferente: desde o início foi desenvolvido uma plataforma própria que validasse não somente a ideia de negócio, mas também a experiência do usuário. Com isso, o nível de aprendizado constante aumentou, pois, ao validar o modelo de negócio era possível (ao mesmo tempo) entender as principais dificuldades dos usuários no uso da plataforma, através de ferramentas de monitoramento que exibiam mapas de calor, quantidade de acessos, e muitas outras informações a respeito do uso do site.

Feito isso, foram realizados *mockups* utilizando a ferramenta *Sketch* de todas as telas que o sistema iria ter. Essa foi uma fase importante, pois garantiu que a experiência de usuário prevista fosse entregue com fidelidade para os desenvolvedores.

A primeira versão, começou com apenas um propósito: o cliente agendar um serviço em um determinado estabelecimento. Utilizando *Applications Programming Interface* (API's) de terceiros, foi possível fazer com que o produto fosse testado no Brasil inteiro, garantindo uma aprendizagem maior e *feedbacks* mais claros. Inclusive, é possível agendar online os melhores serviços para pets, entrando em <http://www.areapet.com.br>, (página principal do produto web na Figura 3). São milhares de petshops, clínicas veterinárias e adestradores.

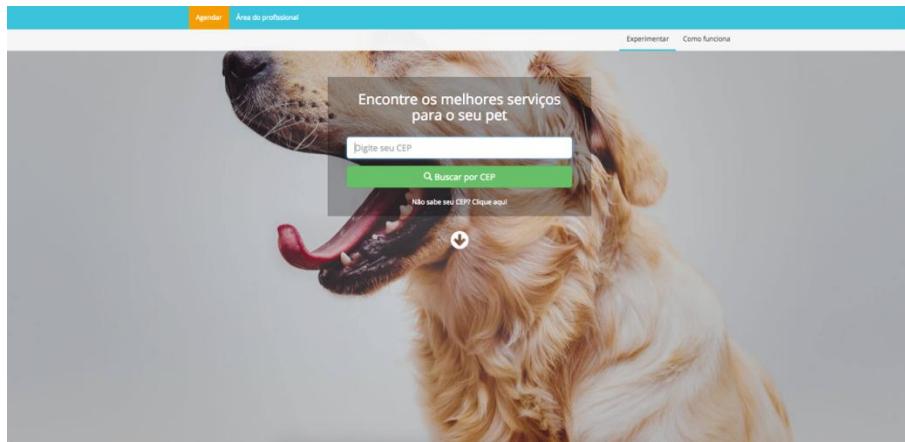


Figura 3. Primeira versão do site

Os primeiros clientes (denominados *early adopters*), ficaram bastante satisfeitos e no dia do lançamento o sítio obteve mais de um mil acessos. Usando a ferramenta de análise, foi possível obter vários dados, como: tempo médio dos usuários no site, tempo médio dos usuários em cada página, entre outras. Isso facilitou ainda mais para validar o modelo de negócio que era interessante e necessário implementar, juntamente com a experiência dos usuários, garantindo que possíveis rejeições pudessem ser detectadas de forma distinta e metrificada, identificando o real motivo derivado por problemas relacionados a experiência dos usuários ou ao modelo de negócio adotado.

Importante destacar que durante todo o processo de desenvolvimento do produto, o ciclo de Ries (2011) foi utilizado. Nas sessões de *brainstorms* eram levantadas hipóteses, posteriormente construídas pelos desenvolvedores, medidas após irem para produção e avaliadas através de ferramentas de análise, que facilitavam a realização de testes A/B, visualização dos níveis de aceitação, entre outros. Garantindo que apenas funcionalidades que apresentavam valor para os clientes fossem mantidas.

## 4. CONCLUSÃO

Este artigo procurou demonstrar como o uso e a aplicação do método Lean Startup associado ao método de desenvolvimento ágil contribui efetivamente para a construção de um produto web de forma mais rápida, acertada (em termos de atendimento aos requisitos do potencial cliente) gerando a este satisfação e prazer no uso. Para os desenvolvedores, é possível afirmar o aumento no nível de aprendizado obtido ao utilizar tais métodos.

Para responder à questão de pesquisa: “pode a usabilidade e a abordagem utilizada para prototipagem, interferir diretamente no processo de aprendizagem proposto por Eric Ries, principalmente no desenvolvimento de MVP's, onde normalmente o sistema não é maduro o suficiente?”, é preciso assegurar que a realização de testes é fundamental para garantir que a usabilidade seja mantida, pois caso o contrário ocorra, ou seja, o sistema não atenda os atributos de facilidade de uso e facilidade de aprendizagem, a coleta de *feedback* pode ser prejudicada ou ofuscada, pois o usuário apenas não consegue realizar determinada ação, mesmo tendo interesse. Sendo assim, o processo de tomada de decisão tanto nos ciclos de desenvolvimento, como de negócio se tornam equivocadas.

É importante garantir que os métodos de avaliações sejam isolados, garantindo um *feedback* conciso e claro se existe problemas nos processos de negócio ou dificuldades no uso do produto.

A metodologia Lean Startup em conjunto com a metodologia Scrum, ambas ágeis, além do foco na experiência do usuário garantiu entregar um produto que fosse testável, confiável e escalável conforme seu crescimento, obtendo *feedbacks* rápidos e inteirando-o conforme os aprendizados obtidos no comportamento dos usuários. Além disso, a transparência e apresentação dos processos e métodos para todos da equipe faz com que todos estivessem alinhados para o desenvolvimento da solução.

Com o uso de ferramentas para análise, foi possível medir taxas de rejeições, visualizar mapas de calor, entre outras informações, isso garantiu para que todos da equipe entendessem os problemas e validassem as correções realizando testes A/B.

Já em relação a satisfação dos clientes, é necessário uma avaliação mais profunda pois diversas variáveis devem ser analisadas em cada cenário ou ambiente proposto, ficando assim para um trabalho futuro.

## REFERÊNCIAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2011. NBR ISO 9241-11:2011 - Requisitos ergonômicos para o trabalho com dispositivos de interação visual - Parte 11: Orientações sobre usabilidade. ABNT, Rio de Janeiro, Brazil.
- Blank, S., 2006. The four steps to the epiphany: successful strategies for products that win. Foster City: K&S Ranch.
- Blank, S., 2013. Why the lean startup changes everthing. Harvard Business Review. Cambridge, v. 9, n.5, p 63-72.
- Blank, S and Dorf, B., 2012. The Startup Owner's Manual: The step-by-step guide for building a great company. K & S Ranch, California, USA.
- Bosch, J. et al, 2013. Galway: Springer. The early stage software startup development model: a framework for operationalizing lean principles in software startups Gothenburg, Sweden, pp. 1-15.
- Furr, N.; Ahlstrom, P, 2011. Nail it then scale it: the entrepreneur's guide to creating and managing breakthrough innovation. NISI Institute.
- Garrett, J. J.,2011. The elements of User Experience. User Centered Design for the Web and Beyond. Berkeley: New Riders.
- Grandjean, Etienne, 1984, British Journal of Industrial Medicine. Ergonomics and health in modern offices. Taylor & Francis, London, UK, pp 510.
- Gustafsson, A.; Qvillberg, J, 2012. Master of Science Thesis in the Master Degree Programme Management and Economics of Innovation. Implementing lean startup methodology: an evaluation. Gothenburg, Sweden, pp. 80.
- Kaufman, J., 2015. MANUAL DO CEO - Um Verdadeiro Mba Para o Gestor do Século XXI. Saraiva, São Paulo, Brazil.
- Paternoster, N. et al, 2014. Information and Software Technology. Software development in startup companies: a systematic mapping study. London, UK, pp. 1200-1218.
- Patz, M, 2013. Business Administration MSc. Lean startup: adding an experimental learning perspective to the entrepreneurial process. University of Twente, Berlin, pp. 67.
- Pressman, R. S., 2011. Engenharia de Software - Uma Abordagem Profissional, AMGH Editora LTDA, Porto Alegre.
- Ries, E. 2011, The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses. Crown Publishing Group, United States, USA.
- Santos, R. L. G. 2000, Ergonomização da interação homem-computador: abordagem heurística para avaliação da usabilidade de interfaces. PUC-Rio, pp. 21.
- Shneiderman, B. et al, 1987. Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction. Pearson. USA.
- Toledo, M., 2013. DONO: Um caminho revolucionário para o sucesso da sua empresa. Alta Books, Rio de Janeiro, Brasil.
- Veldof, J.R., Prasse, M.J., Mills, V.A, 1999. Journal of Library Administration. Chauffeured by the User: Usability in the Electronic Library, USA. pp. 115.
- Winckler, M. 2001, Avaliação de Usabilidade de sites Web. IV workshop sobre fatores humanos em sistemas de computação. Florianópolis.
- Yap, L. and Vitallis, T. and Legg, S., 1997. Proceedings of the 13th triennial congresso of the International Ergonomics Association. Ergodesign: from description to transformation. Helsinki: finnish Institute of Occupational Health, pp. 320-322.

# A API W3C WEB SPEECH EM APP PARA ALERTA DE DESASTRES NATURAIS

Lucas Debatin, Aluizio Haendchen Filho, Wagner Correia e Pedro Sidnei Zanchett

*Centro Universitário de Brusque – UNIFEDE, Brasil*

## RESUMO

O uso de interfaces naturais em sistemas computacionais vem aumentando devido à evolução das tecnologias de voz, permitindo criar aplicações extremamente ricas, especialmente para pessoas com pouca experiência ou com necessidades especiais. Com isso muitas empresas desenvolvedoras de *softwares* estão buscando maneiras de implementar as tecnologias de voz em seus produtos, e uma das maneiras mais utilizadas é através do uso de API's (*Application Programming Interface*). As tecnologias de voz são divididas em duas categorias reconhecimento de voz, que é muito utilizado em comandos por voz (converte a voz em texto), e sintetizador da voz, que é muito utilizado para melhorar a acessibilidade nos dispositivos (converte o texto em fala). Essas tecnologias de voz fazem uso do processamento de linguagem natural, subárea da inteligência artificial, para processar e manipular a linguagem humana em diversos níveis. Este artigo apresenta um levantamento detalhado das principais API's de reconhecimento e sintetização da voz, descrevendo suas características e funcionalidades, e apresenta também, um estudo de caso que demonstra como foi realizado a integração da API *Web Speech* no aplicativo móvel Alerta Brusque.

## PALAVRAS-CHAVE

Reconhecimento de voz, Sintetização de Voz, Usabilidade, Experiência do usuário, Computação móvel

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, muitos *softwares* não atendem as diretrizes de acessibilidade da lei 5.296. Segundo a Casa Civil (2004), essa lei estabelece que todos os dispositivos devem oferecer recursos que exijam menor esforço físico e mental dos usuários minimizando sua desorientação ou sobrecarga cognitiva. Com base nessa lei, torna-se importante pesquisar e desenvolver *softwares* com recursos tecnológicos e técnicas de Inteligência Artificial, ao invés de utilizar como principal forma de entrada somente o teclado e o toque em tela.

Devido à evolução das tecnologias e a computação ubíqua da voz, houve a possibilidade de criar aplicações extremamente ricas, especialmente para pessoas com pouca experiência ou com necessidades especiais. Projetar aplicativos que executam tarefas com mão e olhos livres torna-se extremamente vantajoso independente do tipo de usuário. Tais recursos possibilitam executar o sistema com apenas alguns segundos de orientação através de comandos sonoros e confirmação das solicitações verbalmente (BERNARDES et al., 2016). Neste contexto, as tecnologias de voz estão sendo cada vez mais pesquisadas e utilizadas em aplicativos, e como consequência, surgem no mercado várias API's que realizam as duas categorias das tecnologias de voz: reconhecimento e sintetização.

Baseado nisto o foco deste artigo é apresentar os conceitos de tecnologias de voz, e além disso, será apresentado o resultado do levantamento realizado das API's que existem no mercado, e que realizam o reconhecimento e a sintetização de voz, para a integração em *softwares*. Após o levantamento das API's, será mostrado como funciona a integração da API *Web Speech* em um aplicativo móvel voltado para o alerta de desastres naturais. O aplicativo foi desenvolvido no *framework* Cordova, e possui, como principal linguagem de programação, o JavaScript.

## 2. CONCEITOS PARA TECNOLOGIAS DE VOZ

A linguagem natural é a mesma que nós, seres humanos, utilizamos diariamente para comunicar uns com os outros. Para compreender essa linguagem, um sistema computacional precisa ser capaz de processá-la e manipulá-la em diversos níveis. O Processamento de Linguagem Natural (PLN) é uma subárea da Inteligência Artificial, que envolve a utilização de métodos baseados no comportamento inteligente humano para solucionar problemas complexos. O objetivo final do processamento de linguagem natural seria ter um sistema com conhecimento de mundo o suficiente para ser capaz de se envolver em uma discussão com humanos sobre qualquer assunto (COPPIN, 2010).

Com o processamento da linguagem natural, surgiram as tecnologias de voz. Essas tecnologias são muito utilizadas para melhorar a interação humana com computadores. Segundo Vilarinho et al. (2012), “os objetivos da Interação Humano–Computador (IHC) são os de produzir sistemas usáveis, seguros e funcionais”. Essas tecnologias fazem com que o usuário não dependa somente das mãos para alcançar o objetivo no dispositivo, ele poderá usufruir da sua voz, e com isso, tende a melhorar a acessibilidade para usuários com incapacidade motora, deficientes visuais, entre outros. Segundo a T4W Soluções (2008), “não é de hoje que se pode interagir com máquinas através da fala. Houve uma grande evolução e a tecnologia passou por refinamentos que permitem uma reprodução mais próxima a nossa linguagem, possibilitando assim desenvolver aplicações mais avançadas”.

As tecnologias de voz estão divididas em duas categorias: (i) o reconhecimento de voz, que é muito utilizado em comandos por voz; e (ii) o sintetizador da voz, muito utilizado para melhorar a acessibilidade dos deficientes visuais nos dispositivos.

### 2.1 Reconhecimento de Voz

Reconhecimento de voz tem como objetivo converter a língua falada em texto, ou seja, reconhece a linguagem natural dos usuários. Segundo Pereira (2016), “reconhecimento de voz habilita o computador a ouvir uma linguagem falada e determinar o que foi dito, ou seja, é o processo de converter em texto um som contendo palavras”. Os avanços nas técnicas de reconhecimento de voz viabilizam o uso da tecnologia em diversas aplicações, sobretudo em dispositivos móveis. Segundo Hearst (2011), alguns fatores contribuem para a demanda de interfaces adaptativas com reconhecimento de voz: primeiro por se tratar de um caminho natural ao uso da fala e segundo porque as interfaces de toque dificultam a escrita de textos longos.

Existem tecnologias de reconhecimento de voz consolidadas que não necessitam de treinamento como a Apple Siri, Microsoft Cortana, Google Now. Três fatores contribuíram para essa maturidade: o aumento da capacidade computacional, a quantidade de dados disponíveis para treinamento e finalmente a evolução dos algoritmos de aprendizado de máquina (PICHENY, 2016). Isso sugere que o uso da voz deve aumentar significativamente a medida que o tempo de resposta e a precisão melhoram a ponto de atender as necessidades reais dos usuários (HEARST, 2011), sendo possível identificar padrões complexos de voz com baixo tempo de resposta em dispositivos portáteis e navegadores web.

Segundo Marangoni e Precipito (2006), as etapas principais de um identificador típico de voz são: (i) o *projeto da gramática*, que define as palavras que podem ser faladas por um usuário e deve ser criada e ativada para que um identificador saiba o que deve aguardar até escutar no áudio de entrada; (ii) o *processador de sinal* que analisa as características do *spectrum* (frequência) do áudio de entrada; (iii) o *reconhecimento do fonema* compara os testes padrões do *spectrum* aos testes padrões dos fonemas da língua que está sendo reconhecida; (iv) o *reconhecimento de palavras* compara a sequência de fonemas prováveis de encontro às palavras e aos testes padrões das palavras especificadas pelas gramáticas ativas; e (v) a *geração de resultado* fornece a aplicação informação sobre as palavras que o identificador detectou no áudio de entrada; a informação do resultado será fornecida sempre uma vez que o reconhecimento de uma única sentença está completo, mas pode também ser fornecida durante o processo do reconhecimento.

### 2.2 Sintetizador de Voz

O objetivo de um sintetizador de voz é converter o texto escrito em linguagem falada, ou seja, irá transformar o conteúdo do texto em áudio. O sintetizador recebe o texto na forma digital e transforma-o em ondas sonoras. Segundo Guilhoto e Rosa (2002), “um programa de síntese de voz é útil nas situações em que o

utilizador não pode desviar a atenção para ler algo ou não tem acesso ao texto escrito, seja porque a informação está distante ou porque o utilizador tem alguma deficiência visual”.

Existem algumas limitações ao sintetizar a voz, segundo Marangoni e Precipito (2006), “o *speech* sintetizadores (síntese da fala) pode cometer erros. Uma dessas limitações é referente ao som das pronuncias das palavras no idioma do usuário, e além disso, muitas API’s possuem idiomas limitados. Outra limitação é na questão de sincronismo, da melodia, da pausa em vírgulas, isso deverá ser bem desenvolvido para não ficar um áudio muito artificial. Os ouvidos humanos são bem ajustados para detectar estes erros, assim o trabalho cuidadoso de programadores pode minimizar erros e melhorar a qualidade da saída da fala.

Segundo Melo e Pupo (2010), entre os dispositivos de voz sintetizada, estão os programas que convertem texto em fala (ex.: *DeltaTalk*) e os leitores de tela com síntese de voz (ex.: *Jaws for Windows*, NVDA, Orca, *Virtual Vision*). Com o *DeltaTalk*, desenvolvido para sistema Windows, o usuário seleciona um texto e aciona a tecla virtual <F9> para que este seja “falado”. Já os leitores de tela, além de converterem texto em fala, captam as informações textuais exibidas na tela do computador e as apresentam utilizando voz sintetizada.

### 3. API'S PARA TECNOLOGIAS DE VOZ

API é a sigla para *Application Programming Interface* ou, em português, Interface de Programação de Aplicativos. Segundo Ciriaco (2009), interface é o conjunto de padrões de programação que permite a construção de aplicativos e a sua utilização de maneira não tão evidente para os usuários. Na maioria das vezes a API se comunica com diversos outros códigos interligando diversas funções em um aplicativo. A pesquisa foi baseada em artigos, material disponibilizado na *web*, manuais técnicos dos principais fornecedores, e principalmente no conhecimento técnico adquirido com sua utilização e testes práticos. A seguir serão apresentadas API's para tecnologias de voz.

#### 3.1 A API Java Speech

O Java *Speech* é uma API que suporta as duas tecnologias de voz, reconhecimento e o sintetizador. As potencialidades da plataforma Java são um atrativo para o desenvolvimento de larga escala de aplicações. Segundo Marangoni e Precipito (2006), para programadores desse tipo de aplicações de voz, a plataforma de Java oferece uma alternativa atrativa com três características: (i) *portabilidade*, que possibilita que API's e as máquinas virtuais estejam disponíveis para uma larga variedade de plataformas de hardware e de sistemas operacionais e são suportados pela maioria dos navegadores; (ii) *ambiente poderoso e compacto* uma vez que a plataforma Java fornece aos programadores uma poderosa orientação a objeto, utilizando “*garbage collection*” que permite um desenvolvimento rápido e a confiabilidade melhorada; e (iii) *rede segura* que fornece uma rede de segurança robusta.

Segundo Pereira (2016), a Sun definiu uma especificação que representa uma interface genérica para um motor de aplicação, a Java *Speech API* (JSAPI). A JSAPI não programa o motor em si, funcionando apenas como uma camada entre seus programas e os motores desenvolvidos por terceiros. Esses motores podem ser soluções em hardware ou *software* e podem estar na máquina local ou em um servidor, ou seja, são eles que capturam o som das falas ou sintetizam as palavras.

Ao contrário do que acontece com outras API's Java, não é fornecida uma programação de referência da Java *Speech API*. Em vez disso, no site oficial da JSAPI fornece uma lista de produtos e empresas que implementam a API, conforme a tabela 1 (PEREIRA, 2016).

Tabela 1. Algumas implementações da JSAPI

| Produto                    | Descrição   |
|----------------------------|---|
| <i>FreeTTS</i>             | Sintetizador de voz de código aberto totalmente escrito em Java.  |
| <i>IBM Speech for Java</i> | Implementação da JSAPI baseada no IBM <i>ViaVoice</i> .   |
| <i>The Cloud Garden</i>    | Implementação desenvolvida para funcionar com engines baseados na SAPI da Microsoft. Funciona com os produtos IBM <i>ViaVoice</i> , <i>Dragon NaturallySpeaking</i> e outros. |
| <i>Conversa Web 3.0</i>    | Um browser habilitado para funcionar com comandos de voz.   |

### 3.2 A API Google Cloud Speech

Google *Cloud Speech* API permite aos desenvolvedores converter áudio para texto através da aplicação de modelos de redes neurais poderosos para facilitar o uso da API. Esta API somente reconhece áudio, ou seja, a funcionalidade de sintetizar a voz não poderá ser realizada. Segundo a Google (2016), *Speech API* reconhece mais de 80 línguas e variantes para apoiar a base de usuários global. Também pode-se filtrar conteúdo impróprio no resultado de texto. Por enquanto a Google está fornecendo acesso limitada para a pré-visualização do *Cloud Speech API* através do seu site de desenvolvedor. Os desenvolvedores podem tirar proveito da API de graça, possivelmente a Google irá começar a cobrar pelo acesso em algum momento.

O *Cloud Speech API* acessa o mesmo conjunto de ferramentas que o Google usa para o reconhecimento de voz e ferramentas de comando de voz no Google *Search*, Google *Now*, e no teclado Google. Qualquer um que tenha usado a pesquisa de voz do Google sabe como o seu desempenho é rápido e preciso. Os desenvolvedores podem tirar proveito desta API, não só para capturar palavras faladas como texto, mas adicionar suporte para comandos por voz (ZEMAN, 2016).

Conforme o Google (2016), a API possui as seguintes características: (i) *reconhecimento automático de fala*, desenvolvido por redes de aprendizagem neural profunda para alimentar as suas aplicações como busca por voz ou transcrição da fala; (ii) vocabulário global, reconhece mais de 80 línguas e variantes com um extenso vocabulário; (iii) reconhecimento de streaming, retorna os resultados de reconhecimento parciais de imediato, assim que estiverem disponíveis; (iv) filtragem de conteúdo impróprio, filtrar conteúdo impróprio no resultado de texto; (v) em tempo real ou suporte *buffered* áudio, a entrada de áudio pode ser capturada pelo microfone de um aplicativo ou enviadas a partir de um arquivo de áudio pré-gravado; (vi) manuseamento de áudio com ruído, não há necessidade de processamento de sinal avançado ou amenizar o ruído do ambiente antes de enviar o áudio. O serviço pode conseguir lidar com áudio barulhento a partir de uma variedade de ambientes; e (vii) API integrada, os arquivos de áudio podem ser carregados na aplicação e, em versões futuras, integrado com o Google *Cloud Storage*.

### 3.3 A API Bing Speech

A API da Microsoft converte áudio para texto, entende a intenção e converte o texto de volta como uma resposta natural. Essa API pode reconhecer o áudio vindo do microfone em tempo real, reconhecer o áudio vindo de uma fonte de áudio diferente em tempo real ou reconhecer o áudio a partir de um arquivo. Durante o processamento, como o áudio está sendo enviado para o servidor, os resultados de reconhecimento parciais poderão ser devolvidos.

Além disso, essa API também converte o texto para áudio. Segundo a Microsoft (2016), quando os aplicativos precisam ‘falar’ de volta para os seus utilizadores, esta API pode ser usado para converter o texto que é gerado pelo aplicativo em áudio que pode ser jogado de volta para o usuário.

### 3.4 A API IBM Watson *Developer Cloud*

A IBM possui um supercomputador, cujo o nome é Watson. Esse supercomputador é utilizado, atualmente, para diagnósticos clínicos, e possui uma interação por voz. Com isso, a IBM liberou gratuitamente a API que realiza, no Watson, o reconhecimento e o sintetizador de voz.

Segundo a IBM (2016), o serviço de reconhecimento de voz usa a inteligência artificial para combinar informações sobre gramática e estrutura da linguagem com o conhecimento da composição de um sinal de áudio para gerar uma transcrição exata. Ele usa as capacidades de reconhecimento de voz da IBM para converter a voz de vários idiomas em texto. Esse reconhecimento de voz tem suporte ao idioma português brasileiro, e inclui, a capacidade de detectar uma ou mais palavras-chave no áudio. O serviço pode ser acessado via conexão *WebSocket* ou API REST. Já o sintetizador de voz também possui suporte ao nosso idioma, e também é gratuito. Um diferencial é a possibilidade de controlar a pronúncia de palavras específicas.

### 3.5 A API AT&T *Speech*

Essa API foi lançada em 2012, pela empresa AT&T, e permitiu aos desenvolvedores adicionarem funcionalidades de reconhecimento de voz para aplicações *web* e móveis. Conforme Wagner (2015), a API desenvolvida pela AT&T é alimentado pelo motor de AT&T Watson de fala (nenhuma relação com a IBM Watson), um reconhecimento de voz e plataforma de compreensão da linguagem natural. A API utiliza processamento de linguagem natural para a compreensão de linguagem natural, reconhecimento de voz, a transcrição da fala, entre outros.

A AT&T *Speech API* consiste em três funções: voz para texto, voz para texto personalizado e, em texto para voz. Além disso, a AT&T oferece um site do desenvolvedor com uma documentação bem organizada, com aplicativos de demonstração, SDK's, plug-ins, fóruns, e muito mais.

### 3.6 A API W3C *Web Speech*

*Web Speech API* foi introduzida em 2012 pela comunidade W3C, organização que regulamenta a *web*. O principal objetivo é fazer com que os navegadores modernos reconheçam e compreendam a fala. Desde julho de 2015, o Chrome é o único navegador que implementou essa especificação, utilizando motores de reconhecimento de voz da própria Google.

A API abriu um novo mundo de oportunidades para novos aplicativos e novas funcionalidades de interação em aplicativos já existentes. Além disso, desde que o Google contribuiu com o seu próprio motor de reconhecimento de voz para apoiar essa API, tornou-se possível incorporar o melhor reconhecimento de voz existente no mercado de forma gratuita para o Chrome, mas não há garantia de que vai continuar a ser assim. Segundo a W3C (2012), o *Web Speech API* visa permitir que desenvolvedores *web* forneçam, em um navegador *web*, reconhecimento de voz e funções de sintetizador de voz, que normalmente não estão disponíveis quando se utiliza reconhecimento de voz padrão ou *software* leitor de tela.

O *Web Speech API* é baseado em eventos, codificada com JavaScript. Chamadas para a API são manipuladas pelo usuário agente que por sua vez se encarrega de toda a comunicação com um serviço de reconhecimento de voz baseado na *web*. A arquitetura baseada em evento permite que os programas possam processar de forma assíncrona. Os eventos são também usados para relatar os resultados de reconhecimento de fala intermediária. Isto é conveniente, pois permite que o programa que executa o reconhecimento possa ser interrompido a qualquer momento, aliviando o desenvolvedor de trabalho extra nas rotinas de manipulador de eventos (ADORF, 2013).

A API permite aos usuários gravarem áudio a partir do microfone, que é então enviado através do protocolo HTTPS via solicitação POST para o serviço *web* de reconhecimento de fala. De acordo com Adorf (2013) a *Web Speech API* é capaz de servir os usuários de todo o mundo, a API suporta diferentes idiomas. É possível para definir o idioma para o reconhecimento de voz. De predefinição, o idioma é definido pelas configurações de localidade do dispositivo do usuário. O idioma tem de ser informado na configuração do aplicativo para o reconhecimento de voz. Por isso, deve ser conhecido antecipadamente qual a idioma é esperado. Isto é não é possível misturar livremente idiomas.

## 4. ESTUDO DE CASO

A mesorregião do Vale do Itajaí, onde está localizada a cidade de Brusque, apresenta um grande histórico de ocorrência de enchentes e deslizamentos, desde o início de sua colonização. Essa região possui um total de 332 mil 433 habitantes atendendo 4 municípios, com o monitoramento de 177 Km do rio Itajaí Mirim.

O estudo de caso tem como objetivo demonstrar a integração da API de reconhecimento e sintetização de voz no aplicativo móvel Alerta Brusque. Este aplicativo foi desenvolvido em parceria entre o Centro Universitário de Brusque e a Defesa Civil da cidade. O aplicativo Alerta Brusque, disponível para as plataformas móveis Android e IOS, oferece à população acesso às informações geradas pelas estações de telemetria em tempo real, para os locais mais críticos da cidade de Brusque e cidades vizinhas. Entre suas principais funcionalidades o aplicativo traz alertas e notificações sobre o nível do rio Itajaí Mirim, bem como de pequenos rios da bacia, abrigos, ruas, cotas de enchente, e até mesmo a quantidade de chuva e alagamentos em diversos bairros. Cada estação de telemetria da cidade realiza a transmissão de dados em intervalos regulares de 10 minutos. Atualmente as fontes de dados utilizadas pelo Alerta Brusque são: Defesa Civil de Brusque e ANA (Agência Nacional das Águas).

O aplicativo foi desenvolvido no *framework* Cordova, sendo a linguagem de programação JavaScript a principal para o desenvolvimento das funcionalidades, baseado nisto foi utilizado a tabela 2 para escolher qual API é mais adequada para este projeto. Estre as API a escolhida foi a *Web Speech*, pois é de fácil integração por conta da compatibilidade da linguagem.

Tabela 2. Resumo das funcionalidades das API's

| API                 | Preço                    | Reconheci-<br>mento | Sintetização | Linguagem<br>Suportada           |
|---------------------|--------------------------|---------------------|--------------|----------------------------------|
| Java Speech         | Gratuito                 | Sim                 | Sim          | Java                             |
| Google Cloud Speech | Gratuito                 | Sim                 | Não          | Python,<br>Node.js, C#<br>e Java |
| Bing Speech         | Parcialmente<br>Gratuito | Sim                 | Sim          | C#                               |
| IBM Watson          | Gratuito                 | Sim                 | Sim          | Java                             |
| AT&T Speech         | Gratuito                 | Sim                 | Sim          | PHP, Ruby,<br>Java, e C#         |
| W3C Web Speech      | Gratuito                 | Sim                 | Sim          | JavaScript                       |

Como o aplicativo é em Cordova, bastou executar os comandos, dentro da pasta do projeto do aplicativo, para baixar os *plug-ins* da *Web Speech API*: “cordova plugin add cordova-plugin-tts” e “cordova plugin add <https://github.com/macdonst/SpeechRecognitionPlugin>”.

O primeiro *plug-in*, realiza a sintetização de voz, e utiliza o *AVSpeechSynthesizer* no iOS e no Android utiliza o pacote *android.speech.tts.TextToSpeech*, ou seja, utiliza as melhores funções nativas para sintetização de voz. O segundo *plug-in* realiza o reconhecimento de voz, no Android este *plug-in* usa o pacote nativo *android.speech.SpeechRecognizer*, já no iOS é um pouco mais difícil de alcançar esta tarefa de modo que os desenvolvedores utilizaram o *SDK iSpeech* que pode ser testado gratuitamente por enquanto.

Após o download dos plug-ins da API, foi criado uma *view* (código fonte na Figura 1). Este código é o que será visto pelo usuário. Na tela irá possuir apenas um botão, que ao receber o clique, irá chamar a função *reconhecimento()* do *controller*.

```

1 <html ng-app="myApp">
2   <head>
3     <meta charset="utf-8">
4     <title>myApp</title>
5     <script type="text/javascript" src="js/jquery.min.js"></script>
6     <script type="text/javascript" src="js/framework.js"></script>
7     <!-- Cordova -->
8     <script type="text/javascript" src="cordova.js"></script>
9     <!-- Libs -->
10    <script src="lib/angular-1.4.3/angular.js" type="text/javascript"></script>
11    <script src="lib/angular-websql/angular-websql.min.js" type="text/javascript">
12    </script>
13    <!-- Initialize - Chamar após libs -->
14    <script src="js/app.js" type="text/javascript"></script>
15    <!-- Values -->
16    <script src="js/value/configValue.js"></script>
17    <!-- Controllers -->
18    <script src="js/controllers/TesteCtrl.js" type="text/javascript"></script>
19  </head>
20  <body ng-controller="TesteCtrl">
21    <section class="w-section mobile-wrapper" >
22      <div class="page-content" id="main-stack">
23        <div class="body" style="padding-top:60px;">
24          <!-- Conteúdo -->
25          <button class="button" ng-click="reconhecimento()">
26            comando
27          </button>
28          <!-- Fim conteúdo -->
29        </div>
30      </div>
31    </section>
32  </body>
33 </html>

```

Figura 1. Código fonte da View

Após a criação da view, será necessário desenvolver o *controller* (código fonte na Figura 2). A função *reconhecimento()* irá ouvir o que o usuário falar. Nesta função é criado uma instância para o objeto *SpeechRecognition*, e definida na propriedade deste objeto. A função *onresult()* realizado o reconhecimento de voz, passando como parâmetro o texto que será falado para o usuário para a função *sintetizacao()*. A função *sintetizacao()* tem como objetivo, responder para o usuário o que foi recebido por parâmetro. É utilizado o plug-in Cordova chamado *TTS.speak()*, e é passado um objeto com algumas propriedades, e neste exemplo, é passado o texto (text), a linguagem do áudio (locale) e uma taxa que define o quanto rápido o texto é falado (rate).

```

1 angular.module("myApp").controller("TesteCtrl", function ($scope) {
2   $scope.sintetizacao = function (termo) {
3     TTS.speak({
4       text: termo,
5       locale: 'pt-BR',
6       rate: 1.1
7     }, function () {
8       // Do Something after success
9     }, function (reason) {
10       // Handle the error case
11     });
12   };
13
14   $scope.reconhecimento = function () {
15     var recognition = new SpeechRecognition();
16     recognition.lang = 'pt-BR';
17     recognition.onresult = function (event) {
18       if (event.results.length > 0) {
19         if (event.results[0][0].transcript == 'teste') {
20           $scope.sintetizacao("Teste bem sucedido");
21         }
22       }
23     };
24     recognition.start().then($scope.reconhecimento());
25   };
26 });

```

Figura 2. Código fonte do Controller

## 5. CONCLUSÃO

As tecnologias de voz são uma excelente forma de acessibilidade para os usuários com incapacidade motora, deficientes visuais, dentre outros, pois fazem com que o usuário não dependa somente das mãos para utilizar o dispositivo; ele poderá usufruir da sua voz e audição. Mesmo existindo no Brasil uma lei de acessibilidade, um grande número de usuários que possuem necessidades especiais não são atendidos pela maioria dos softwares disponibilizados.

Existem poucos trabalhos na literatura explorando a utilização de APIs de reconhecimento e sintetização de voz em aplicativos móveis. Esta pesquisa pode ser considerada uma contribuição para o estado da arte, uma vez que pesquisadores e desenvolvedores poderão se beneficiar do estudo para projetos de pesquisa aplicada e desenvolvimento de aplicativos que utilizam API's de reconhecimento e sintetização de voz.

## REFERÊNCIAS

- Adorf, Julius. *Web Speech API* [Online]. Disponível em: <http://home.in.tum.de/~adorf/pub/web-speech-api.pdf>. [Consult. 30 setembro 2016].
- Bernardes, Wagner; Kamimura, Carlos. *Tecnologia de voz ganha espaço no setor de logística* [Online]. Disponível em: <http://www.cgimoveis.com.br/logistica/tecnologia-de-voz-ganha-espaco-no-setor-de-logistica>. [Consult. 24 setembro 2016].
- Casa Civil. *Decreto Nº 5.296 de 2 de dezembro de 2004* [Online]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm). [Consult. 26 setembro 2016].
- Ciriaco, Douglas. *O que é API?* [Online]. Disponível em: <http://www.tecmundo.com.br/programacao/1807-o-que-e-api-.htm>. [Consult. 28 setembro 2016].
- Coppin, Ben 2010. *Inteligência artificial*, Rio de Janeiro, LTC.
- GOOGLE. *Cloud Speech API* [Online]. Disponível em: <https://cloud.google.com/speech>. [Consult. 28 setembro 2016].
- Guilhoto, Paulo José dos Santos; ROSA, Susana Patrícia Costa de Sousa. *Reconhecimento de voz* [Online]. Disponível em: <https://student.dei.uc.pt/~guilhoto/downloads/voz.pdf>. [Consult. 28 setembro 2016].
- Hearst, M. A. 2001. 'Natural' search user interfaces, *Commun, ACM*, 54(11): 60–67.
- IBM. *Speech to Text* [Online]. Disponível em: <http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/ibmwatson/developercloud/speech-to-text.html>. [Consult. 30 setembro 2016].
- Marangoni, Josemar Barone; Precipito, Waldemar Barilli. *Reconhecimento e sintetização de voz usando Java Speech* [Online]. Disponível em: [http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/bjMnA2Zwc9685z8\\_2013-5-27-15-40-25.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/bjMnA2Zwc9685z8_2013-5-27-15-40-25.pdf). [Consult. 26 setembro 2016].
- Melo, Amanda Meincke; PUPO, Deise Tallarico. *A Educação Especial na Perspectiva da Inclusão Escolar: livro acessível e informática acessível*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial; Universidade Federal do Ceará, 2010 [Online]. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=7119-pdf&category\\_slug=novembro-2010-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=7119-pdf&category_slug=novembro-2010-pdf&Itemid=30192). [Consult. 26 setembro 2016].
- MICROSOFT. *Bing Speech API* [Online]. Disponível em: <https://www.microsoft.com/cognitive-services/en-us/speech-api>. [Consult. 30 setembro 2016].
- Pereira, Marzon. *JavaSpeech* [Online]. Disponível em: <http://www.devmedia.com.br/artigo-java-magazine-04-javaspeech/8916>. [Consult. 26 setembro 2016].
- Picheny, M. *Ibm watson now brings cognitive speech capabilities to developer* [Online]. Disponível em: <https://developer.ibm.com/watson/blog/2015/02/09/ibm-watson-now-brings-cognitive-speech-capabilities-developers>. [Consult. 27 setembro 2016].
- T4W SOLUÇÕES. *Tecnologia Speech* [Online]. Disponível em: <http://www.devmedia.com.br/artigo-net-magazine-51-tecnologia-speech/9336>. [Consult. 05 outubro 2016].
- Vilarinho, Lívia; Junior, Almir, Azevedo, Leandro Augusto; MATOS, Tauller Augusto de Araújo. *Interface Homem-Máquina* [Online]. Disponível em: <http://www.devmedia.com.br/interface-homem-maquina-revista-engenharia-de-software-magazine-47/24013>. [Consult. 25 setembro 2016].
- ZemaN, Eric. *Google to Offer Speech-to-Text API* [Online]. Disponível em: <http://www.programmableweb.com/news/google-to-offer-speech-to-text-api/2016/03/24>. [Consult. 25 setembro 2016].
- W3C. *Web Speech API Specification* [Online]. Disponível em: <https://dvcs.w3.org/hg/speech-api/raw-file/tip/speechapi.html>. [Consult. 25 setembro 2016].
- Wagner, Janet. *Top 10 Machine Learning APIs: AT&T Speech, IBM Watson, Google Prediction* [Online]. Disponível em: <http://www.programmableweb.com/news/top-10-machine-learning-apis-att-speech-ibm-watson-google-prediction/analysis/2015/08/03>. [Consult. 25 setembro 2016].

# CONSTRUÇÃO DE UM ROBÔ JOGADOR COM SISTEMA EMBARCADO E SENsoRES

Andréa Teresa Riccio Barbosa, Igor Santo Andrea Visioli, Luiz Henrique Claudino Silva,

Larissa Fernandes Marâes e Fabio Iaione

*Universidade Federal de Mato Grosso do Sul*

*Campus Universitário – Campo Grande MS*

*Brasil*

## RESUMO

A competição de futebol de robô é uma atividade utilizada para promover a educação e pesquisa em robótica. Esta actividade é relativamente complexa e envolve conhecimentos e tecnologias em várias áreas. Entre as categorias há o IEEE Very Small Size Soccer, cujos robôs executam apenas os comandos recebidos pelo rádio e, portanto, todo o controle está concentrado no computador que controla a equipe de robôs. Esta abordagem requer que a câmara de vídeo e o computador tenham um alto desempenho. Caso contrário, há um atraso entre a captura de imagem e algumas decisões durante seu movimento. No trabalho descobriu-se que o uso da bússola magnética seria útil para determinar a direção do robô e que dois sensores de distância permitiriam ao robô detectar obstáculos. Os dispositivos utilizados na construção do sistema de controle do robô são: microcontrolador, bússola magnética, conversor DC-DC, módulo Bluetooth, ponte H, dois sensores de distância e dois micro motores. O robô foi montado e foram realizados testes e ajustes, com resultados satisfatórios e pronto para ter seu primeiro protótipo construído. Acredita-se que este trabalho deu uma contribuição inicial para melhorar os robôs usados na categoria VSSS que têm a mesma construção técnica e controle em anos.

## PALAVRAS CHAVES

Futebol de robô; sensor, microcontrolador, bússola magnética

## 1. INTRODUÇÃO

As competições de futebol de robôs são realizadas para o desenvolvimento de pesquisas e educação, além de promover conhecimento em diversas áreas envolvidas como informática, mecânica, eletrônica, teorias de otimização, controle de métodos matemáticos, entre outros. Desta forma, através da resolução de problemas a serem resolvidos no futebol de robôs, várias teorias, algoritmos e arquiteturas, além de diversas tecnologias podem ser integradas e analisadas.

Com esse objetivo, a Competição Latina Americana de Robótica (LARC) é realizada a cada dois anos e cada edição é sediada em um país da América Latina. Nota-se que esta é uma competição acadêmica composta por diversas categorias, sendo uma delas a categoria de futebol de robôs denominada *IEEE Very Small Soccer* (VSSS, 2014).

O princípio de funcionamento da categoria VSSS é simples, tendo a partida duração de dois tempos de 5 minutos cada, com intervalo de 10 minutos para a troca de campo. Os jogos são disputados entre dois times, cada qual composto por três robôs. Vence o time que tiver mais gols marcados, sendo válidos também os gols contra. Após iniciar a partida, os robôs jogadores não podem mais sofrer interferência externa ou serem controlados por uma pessoa, apenas pelo computador.

Os robôs podem se movimentar em qualquer direção, sendo proibido qualquer tipo de batida de forma intencional. Cada robô pode ficar parado em sua posição quando for necessário e estando a bola dentro da área do gol, apenas um robô do mesmo time pode defender ou atacar. Ou seja, somente podem estar na área do gol com a bola, o atacante e o goleiro. Caso aconteça de estarem dois atacantes do mesmo time, junto com a bola na área do gol, é cometida a falta de ataque, e caso sejam dois zagueiros é falta de defesa. Se ocorrer a falta, o árbitro interrompe o jogo e reposiciona a bola no lugar adequado antes de recomeçar a partida.

A Figura 1 apresenta o sistema geral do campo pronto para uma partida. Em cima do campo existe uma câmera de cada time, que coletam as imagens do jogo. Essas imagens são enviadas a um computador que identifica a posição dos robôs (inclusive a dos robôs adversários) e da bolinha (cor laranja). As posições dos robôs e da bola são enviadas a um programa computacional de estratégia que decide qual movimento cada um dos robôs deve executar. Os robôs de cada time são controlados, portanto, por um computador totalmente autônomo, não podendo ter intervenção humana em hipótese alguma. A estratégia é transmitida aos robôs por um sistema de transmissão de radiofrequência. Os robôs são formados por um sistema receptor que converte as ondas de rádio em sinais elétricos para os motores, que movimentam os robôs (IEEE, 2014).

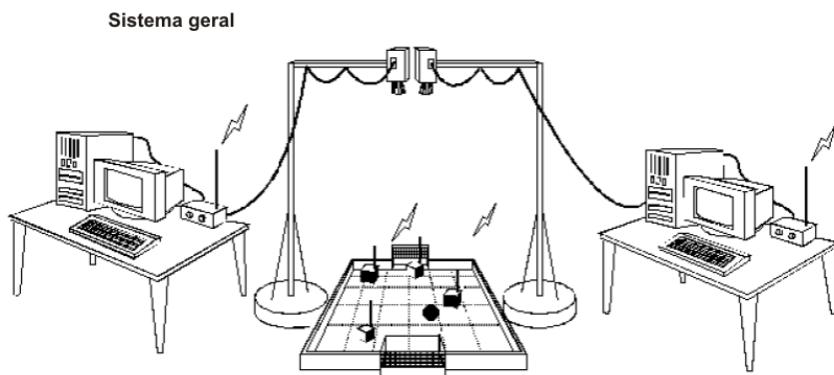


Figura 1. Sistema Geral de uma partida. Retirado de [IEEE, 2014]

Nota-se que normalmente o robô usado pelas equipes possui dois motores que movimentam uma roda de cada lado. Desta forma, é possível fazer o robô ir para frente, para trás ou girar, conforme o sentido de rotação e a velocidade angular de cada motor. Normalmente, as equipes utilizam robôs que recebem do computador a velocidade angular (rotação) e o sentido de rotação que devem ser colocados em cada um dos motores. Observa-se que com essa técnica há a vantagem do robô não precisar de uma elevada capacidade de processamento de dados, deixando assim o robô simples e barato.

Essa técnica, entretanto, exige uma câmera e um computador com desempenhos elevados para realizar o processamento de imagem. E, para o robô se locomover corretamente, o sistema deve ter alta taxa de atualização de sua posição, o que exige uma câmera que forneça cada quadro de imagem rapidamente (mais que 30 quadros por segundo). Além disso, deve haver um computador que consiga processar a imagem rapidamente, extraíndo a posição dos robôs e da bola e determinando qual deve ser o sentido e velocidade de rotação de cada motor dos robôs do time. Devido ao alto desempenho exigido, a câmera e o computador normalmente apresentam um custo elevado.

A proposta desse trabalho consistiu na construção de um robô jogador de futebol um pouco mais autônomo, possuindo um sistema embarcado e sensores para auxiliar na sua movimentação. Dessa forma, o computador pode transmitir comandos estratégicos ou de movimentação mais simples, com uma taxa de transmissão menor, pois o próprio robô controlará a velocidade e sentido de rotação de cada motor.

## 2. CONSTRUÇÃO DOS ROBÔS

De acordo com as regras, os robôs devem ter tamanho máximo de um cubo com lado de 8 cm. E podem carregar a bola de forma que visto tanto de cima quanto pela lateral, poderá cobri-la no máximo 30%, deixando os outros 70% visíveis (Figura 2).

A estrutura física e mecânica do robô deve ser rígida e suficiente para suportar eventuais colisões com de outros robôs durante o jogo, além de prover locais para o armazenamento de seus componentes eletrônicos. Desta forma, utilizou-se uma estrutura de encaixe de placas, separadas por espaçadores de *nylon* que são colocados com parafusos. Foram utilizadas placas de fibra de vidro e de fenolite sendo estes materiais usados na fabricação dos circuitos impressos.

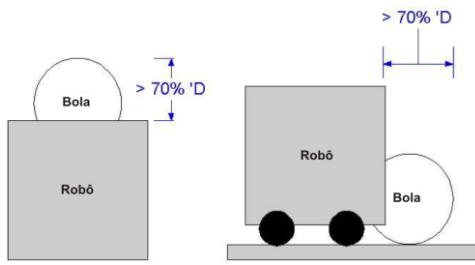


Figura 2. Exemplo de robô com a bola. Retirado de [IEEE, 2014]

As placas foram desenvolvidas nos *softwares* Autocad e KiCad, escolhidos por poderem exportar os dados dos arquivos em formatos adequados, posteriormente inseridos em uma máquina de Comando Numérico Computadorizado (CNC) para a fresagem e fabricação.

Nota-se que as placas seriam usadas para, além da sustentação, separar diferentes componentes do robô como a bateria, a placa do sistema embarcado, a ancoragem dos motores, e também para fixar a cobertura do robô (placa superior) com a função de proteção do circuito quanto a eventuais danos acidentais durante o seu manuseio e no jogo.

Na primeira versão do robô foram efetuados testes práticos de resistência mecânica e de movimentação. Notou-se que era necessário trocar a placa base do robô, que até então era de fenolite, para uma placa de alumínio (massa maior) proporcionando mais estabilidade durante a sua movimentação. Devido à modificação do centro de gravidade, ficando mais próximo da placa base.

Verificaram-se nos testes, entretanto, que ainda não apresentava 100% de eficiência na movimentação. Ocorreram problemas eventuais causados pelo atrito da placa com o campo, durante a movimentação do robô. Observou-se que ao ordenar que o robô andasse em linha reta, às vezes ele efetuava uma curva. Este problema foi reduzido com a troca do tipo de apoio do robô, que era realizado pela base de alumínio mais próxima do solo. A solução foi acrescentar à base duas esferas de aço para apoio, tanto na frente como atrás da estrutura. Após testes verificou-se que o problema de atrito foi solucionado.

## 2.1 Características Construtivas do Robô

### 2.1.1 Fonte de Energia (Alimentação)

Para fazer a alimentação do robô foram testados diversos tipos de baterias sendo que cada uma delas tinha suas vantagens e desvantagens. As baterias testadas foram de LiPo (*Lihion Polymer*) de alta descarga, NiCad (Níquel cádmio), NiMH (Níquel Metal Hidreto) e LiPo de baixa descarga (*Lihion Polymer*).

Após os testes e melhorias o robô passou a funcionar tanto com as baterias de NiMH quanto as de LiPo de alta e baixa descarga. Desta forma, pode haver diferença somente no tempo de autonomia e no custo financeiro do robô. Isso foi feito para que o projeto seja flexível, confiável e passe a funcionar independentemente da disponibilidade financeira ou de tecnologia daqueles que irão reproduzi-lo. Salienta-se que esta flexibilidade trouxe maior segurança, pois caso haja algum problema durante o evento (danos, seu extravio ou outro problema) elas poderão ser trocadas facilmente, já que baterias de NiMH são facilmente encontradas no mercado.

## 2.2 Sistema de Transmissão

O objetivo principal do futebol de robôs é efetuar, de forma autônoma, o controle dos robôs para desenvolver uma estratégia de jogo. O computador deve monitorar continuamente a imagem captada do campo, dos robôs jogadores e da bola e, com base na localização de cada um dos elementos, enviar os sinais de controle para comandar cada um dos robôs da equipe. Para enviar essas informações foram pesquisados diversos tipos de dispositivos de comunicação sem fio, analisando-se as suas vantagens e desvantagens: o módulo *transiver* nRF24L01+ (Nordic, 2015), módulo receptor RWS-371F (Wen Shing, 2015), módulo transmissor TWS-BS (Wen Shing, 2015) e o módulo *bluetooth* HC-05.

O módulo *bluetooth* é simples de se usar e depois de configurado trabalha na faixa de 2,4 GHz. Possui chaveamento automático de canal e é possível mudar diversas configurações como, por exemplo, a taxa de

transmissão de dados por meio de comandos Hawes. Para conexão do módulo *bluetooth* com o microcontrolador são necessárias quatro ligações, sendo duas para serial EIA-232 (níveis TTL). Uma vantagem é que grande parte dos computadores já possui comunicação *bluetooth*, não sendo necessário um periférico para a transmissão.

A desvantagem do *bluetooth* é que possui alcance menor em relação aos anteriores, conforme observado em testes de distância efetuados no laboratório. Desta forma, dependendo da distância do computador até o campo de futebol onde o robô irá jogar, pode ocorrer perda de sinal, que por sua vez pode ser corrigido aproximando o módulo *bluetooth* do campo.

Depois de testes foi decidido o uso do sistema de comunicação sem fio por *bluetooth* porque o módulo HC-05 já possui tratamento de erros, e a velocidade de transmissão é maior. Observa-se que ao utilizar os módulos *bluetooth* os dados são enviados pelo computador de forma paralela, pois para cada robô é aberta uma conexão serial virtual, aumentando-se a segurança e a confiabilidade da comunicação.

## 2.3 Protocolo de Comunicação

Como o time é formado por três robôs foi desenvolvido um protocolo de comunicação para identificar e diferenciar um do outro e para o computador transmitir a velocidade e sentido de cada roda de cada robô.

Desta forma, cada robô recebe 1 *byte* com informações, onde 2 bits são usados para identificação do robô (ID), podendo ter quatro robôs configurados com os IDs 00, 01, 10 e 11. Os próximos 6 bits indicam o sentido de rotação e a velocidade das rodas, sendo 3 bits para cada roda. O primeiro bit indica o sentido de rotação sendo 0 para o sentido horário e 1 para o sentido anti-horário, os dois bits seguintes indicam a velocidade do motor expressa em porcentagem em relação ao PWM (Pulse width modulation), 00 indica roda parada; 01 indica roda com 35 % do PWM; 10 com 65 % e 11 com 100 %.

Nota-se que a configuração da porcentagem equivalente do PWM é definida durante os treinos e antes da competição. Observa-se que o goleiro deve ter uma configuração de velocidade diferente porque ele se movimentava em um espaço menor, e altas velocidades causavam problemas de precisão, assim sua configuração de PWM deveria ser de 0 %, 25 %, 35 % e 45 %, respectivamente.

Com a nova técnica proposta, foi desenvolvido um novo protocolo, onde são enviados dois valores para cada robô, conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1. Exemplo de robô

|             | Retângulo | Quadrado | Triângulo | Círculo |
|-------------|-----------|----------|-----------|---------|
| Velocidade  | - v, + v  | 0        | - v, + v  | 0       |
| Raio/Ângulo | 0         | - θ, + θ | -r, +r    | 0       |

Cabe observar agora que os robôs são diferenciados por meio de suas conexões individuais com o computador via *bluetooth*.

## 2.4 Sistema Embocado

Realizou-se inicialmente um estudo para determinar quais sensores seriam úteis e viáveis para serem utilizados em um robô com as dimensões da categoria VSSS. Verificou-se também que a utilização de uma bússola magnética seria útil para determinar a direção do robô e que a utilização de dois sensores de distância permitiria a detecção de obstáculos.

Através da leitura da bússola magnética, o robô sabe sua posição angular, possibilitando o computador transmitir apenas a quantidade de graus que o robô deverá girar. Desta forma, o próprio robô pode controlar o sentido e a rotação dos motores até obter a posição angular solicitada pelo computador, por meio de um sistema de controle em malha fechada, que utiliza a bússola magnética como sensor de posição.

Os sensores de distância são utilizados para indicar ao robô se existem objetos na sua frente. Com isso ele tem a capacidade de desviar dos robôs adversários e evitar colisões com as paredes do campo. Observa-se, entretanto, que os sensores não detectam se a bola está a sua frente, visto que fica a cargo do computador o processamento de imagem e a realização desta tarefa.

Os dispositivos selecionados para construção do sistema embarcado de controle do robô foram: microcontrolador C8051F310 (Silicon Labs, 2006, sensor de campo magnético modelo HMC5883 (Honeywell, 2013), conversor CC-CC *boost* U3V12F9 (Pololu, 2014), regulador linear de tensão 78L33 (St Microelectronics, 2014), módulo *bluetooth* HC-05 (Itead Studio, 2010), ponte-H DVR-8835 (Pololub, 2014), dois sensores ópticos de distância GP2Y0D805Z0F (Pololuc, 2014), e dois micromotores *metal gearmotor* HP 100:1.

O microcontrolador 8051F310 possui IDE de programação gratuita, fornecida pelo fabricante, e compilador C *open source* (Nicolosi e Bronzeri, 2005; SDCC, 2014). Tem a vantagem de possuir oscilador interno, facilitando a criação do *layout* na placa de circuito impresso, além de interfaces UART e I2C, e PWM para controle de motores.

O sensor HMC5883 apresenta uma boa relação custo benefício, pois permite uma medição confiável, tem pequenas dimensões, e é usado em diversos outros sistemas de eletrônica embarcada como, por exemplo, *smartphones*. Nota-se que sua pequena dimensão foi de muita importância para construção do robô.

O conversor CC-CC U3V12F9 foi escolhido por ser compacto tendo o mesmo tamanho de um componente com encapsulamento TO-220. Isto ajuda na montagem física do robô, e permite um grande intervalo de tensões de entrada, podendo inclusive utilizar tensões mais baixas que a tensão de saída (conversor *boost*). Junto com o conversor CC-CC *boost*, foi ligado em série o regulador linear 78L33 de 3,3 V, utilizado para alimentar alguns dispositivos: o microcontrolador, os sensores de distância, o sensor magnético e o módulo *bluetooth*.

Os micromotores *gearmotor* HP, de corrente contínua com escova, possuem desempenho superior aos motores da mesma categoria. Isto deixa o robô rápido ao cruzar o campo, tanto para levar a bola rapidamente até o gol quanto para voltar e se posicionar na defesa, aumentando a competitividade do time.

Para evitar a necessidade de uma chave liga/desliga com capacidade de corrente compatível com os motores, utilizou-se um transistor MOSFET (27P06) que é acionado por uma chave táctil e pelo microcontrolador. Assim, após ser energizado, o microcontrolador muda o nível lógico do pino ligado ao MOSFET mantendo-o ligado, e a chave táctil pode ser liberada. Para desligar o robô podem ser utilizados dois métodos. Um deles é enviar um comando pelo computador, através do *bluetooth*, que chegando no microcontrolador faz esse alterar o nível lógico da porta que está ligada no MOSFET, desligando-o. Outro método é apertando outra chave táctil que gera uma interrupção no microcontrolador, que altera o nível lógico da porta no MOSFET.

A Figura 3 mostra o diagrama de blocos do sistema embarcado de controle do robô. Neste diagrama o micro controlador é conectado ao módulo *bluetooth* através de sua interface UART (EIA-232 níveis TTL) e a bússola através de sua interface I2C. O microcontrolador lê os sensores através de dois pinos de I/O digitais e envia sinais para a ponte-H através de duas de suas saídas PWM. A alimentação do sistema é fornecida por duas células de baterias LiPO de 4,2 V e 800 mAh ligadas em série. Caso seja utilizado a bateria de NiMH, a tensão mínima que o conjunto deve ter é de 4 V e a máxima de 9 V, que passa pelo conversor CC-CC *boost* com saída de 9 V. Nota-se que o circuito do sistema embarcado do controle do robô foi montado em uma matriz de contatos, para realização de testes e ajustes antes da sua prototipagem em uma fresadora de placas de circuito impresso (modelo E33, fabricante LPKF).

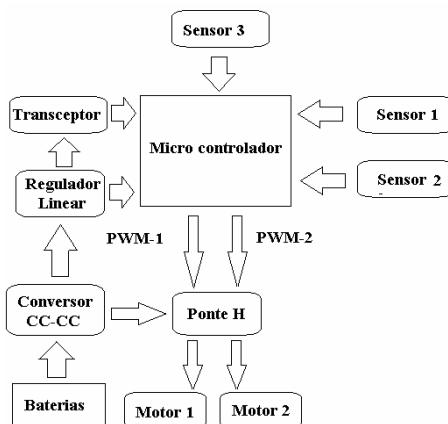


Figura 3. Diagrama de blocos do sistema de controle do robô

## 2.4.1 Firmware

Foi implementado um controlador PID (*Proporcional-Integral-Derivativo*) discreto no *firmware* do robô (Wescott, 2000) para o controle da movimentação em linha reta e em curva, diminuindo assim o processamento realizado pelo computador e a necessidade de elevadas taxas de *frames* da câmera.

O sistema proposto utiliza apenas leituras de uma bússola magnética para manter a trajetória de deslocamento, um método diferente do encontrado em trabalhos semelhantes (Kim & Seong, 1996)(Sandi, Elder & Lages, 1998).

O controlador necessita de um valor de referência, neste caso, o ângulo desejado que o robô deve estar direcionado e o valor do ângulo atual que o robô está direcionado no momento da leitura da bússola, para gerar o valor de erro (valor de referência menos o valor atual). Esse erro será utilizado pelo controlador para criar um valor de correção posteriormente aplicado aos PWM's dos dois motores do robô. Ou seja, o controlador PID discreto lê o ângulo da bússola do robô, verifica a diferença deste ângulo com o ângulo desejado e ajusta a velocidade de rotação das duas rodas do mesmo, a fim de manter a direção de deslocamento com a velocidade solicitada pelo computador. O fluxograma é apresentado na Figura 4a. Nota-se ainda que o controlador PID é executado em uma rotina de interrupção, que é chamada a cada 20 mili segundos (Figura 4b). Quando o robô se movimenta em trajetórias curvilíneas, o ângulo de referência é incrementado periodicamente com um valor diferente para cada raio de curvatura desejado (Figura 5).

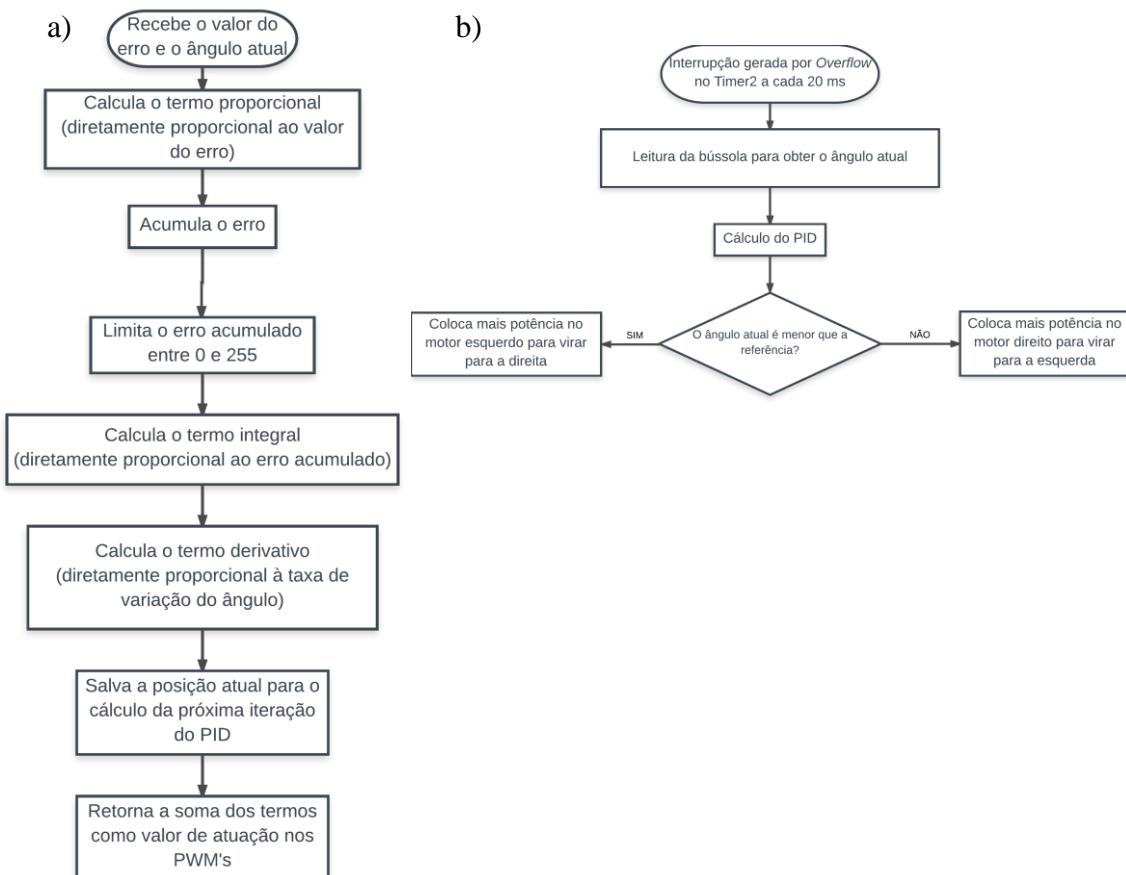


Figura 4 (a). Apresenta o fluxograma da leitura do ângulo da bússola e b) Fluxograma da função de interrupção periódica

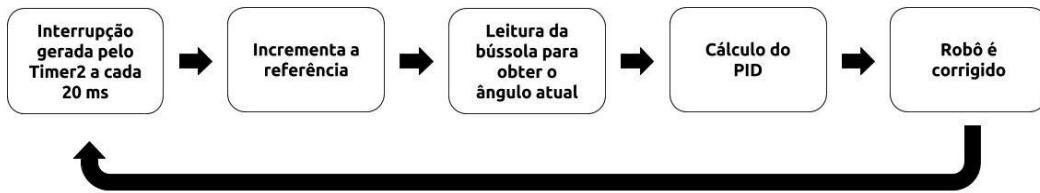


Figura 5. Fluxograma do método utilizado para fazer o robô deslocar-se em trajetórias curvas

Deve-se observar que o robô possui a lógica invertida ao determinar os valores do PWM, onde 0 significa velocidade angular (rotação) máxima e 255 motor parado. No algoritmo do PID discreto, verifica-se o erro e caso ele seja positivo significa que o ângulo de referência (direção desejada) é maior que o atual, portanto, deve-se corrigir o robô virando para a direita, com potência da roda esquerda maior que a da direita. Caso o erro seja negativo, ocorre tudo de forma oposta. Os testes foram realizados em uma arena (campo) com dimensões de 150 cm x 130 cm (IEEE, 2014), e foi utilizada uma *webcam* para obter os pontos da posição do robô enquanto este fazia o caminho em linha reta. Foram utilizadas 3 velocidades, V1, V2, V3.

A determinação dos valores para os ganhos do PID seguiu os seguintes passos (Wescott, 2000):

- Colocou-se o ganho proporcional em um e os outros em zero;
- Elevou-se o ganho derivativo até ocorrer oscilação;
- Estabeleceu-se um ganho proporcional entre 1 e 100, quando não havia estabilização;
- Diminuiu-se o ganho proporcional em fator de 8 ou 10 até a oscilação parar;
- Iniciou-se com um ganho integral entre 0.0001 e 0.01 que foi aumentando até se obter uma boa performance;

## 2.5 Montagem do Robô

Ao término de todas as etapas, obteve-se um robô totalmente funcional para a competição de robótica LARC. Este se tornou satisfatório não sendo necessárias mudanças durante o período de treino e calibração do time, visto que o robô foi construído e idealizado desde o início para a tarefa única de jogar futebol de robôs. No detalhe (Figura 6), pode ser observada a placa do circuito eletrônico embarcado do robô com todos os componentes utilizados no desenvolvimento do projeto; o robô (vista inferior) já com a estrutura montada, fazendo o uso das esferas de metal para apoio e locomoção e o robô com a bola, cobrindo-a com os 30% permitidos conforme regras (para efeito de noção da dimensão do tamanho do robô, ao lado, está uma moeda de 50 centavos). Pode se observar também o resultado final do robô montado, totalmente funcional, com marcações no topo para ser reconhecido pelo sistema de visão computacional.

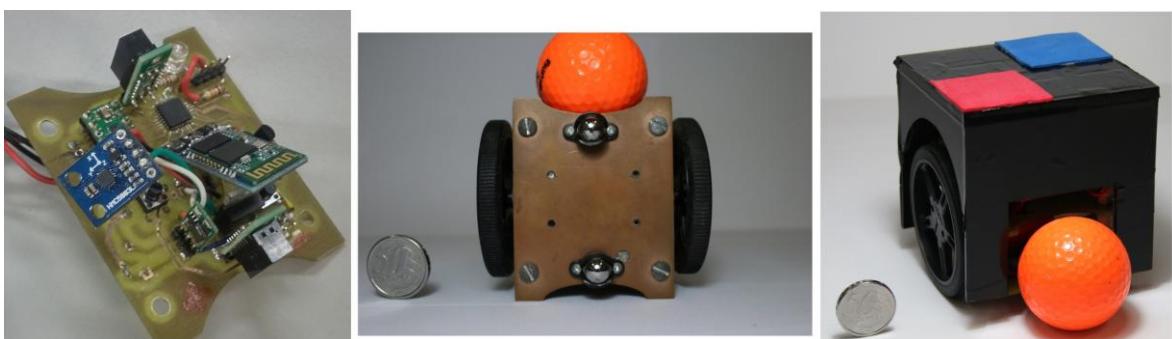


Figura 6. Placa do circuito eletrônico embarcado, vista inferior do robô e montado

### 3. CONCLUSÃO

A motivação deste trabalho se dá pela complexidade de um sistema robótico, em que diversas habilidades específicas puderam ser aprendidas e aperfeiçoadas, sendo que a principal motivação foi apresentar uma técnica inovadora para movimentação dos robôs jogadores na categoria IEEE *Very Small Size Soccer*.

Com a técnica proposta, os próprios robôs controlam a manutenção de suas trajetórias, compensando diferenças entre os dois motores, entre as duas caixas de redução, entre as duas pontes-H e eventuais perdas de tração, situação que nem a utilização de encoders nas todas resolve. Além disso, com o sistema proposto o computador de controle precisa fazer menos cálculos para realizar a movimentação dos três robôs do time, e a câmara não precisa ser de alto desempenho. Assim, consegue-se uma diminuição de custo, já que três bússolas são relativamente baratas, quando comparadas com computadores e câmaras de alto desempenho (com elevada taxa de *frames* por segundo).

Como trabalhos futuros pode-se citar a utilização da técnica proposta em testes no laboratório e nas competições. Acredita-se que o presente trabalho contribuiu com os avanços na categoria de futebol de robôs *Very Small Size Soccer*.

### REFERÊNCIAS

- IEEE 1996 Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol. 45, pp. 271-274, no. 1, February 1996.
- IEEE, 2014. *Rules for the IEEE Very Small Competition Version 1.0*.
- Kim, J. H.; Seong, P. H.; 1996 *Experiments on Orientation Recovery and Steering of an Autonomous Mobile Robot Using Encoded Magnetic Compass Disc*.
- Nicolosi, D. and C.; Bronzeri, R. 2005 *Microcontroller 8051 com linguagem C: Prático e Didático – Família AT8958252 Atmel*. 1 ed. São Paulo: Editora Ética.
- Sandi, F et al., 1993, *Sistema para Navegação e Guiagem de Robôs Móveis Autônomos*. SBA Controle & Automação, Vol. 9, pp. 107-118, No. 3 / Set. Out., Nov e Dezembro.
- SDCC. 2014, Small Device C Compiler, [sdcc.sourceforge.net](http://sdcc.sourceforge.net)
- Silicon Labs., 2006. Datasheet: C8051F310/1/2/3/4/5/6/7 – 8/16 kB ISP Flash MCU Family
- Wescott, T. 2000 PID Without a PhD. *Embedded Systems Programming*.
- Wen Shing. 2016 Datasheet: <http://www.ozitronics.com/data/rws3716c.pdf>

# UM MODELO DE ONTOLOGIA PARA RASTREABILIDADE DA ERVA-MATE (*ILEX* *PARAGUARIENSIS ST. HILL*) ORGÂNICA

Silvia Ribeiro Mantuani, José Amande Silva,

Alaine Margarete Guimarães e Maria Salete Marcon Gomes Vaz

Programa de Pós- Graduação em Computação Aplicada a Agricultura da Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Avenida General Carlos Cavalcanti, 4748 - Uvaranas, Ponta Grossa - PR, 84030-900, Brasil

## RESUMO

Sistemas de rastreabilidade permitem verificar a situação de um produto em qualquer fase de seu histórico na cadeia produtiva, atuando como recurso essencial para garantir segurança alimentar e controle de qualidade. A obtenção e o controle das informações durante o processo é realizado por diferentes agentes gerando a necessidade de padronização dos termos dos dados compartilhados por toda a cadeia produtiva. A construção de uma ontologia formaliza o conhecimento de um domínio para auxiliar na gestão das informações envolvidas durante todas as etapas do processo. Este artigo tem por objetivo elaborar uma ontologia para a rastreabilidade de erva-mate (*Ilex Paraguariensis St. Hill*) orgânica, criando modelo de dados para rótulos e registros que obedecem as normas de conformidade orgânica dos produtos. Foi utilizado o método *Ontology Development 101* para a construção da ontologia. Como resultado é apresentado um sistema de representação de conhecimento e seu vocabulário, com a descrição da ontologia, termos, classes, hierarquias, propriedades, restrições e instâncias. Os resultados demonstram que rastreabilidade vinculada à certificação da erva-mate orgânica produz informações que necessitam de controle efetivo por todos os agentes envolvidos na cadeia produtiva. O desenvolvimento da ontologia intensifica o uso da definição do conhecimento do domínio como mecanismo de gestão e padronização de informações em todas as etapas do processo produtivo.

## PALAVRAS-CHAVE

Rastreabilidade, ontologia, orgânico, erva-mate, certificação

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, os processos de produção de alimentos aumentaram sua eficiência através de novas práticas agrícolas e da utilização intensiva de mecanização no campo e utilização de defensivos agrícolas em larga escala, produzindo resíduos químicos e podendo ocasionar prejuízos ao consumidor.

A agricultura orgânica produz alimentos utilizando manejo sustentável do solo, adubos orgânicos, produção de sementes crioulas, contribuindo para a saúde do agricultor e do consumidor. O aproveitamento dos recursos da propriedade, incluindo as áreas consideradas como Unidades de Conservação (Lei 9.985, 2000), permite a produção e comercialização de produtos agrícolas mais saudáveis.

A agricultura orgânica é realizada em pequenas propriedades com o objetivo de utilizar melhor a área disponível. A erva-mate destaca-se no mercado de orgânicos, já que uma das vantagens apresentadas para esse tipo de cultivo é o aproveitamento de áreas de conservação ambiental. Além disso, apresenta importância econômica para muitos municípios do Sul do Brasil, sendo o principal produto não madeireiro do agronegócio florestal na região. É um produto de grande aceitação no mercado internacional por conter componentes como a cafeína (EMBRAPA, 2016).

O uso da rastreabilidade em produtos orgânicos apresenta-se como adequado e eficiente, já que sistemas de rastreabilidade atestam a origem e a trajetória do produto e são importantes na adoção de certificação orgânica e na comprovação da qualidade da erva-mate. Por meio da rastreabilidade é possível constatar a indicação geográfica, a denominação de origem e a indicação de procedência (RUCKER; GORTARI, 1997).

No processo de desenvolvimento/acompanhamento da rastreabilidade de um alimento específico, existe a necessidade de identificar e compreender as diferentes relações entre os agentes de produção, transporte e de

manufatura desse alimento. Isso ocorre devido às características de cada fase da produção e distribuição da cadeia produtiva.

A obtenção e o controle das informações durante o processo são realizados por diferentes agentes, gerando a necessidade de padronização dos termos de dados compartilhados por toda a cadeia produtiva. A construção de uma ontologia formaliza o conhecimento de um domínio para auxiliar na gestão de informações, qualidade e segurança durante todas as etapas envolvidas no processo.

A rastreabilidade da erva-mate convencional é descrita por Schuchmann (2002), que a partir de entrevistas com agricultores elaborou um quadro com as etapas envolvidas na produção, beneficiamento e distribuição. No trabalho de Debitil (2014) foi definida uma ontologia para a rastreabilidade na cadeia produtiva de sementes, por meio de pesquisas em leis, regulamentos e padrões de qualidade estabelecidos para a rastreabilidade de sementes.

Para a construção da ontologia para rastreabilidade da erva-mate orgânica uniu-se as características apresentadas por Schuchmann (2002), dentro de uma estrutura ontológica exemplificada por Debitil (2014), pois não foi identificada na literatura uma ontologia específica para a rastreabilidade da erva-mate orgânica, agregando informações referentes à certificação orgânica.

Este artigo tem por objetivo apresentar uma ontologia para a rastreabilidade de erva-mate (*Ilex Paraguariensis St. Hill*) orgânica, gerando modelo de dados para rótulos e registros, obedecendo às normas de conformidade orgânica dos produtos.

## 2. ERVA-MATE (*ILEX PARAGUARIENSIS ST. HILL*) ORGÂNICA

A erva-mate é um produto encontrado na América do Sul, em especial nos Países Brasil, Paraguai e Argentina. Por ser uma cultura de clima subtropical e temperado, no Brasil, sua cultura se concentra nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, associada à mata de araucária (EMBRAPA, 2016).

Segundo Mazuchowski (1988), a erva-mate é obtida de partes da planta, como folhas, galhos parcialmente desidratados e triturados, conhecida como *Ilex Paraguariensis St. Hill*. Pertencente à família Aqüifoliácea, possuindo porte de uma laranjeira. Suas folhas e ramos são verdes e quando beneficiadas são transformadas em chá, pó solúvel, essências e erva para chimarrão.

A cadeia produtiva da erva-mate é simples, precisando de melhorias e avanços tecnológicos, sendo que sua produção é realizada em pequenas propriedades rurais e em áreas de preservação. O plantio dessa cultura consiste na plantação dos ervais e o beneficiamento na coleta ou poda, secagem, sapecagem, cancheamento e Trituração das folhas e galhos.

De acordo com dados do Ministério da Agricultura e Abastecimento – MAPA (2016) é uma cultura nativa e possui vínculo com florestas de Araucária, possibilitando seu plantio ser realizado em áreas protegidas para reflorestamento sem afetá-la, favorecendo o cultivo sustentável nas propriedades. O Brasil produz cerca de 860 mil toneladas de erva-mate verde (IBGE, 2015).

## 3. RASTREABILIDADE E ONTOLOGIA

Rastreabilidade está associada à necessidade de localizar um produto em qualquer momento de seu histórico na cadeia produtiva – plantio, colheita, transporte, armazenamento, processamento, distribuição e venda – atuando como requisito fundamental para processo de segurança alimentar e controle de qualidade (ISO, 2005).

Pizzuti et. al. (2014) descrevem em seu trabalho uma ontologia alimentar para fins de rastreabilidade, com o objetivo de incluir os conceitos alimentares mais representativos, envolvidos na cadeia de alimentos em uma única hierarquia ordenada, capaz de integrar e conectar as principais características do domínio rastreabilidade dos alimentos. Em Aung e Chang (2013), a rastreabilidade é aplicada como uma ferramenta para auxiliar na garantia da segurança e qualidade alimentar, bem como para alcançar a confiança do consumidor.

Badia-Melis et. al. (2015) destacam a importância da rastreabilidade na cadeia produtiva, para garantir a qualidade e autenticidade dos produtos, por meio dos registros e o acesso das informações da produção e manuseio dos dados em qualquer ponto da cadeia produtiva. Os autores apontam quais são as melhores

tecnologias disponíveis e métodos utilizados no contexto de produção. Ressaltam a importância da padronização dos registros em todos os processos envolvidos na cadeia.

A ontologia surge como uma forma adequada e eficiente para estabelecer a estruturação dos dados para sistemas de rastreabilidade e permitir que os mesmos possam ser integrados com consistência. Segundo Gruber (1993) é um conjunto de conceitos padronizados, termos e definições para determinado domínio, isto é, é uma especificação explícita de uma conceituação.

Ontologias podem ser utilizadas para recuperação de informação na internet, processamento de linguagem natural, gestão do conhecimento, web-semântica e educação, oferecendo vantagens como comunicação, formalização, representação de conhecimento e reutilização. Cada ontologia tem sua finalidade, seu contexto compartilhado e permite a reutilização dos componentes, sendo uma forma de registrar e documentar conceitos e seus relacionamentos.

Uma ontologia pode ser desenvolvida por diversas metodologias como *Cyc* (REED e LENAT, 2002), *Uschold Y King* (USCHOLD e KING, 1995), *Gruninger e Fox* (GRUNINGER e FOX, 1995), *Kactus* (BERNARAS, LARESGOITI e CORERA, 1996), *Methontology* (FERNANDEZ, GOMEZ-PEREZ e JURISTO, 1997), *Sensus* (SWARTOUT et. al., 1996), *On-To-Knowledge* (STAAB et. al., 2001), *Ontology Development 101* (NOY e MCGUINESS, 2001), entre outras.

Os métodos têm aspectos comuns, como a definição do escopo, classes, subclasses, propriedades (relações) e instâncias, oscilando de acordo com o direcionamento de sua aplicação, não constando na literatura um método que atenda todos os processos ou passos para o desenvolvimento de ontologias, não existindo uma única maneira de modelar o domínio (NOY e MCGUINESS, 2001).

De acordo com o estudo realizado, o Método *Ontology Development 101* apresentou-se como adequado para alcançar o objetivo desta pesquisa, possuindo 7 (sete) passos, sendo eles: (1) Determinar o domínio e o escopo da ontologia. Limita-se ao objeto de estudo, estabelecendo o domínio e para quê ele deve ser desenvolvido; (2) Considerar a reutilização das ontologias existentes. Utilizado para tornar o processo de construção mais rápido, fazendo reuso de ontologias existentes, evitando duplicações sobre determinado domínio; (3) Enumerar termos importantes na ontologia. Quais termos utilizar, suas propriedades, características e representações, auxiliando para entender o significado do domínio, como no trabalho proposto por Schuchmann (2002); (4) Definir as classes e a hierarquias de classes. Caracterizam-se os objetos como independentes, tornando-os a base da hierarquia de classes, e resultando na organização das classes e definindo os demais objetos ou instâncias dentro dessa hierarquia taxinômica; (5) Definir as propriedades das classes. Nesse passo descrever-se as estruturas internas dos conceitos, considerando as características intrínsecas, extrínsecas, sua estruturação física e abstrata, relacionamentos com outros indivíduos ou objetos. Todas as características de uma classe são herdadas pelas subclasses a ela associada; (6) Definir as restrições das classes. São descritos o tipo do valor (texto, número, booleano) e os valores que cada propriedade pode aceitar (única ou múltipla); e (7) Criar as instâncias. É realizada a criação das instâncias individuais das classes geradas na hierarquia. Para isso é necessário escolher a classe, criar a instância individual da mesma e preencher os valores das propriedades.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento da ontologia para rastreabilidade da erva-mate (*Ilex Paraguariensis St. Hill*) orgânica foi utilizado o método *Ontology Development 101*, por ser um método prático, sem a necessidade de ferramentas específicas para seu desenvolvimento e rápida aplicação, além de conter características das principais metodologias analisadas. Para a construção da ontologia proposta são realizados 7 (sete) passos, sendo eles: determinar escopo, considerar reuso, enumerar termos, definir classes, definir propriedades, definir restrições e criar instâncias.

Cada passo foi executado da seguinte forma: (1) Realizado o levantamento bibliográfico referente ao tema, mediante pesquisas em artigos científicos, dissertações de mestrado, teses de doutorado, livros, além de entrevista com proprietário de uma empresa que produz erva-mate orgânica. (2) Esse passo não foi efetuado, já que inexistem ontologias para rastreabilidade de erva-mate orgânica adequada para reuso. (3) Enumeraram-se 10 termos. (4) Identificaram-se 111 classes. (5) Definiram-se as propriedades relacionando as classes e buscando a integração dos dados para rastreabilidade. (6) Estabeleceram-se os tipos de acordo

com características definidas 3, 4 e 5. (7) Realizaram-se testes de simulação no *Protégé* referente à estrutura ontológica.

O software *Protégé* 4.3 é um editor de ontologias desenvolvido pelo Centro de Stanford para Informática Biomédica Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de Stanford (<http://protege.stanford.edu>), sendo definido para construir a ontologia proposta neste artigo, e trata-se de um software de código livre que fornece interface gráfica de usuário para definir ontologias, além de incluir classificadores dedutivos para validar a consistência dos modelos e para inferir novas informações com base na análise de uma ontologia. A validação foi realizada com testes de simulação sobre a estrutura da ontologia gerada por meio do *Protégé* 4.3 e suas ferramentas de inquisição ontológica.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta pesquisa foi identificada a importância da erva-mate como produto orgânico, viável economicamente, gerando sustentabilidade em áreas de proteção ambiental e também aos pequenos produtores. Conforme os dados analisados foram levantados o vocabulário semântico e a relação hierárquica da produção e beneficiamento da erva-mate. Verificaram-se as normas da legislação pertinentes aos orgânicos na cadeia produtiva da erva-mate e as incorporaram na hierarquia e propriedades de relacionamento entre as classes, objetivando a inclusão da rastreabilidade, em conformidade com a Lei nº 10.831, de 23 de Dezembro 2003, consolidando o domínio da ontologia proposta.

A partir da estrutura de rastreabilidade para erva-mate, identificada por Schuchmann (2002), foram transferidos os conceitos e tópicos para a base da ontologia discutida e ampliada neste artigo. Em seu trabalho, foram definidas as classes para a rastreabilidade da erva-mate convencional, tais como Insumos e Matéria Prima em relação à produção de mudas/sementes, cultivo da planta – extrativista, produção não tecnicificada, produção tecnicificada, colheita – poda e orgânico. O transporte descreve o tipo veículo e condições de transporte. A indústria descreve os processos envolvidos como secagem, cancheamento beneficiamento e armazenamento. A comercialização define como é realizada a venda do produto, sendo anual no próprio pé, após o sapeco e o cancheamento do próprio agricultor e arrendamento da área de produção. A certificação define o processo de certificação de erva-mate.

Para atender o objetivo desse artigo, além das classes levantadas por Schuchmann (2002), acrescentaram-se as principais superclasses desdobradas em diversas classes para fazer parte da construção das relações e restrições que compõem e descrevem o domínio da produção e comercialização da erva-mate. Na Figura 1 são apresentadas às classes referentes à classe principal Erva-Mate:

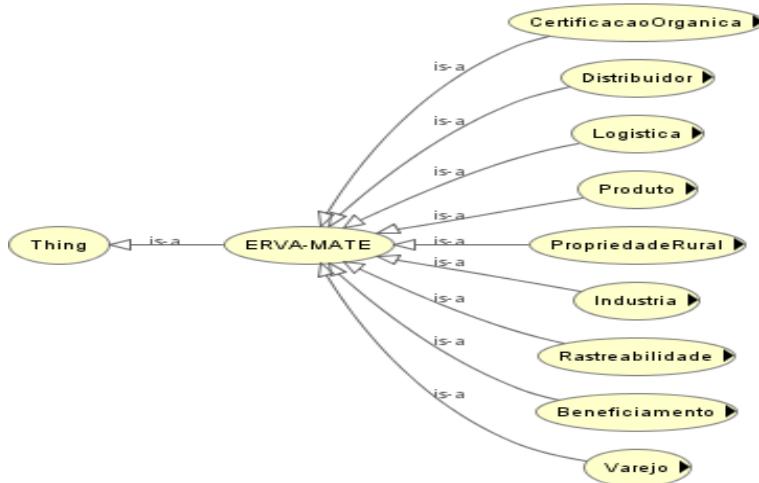


Figura 1. Termos enumerados para a rastreabilidade da erva-mate (*Ilex Paraguariensis St. Hill*) orgânica

Legenda: Principais superclasses levantadas para representar a ontologia para rastreabilidade da erva-mate (*Ilex Paraguariensis St. Hill*) orgânica – CertificaçãoOrganica, Distribuidor, Logistica, Produto, PropriedadeRural, Industria, Rastreabilidade, Beneficiamento e Varejo

Para entender o que está presente em cada classe segue a descrição de cada superclasse e as subclasses de cada uma:

- Propriedade Rural (PropriedadeRural): É uma classe que comporta todos os conceitos sobre a produção da erva-mate, sendo considerada uma das mais importantes, pois gerará todos os dados para posterior rastreio e localização dos produtos, podendo organizar conceitos geográficos para posterior uso em agricultura de precisão. Contém subclasses que são percebidas em todo o ciclo de produção, como Localizacao, Erval, ViveiroFlorestal, AtividadeEstrativista, Colheita, PosColheita, LoteRastreabilidade, Adubacao, ErvasDaninhas, AgroQuimicos, PragaseDoencas e Proprietario.
- Características da planta (Produto): Essa classe descreve as características da erva-mate (*Ilex Paraguariensis Saint Hilaire*) ou também, de outras espécies que possam ser cultivadas na propriedade. São informações que podem ser utilizadas para a classificação adequada das espécies que são manejadas. Possui as seguintes subclasses: AreadeOcorrencia, DescricaoBotanica, Taxonomia e TiposdeErvamate.
- Controle Logístico (Logistica): A rastreabilidade necessita de acompanhamento das informações de transporte e as condições em que isso ocorre. Para essa classe têm-se as seguintes subclasses: LoteRastreabilidadeL e Transporte.
- Transformação e beneficiamento da erva-mate (Beneficiamento): Depois das informações da classe PropriedadeRural, é considerada a segunda mais importante, pois descreve o processo de transformação da erva-mate, podendo iniciar na propriedade rural e na sequência pela indústria, passando pelo transporte da matéria-prima. É nessa classe que são descritas as transformações da erva-mate, desde o Erval, industrialização, empacotamento, até o encaminhamento para a distribuição ao consumidor final (varejo). Essas classes descrevem os processos ocorridos após a colheita das folhas e galhos da erva-mate, podendo ser realizados na propriedade rural ou na indústria. As subclasses são: SapecoManual, SapecamentoMecanico, QuebramentodaErvamate, Secagem, Cancheamento, Trituracao e Empacotamento.
- Controle da Indústria (Industria): Como o beneficiamento foi descrito como uma classe, já que pode ocorrer na propriedade rural separada, a indústria conterá informações sobre o controle do momento em que erva-mate é processada, para fornecer resposta a rastreabilidade e as transformações da erva-mate em outros produtos. Têm-se as seguintes subclasses: LoteRastreabilidadeI e BeneficiamentoIndustria.
- Controle do Distribuidor (Distribuidor): Similar a classe Logistica, essa classe guarda informações sobre o produto após ser beneficiado e/ou industrializado e fará parte da cadeia comercial e distribuída, nem sempre pelo próprio produtor ou indústria. Isto é, irá para a cadeia comercial de distribuição (atacadistas, supermercados, etc.). Possui a seguinte subclasse: LoteRastreabilidadeD.
- Controle de distribuição ao consumidor final (Varejo): Essa classe guarda as informações da última etapa da comercialização da erva-mate (*in natura* ou transformada) para o consumidor final. Possui a subclasse: LoteRastreabilidadeV.
- Elementos para aplicação da Rastreabilidade (Rastreabilidade): Para ocorrer a rastreabilidade da produção da erva-mate são necessários diversos controles que vão ocorrer, inicialmente, na própria propriedade rural, conforme Subclasses ControledeAgroQuimicos, ControleDeProducao, ControleDeEstoqueArmazenado, ControleDeQualidade, ControleDeSaidadeDeProdutos, ControleEntradaDeInsumos, Lotes e NotaDeComercialização, para gerenciamento do agricultor e para garantir legitimidade na certificação orgânica. A rastreabilidade ocorrerá nos momentos em que a erva-mate for transportada e transformada, conforme Subclasses Lotes, NotaDeComercialização, TecnologiaDeRastreamento e EmbalagemIdentificada.
- Elementos para a caracterização de produção Orgânica (CertificaçãoOrganica): Nesta classe são elencados as condições de caracterização de uma produção orgânica ou estrativista. São especificadas as Subclasses CertificacaoSolidaria, EntidadeCertificadora, LegislacaoDaProducaoOrganica, ManejoOrganico e SeloDeConformidade.

A partir da enumeração dos termos, foram identificadas quais as classes, propriedades e características para a produção dessa ontologia. Para o modelo ontológico foram enumeradas 111 classes, com as 10 classes mais representativas colocadas no topo da hierarquia, 11 dessas classes são específicas para atender a proposta de ontologia para rastreabilidade da erva-mate orgânica e a criação de modelo de dados para rótulos e registros, obedecendo às normas de conformidade orgânica dos produtos. Na Figura 2 são exibidas essas classes.

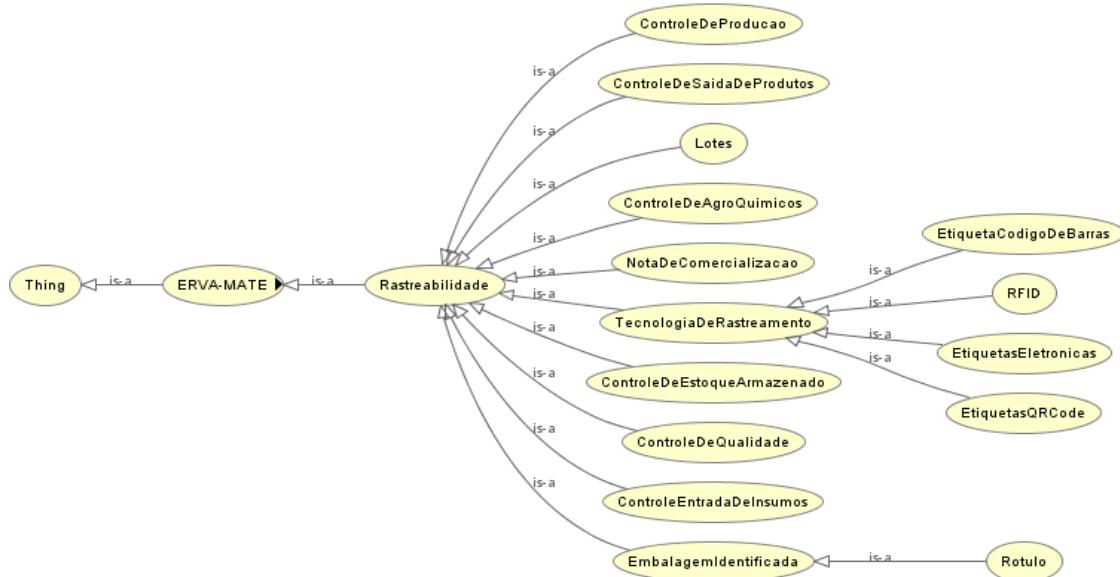


Figura 2. Classes representantes para rastreabilidade da erva-mate (*Ilex Paraguariensis St. Hill*) orgânica

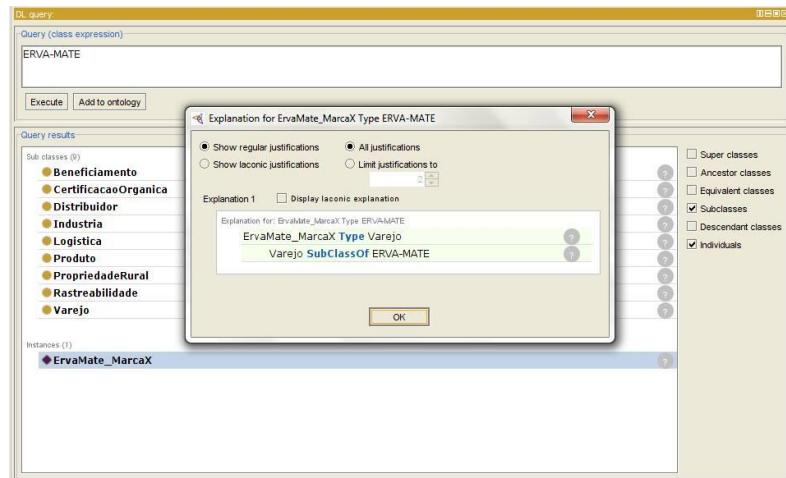
Legenda: Classes estabelecidas para atender a proposta de ontologia para rastreabilidade erva-mate (*Ilex Paraguariensis St. Hill*) orgânica, com subclasses para controle de produção, controle de saída de produtos, lotes, controle de agroquímicos, nota de comercialização, tecnologia de rastreamento – com suas subclasses: etiqueta código de barras, RFID, etiquetas eletrônicas, etiquetas QRCode – controle de estoque armazenado, controle de qualidade, controle de entrada de insumos, embalagem identificada com a subclasse rotulo

A Figura 2 possui a classe rastreabilidade, com suas subclasses. As classes identificadas possuem propriedades, atributos, instâncias que podem referenciar objetos e conter relacionamentos explicitando as relações e aplicações com as regras de negócio de uma produção comercial de erva-mate orgânica rastreável.

Para demonstrar os relacionamentos, descreve-se a propriedade "recebeLoteDeDistribuidor" como ligação entre as classes "Varejo" e "Distribuidor". Essa relação, a exemplo das outras com esse mesmo prefixo ("recebeLoteDe..."), é de transferir as informações do código de controle da rastreabilidade de uma classe para a outra, percorrendo todo o ciclo da produção: produtor rural, logística, indústria, distribuição e varejo. A rastreabilidade inicia na propriedade rural, onde devem existir os registros da produção até o momento de sua comercialização para indústria ou outra forma de distribuição. O produto, ao entrar em outra fase de beneficiamento ou distribuição, deverá carregar os dados da rastreabilidade da propriedade rural, representados por lotes impressos ou dispositivos tecnológicos que contenham a informação para uso posterior. Esses dados compõe o histórico do produto, podendo ser consultado em qualquer momento da cadeia de comercialização.

As instâncias, na ferramenta Protégé, são os registros individuais dos dados, como por exemplo, na classe "Varejo" foi criado a instância "ErvaMate\_MarcaX" que recebe o objeto "recebeLoteDeDistribuidor" para ligar a informação do lote de rastreabilidade ao produto individual descrito e acrescenta as informações individuais com os seus tipos de dados (Data Properties) apresentando as características individuais desses itens com os seguintes descritores: CódigoBarra, RastreioLoteVarejo, DataEnvase, DataVencimento, Produtor. Com essas informações de rastreabilidade é possível rótulos que atendam as exigências de identificação de um produto orgânico e sua origem.

Com isso, nessa ontologia, as classes estão ligadas entre si pela hierarquia e também pelas propriedades, possibilitando a existência de instâncias que possuirão atributos representativos e significantes dos dados disponibilizados. Na Figura 3 são apresentadas a criação da instância e o teste com o *DL Query*.

Figura 3. *DL Query* classe erva-mateLegenda: Instância e o teste com o *DL Query* realizado no *Protégé 4.3*

Para demonstrar algumas inferências da estrutura proposta nesta ontologia, utilizaram-se o *reasoners* incluído no *Protégé*, com o Algoritmo *Hermit 1.3.8*. Com o *reasoners* ativo, pode-se utilizar o *DL Query* para validar a inferência na Classe Varejo, conforme Figura 4.

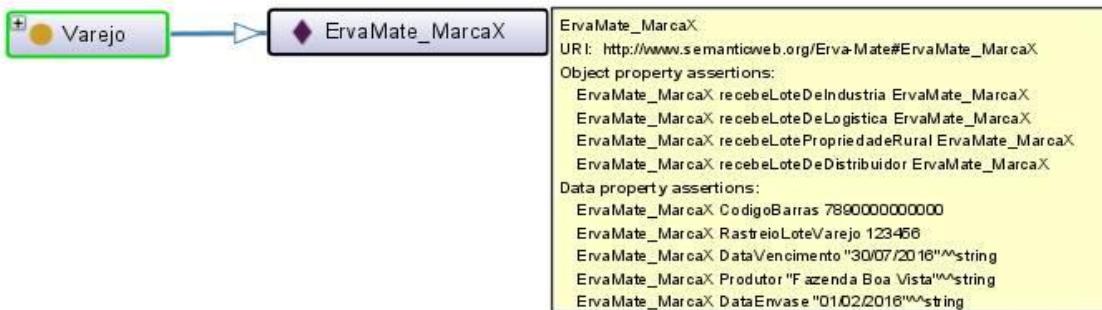


Figura 4. Relacionamentos da classe Varejo

Legenda: O *DL Query* mostra que o indivíduo/instância ErvaMate\_MarcaX pertence à classe varejo que é subclasse de Erva-Mate

## 6. CONCLUSÃO

A construção desta ontologia levou em consideração a consulta a diversos materiais como artigos, livros, legislações e a partir disso construíram-se as classes e o domínio desse produto.

Esta pesquisa possibilitou validar por meio da ontologia a proposta da Schuchmann (2002), com isso notou-se que os conceitos levantados pela autora são adequados para rastreabilidade da erva-mate e com o auxílio da Ferramenta *Protégé 4.3* foi construído uma hierarquia de classes que demonstram essa aplicabilidade.

O método *Ontology Development 101* permitiu criar a ontologia de rastreabilidade para erva-mate orgânica, ampliando a proposta Schuchmann (2002) para validar a hierarquia do conhecimento e modelo de dados que podem ser utilizados para os rótulos e registros, obedecendo às normas de conformidade orgânica.

O resultado comprova que houve construção da base de conhecimento necessária para a gestão da rastreabilidade da Erva-Mate orgânica, além de aspectos conceituais dessa construção.

Como perspectivas futuras, sugere-se fazer o reuso de partes dessa ontologia para a construção de bases de conhecimento que comporte outras culturas, utilizar outros métodos para a criação da ontologia e comparar a eficiência de cada um. Também, pretende-se desenvolver um *framework* para a exploração dessa estrutura.

## REFERÊNCIAS

- Aung, M. M.; Chang, Y. S. Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives. *Food Control*. República da Coréia, v.39, p.172-184, 2013.
- Badia-Melis, R.; Mishra, P.; Ruiz-García, L. Food traceability: New trends and recent advances: A review. *Food Control*. Espanha, v. 57, p. 393-401, 2015.
- Bernaras, A.; Laresgoiti, I.; Corera, J. Building and Reusing Ontologies for Electrical Network Applications. In: *Proceedings of the European Conference on Artificial Intelligence, ECAI/96*, p. 298-302, 1996.
- Debtil, S. J. S. Ontologia para rastreabilidade na cadeia produtiva de sementes. 2014. 68 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná. 2014.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/web/portal/busca-de-noticias/-/noticia/7990187/erva-mate-modernizacao-do-cultivo-e-diversificacao-do-uso-serao-discutidos-em-evento>> Acesso em: 24 de junho de 2016.
- Fernández-López, M.; Gómez-Pérez, A.; Juristo, N. Methontology: From ontological art towards ontological engineering. American Association for Artificial Intelligence. Relatório Técnico, Madri, 1997.
- Gruber, T. R. A translation approach to portable ontologies. *Knowledge Acquisition*, Califórnia, v. 5, n. 2, p. 199-220, 1993.
- Gruninger, M.; Fox, M. S. Methodology for the design and evaluation of ontologies. In: *Workshop on Basic Ontological Knowledge Sharing*. Montreal, 1995.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola da erva-mate, 2015. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/anos\\_anteriores\\_2015.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/anos_anteriores_2015.shtm)>. Acesso em: 24 de junho de 2016.
- ISO 9000:2005: Organization for Standardization. Disponível em: <[http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_ics/catalogue\\_detail\\_ics.htm?csnumber=42180](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=42180)>. Acesso em: 02 de Maio de 2016.
- LEI Nº 9.985/2000, de 18 de Julho de 2000. Presidência da República do Brasil. Dispõe sobre Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC e dá outras providências. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>> Acesso em: 25 de Junho de 2016.
- LEI Nº 10.831/2003, de 23 de Dezembro de 2003. Presidência da República do Brasil. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em: 03 de Maio de 2016.
- MAPA – Ministério da Agricultura e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em 24 de Junho de 2016.
- Mazuchowski, J. Z. Manual da erva-mate: (*Ilex paraguariensis* St. Hill.). 1ª edição. Curitiba: EMATER, 1989. 104 p.
- Noy, N.F.; McGuinness, D.L. *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*. Califórnia: Universidade Stanford, 2001, 25 p.
- Pizzuti, T.; Mirabelli, G.; Sanz-Bobi, M. A., González, F. G. Food Track & Trace ontology for helping the food traceability control. *Journal of Food Engineerin*, Madri, v.120, p.17-30, 2014.
- PROTÉGÉ. Disponível em: <[protege.stanford.edu](http://protege.stanford.edu)> Acesso em: 10 de maio de 2016.
- Reed, S. L.; Lenat, D. B. Mapping ontologies into cyc. American Association for Artificial Intelligence. Relatório Técnico. Texas, 2002.
- Rucker, N. G. A.; Gortari, J. Comércio exterior do mate: cooperação empresarial na competitividade. In: *Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 1.; Reunião Técnica do Cone Sul Sobre a cultura da Erva-Mate, 2.*, 1997, Curitiba. Anais. Colombo: EMBRAPA-CNPF, 1997. p.9-22.
- Schuchmann, C. E. Z. Ações para a formulação de um protocolo de rastreabilidade de erva-mate. 2002. 94 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Erechim – Rio Grande do Sul, 2002.
- Staab, S.; Studer, R.; Schnurr, H.-P.; Sure, Y. Knowledge processes and ontologies. *IEEE Intelligent Systems*, Alemanha, v.16, p.26-34, 2001.
- Uschold, M.; King, M. Towards a Methodology for Building Ontologies. In: *Workshop on Basic Ontological Knowledge Sharing*, Universidade de Edinburgh. Reino Unido, 1995.

# ANÁLISE DE EVASÃO NOS CURSOS SUPERIORES DE COMPUTAÇÃO: UMA ABORDAGEM USANDO ANÁLISE DE SOBREVIVÊNCIA E ALGORITMO APRIORI

Raphael Magalhães Hoed<sup>1</sup> e Marcelo Ladeira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais, Brasil*

<sup>2</sup>*Universidade de Brasília, Brasil*

## RESUMO

A técnica estatística de Análise de Sobrevida e a mineração de regras de associação via algoritmo *Apriori* foram aplicadas neste artigo, usando registros dos alunos dos cursos de Bacharelado em Ciência da Computação, Licenciatura em Computação, Engenharia de Computação e Engenharia de Software da Universidade de Brasília (UnB). Esse artigo verifica o comportamento da evasão nos cursos de Computação ao longo dos períodos cursados, a influência que o gênero e a reprovação na disciplina de Cálculo 1 e em disciplinas iniciais de Algoritmos exerce sobre a evasão. A partir do emprego de técnicas estatísticas e de mineração de regras de associação, espera-se obter maior entendimento do fenômeno da evasão nos cursos superiores de Computação.

## PALAVRAS-CHAVE

Evasão, Computação, Mineração, Sobrevida

## 1. INTRODUÇÃO

A evasão nos cursos superiores de Computação é um problema que atinge o Brasil e vários outros países, conforme será mostrado na seção 2 desse trabalho. É sabido que é dever das instituições de ensino prover condições para a permanência dos discentes no curso. Tanto nas instituições privadas quanto nas públicas a evasão leva à perda de receitas. A melhor compreensão do fenômeno de evasão pode auxiliar na adoção de medidas mais eficazes no sentido de mitigar o problema de evasão.

O objetivo geral desta pesquisa é analisar fatores relacionados à evasão nos cursos superiores de Computação a partir de dados fornecidos pela secretaria de registros acadêmicos da Universidade de Brasília (UnB) - Brasil. Nesse estudo considera-se evadido aquele aluno que é desligado do curso antes da sua conclusão por qualquer motivo (exceto por falecimento). A seguinte hipótese será investigada nessa pesquisa: os alunos que reprovam em disciplinas iniciais de Cálculo e Algoritmos tem maior predisposição a evadirem.

São utilizadas nesse trabalho técnicas estatísticas de Análise de Sobrevida, a partir da função de sobrevida de *Kaplan-Meier* e mineração de dados usando o algoritmo *Apriori* para minerar regras de associação, analisando-se os seguintes cursos superiores de Computação ofertados pela UnB: Bacharelado em Ciência da Computação, Licenciatura em Computação, Engenharia de Computação e Engenharia de Software. O intuito é verificar a sobrevida dos alunos considerando-se o evento evasão, e levando em conta os seguintes fatores: gênero, reprovação em disciplinas iniciais de Matemática e reprovação em disciplinas iniciais de algoritmo. Foram considerados no estudo os ingressos nos cursos citados no período 2005 a 2015. Também é verificado a ocorrência de regras de associação entre as variáveis descritas, levando-se em conta também o período em que o aluno evadiu.

Este artigo segue a seguinte organização: A seção 2 mostra a fundamentação teórica, explorando o problema de evasão e discorrendo sobre as técnicas estatísticas e de mineração de dados empregadas; A seção 3 mostra a metodologia empregada no estudo; A seção 4 mostra os estudos realizados e os resultados obtidos. A seção 5 exibe as conclusões obtidas e sugestões para trabalhos futuros.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção está dividida em duas subseções: a subseção 2.1 trata do conceito de evasão e do problema de evasão nos cursos superiores de Computação e a subseção 2.2 discorre sobre a técnica estatística de Análise de Sobrevivência e o algoritmo *Apriori* para mineração de regras de associação.

### 2.1 O Problema da Evasão em Cursos de Computação

Antes de discorrer sobre evasão nos cursos de Computação é importante conceituar a evasão. O conceito de evasão pode mudar dependendo da abordagem e do contexto. Em estudo feito pela comissão especial de estudos sobre a evasão nas universidades públicas brasileiras (SESu/MEC - ANDIFES – ABRUEM) (MEC, 1997) são apresentados os conceitos de evasão de curso (desligamento apenas do curso, sem desvinculo com a instituição); evasão da instituição (desligamento da instituição na qual está matriculado); evasão do sistema (abandono do ensino superior). Em relação à adoção do conceito mais apropriado a respectiva comissão afirma que isso deve ser feito em função do objetivo pretendido. Nesse estudo será contemplada a evasão de curso, já que interessa, nesse caso, qualquer desvinculo do aluno com o curso de Computação, ainda que ele tenha permanecido na instituição.

A evasão em cursos de Computação é um problema em vários países. Foi verificado que os cursos da área de Ciência da Computação da Universidade de Tecnologia de Helsinki na Finlândia, tem de 500 a 600 inscrições anuais e as taxas de evasão tem variado entre 30 e 50% (Kinnunen e Malmi, 2006). Uma comparação feita entre a evasão nos cursos de graduação em Computação e Mestrado em Educação ofertados pela Hellenic Open University revelou que dos 1.230 alunos de graduação matriculados no curso de Informática entre 2000 e 2002, 349 desistiram (28,4%) e dos 1.220 alunos matriculados no curso da área de Educação, 173 evadiram (14,2%) (Pierrakeas et al., 2004). Segundo estudo realizado pela Higher Education Authority (HEA) (Mooney et al., 2010) na Irlanda, analisando-se os anos letivos de 2007/08 a 2008/09, verificou-se que os cursos de Ciência da Computação experimentaram a mais alta taxa de evasão, com 27% desses alunos saindo ainda no primeiro ano. Os cursos com a menor taxa de abandono foram medicina, com apenas 2%, seguido por direito, com 3%. Esse estudo também mostrou que os homens são ligeiramente mais propensos a evadir do que as mulheres, com 17% de taxa de evasão entre os homens em comparação com 13% de taxa de evasão entre as mulheres. Outro dado interessante do estudo é que os estudantes com baixos níveis de escolaridade em matemática são mais propensos a abandonar um curso de ciência ou tecnologia. Um estudo publicado também pela HEA em 2016 (Liston et al., 2016), analisando-se os anos letivos de 2012/13 a 2013/14 na Irlanda, mostrou resultados semelhantes ao estudo anterior, com as áreas de Construção e Afins, Serviços, Ciência da Computação e Engenharia com as maiores taxas de evasão e com mulheres apresentando menores taxas de evasão em todos os níveis e setores em relação aos homens. No Brasil, no período 2001-2005, a taxa de evasão nos cursos de Computação foi uma das mais altas do país com média de 32%, sendo que a evasão nacional teve média de 22% no período (Silva Filho et al., 2007).

Em relação às causas de evasão em cursos superiores da área de Computação, um estudo realizado na Hellenic Open University - Patras, Grécia elencou as principais causas de evasão em cursos superiores de Ciência da Computação para os anos letivos de 2000-2001 e 2001-2002: Profissional (62,1%), acadêmico (46,2%), familiar (17,8%), pessoais (8,9%), relacionado a saúde (9,5%) (Xenos et al., 2002). Um estudo realizado na Universidade AL-AQSA – Palestina envolvendo 1290 registros de alunos no período de 2005 a 2011 em cursos de Ciência da Computação, usando técnicas de mineração de dados, constatou que o êxito em disciplinas iniciais do curso relacionadas a algoritmos diminui a probabilidade de abandono do aluno (Abu-Oda e El-Halees 2015). Em relação ao uso da Matemática em cursos superiores de Computação, Gruner (Gruner, 2015) afirma que os estudantes de Ciência da Computação na África do Sul que pretendem tornar-se pesquisadores ou cientistas é atualmente baixa e a popularidade da Matemática abordada no currículo dos cursos está em queda. Byrne e Lyons (2001 apud Stamouli et al., 2004) sugerem que existe uma relação entre as habilidades de programação e experiência em matemática. De acordo com Savage e Hawkes (2000, apud Stamouli et al., 2004), A preocupação com a queda no domínio de habilidades matemáticas básicas dos alunos levou várias universidades do Reino Unido a estabelecerem Centros de Apoio a Matemática para cursos como Matemática, Computação e Engenharia. As causas de evasão no ensino superior que aparecem com maior frequência no Brasil de acordo com a produção acadêmica sobre o assunto são: falta de condições financeiras, influência familiar, questão vocacional, reprovações em disciplinas que

requerem conhecimento matemático, qualidade do curso, localização da instituição, trabalho, idade do aluno com evasão mais alta verificada entre os de maior idade (Souza et al., 2012). Verifica-se que a questão vinculada à aprendizagem em matemática figura entre as principais causas de evasão em cursos superiores.

## 2.2 Análise de Sobrevivência e Mineração de Regras de Associação

A análise de sobrevivência tem um grande número de aplicações que não se restringem apenas à área da saúde. De acordo com Oliveira e Lins (Oliveira e Lins, 2011) a análise de sobrevivência “é aplicável quando se pretende analisar dados ao longo do tempo, buscando, entre outras informações, o tempo de ocorrência de um dado evento de interesse”. No presente estudo, o evento de interesse se trata da evasão de alunos.

Um outro aspecto importante da análise de sobrevivência é a presença de dados censurados. De acordo com Oliveira e Lins (Oliveira e Lins, 2011), “a análise de sobrevivência possui como característica fundamental a existência de censuras, que são basicamente observações parciais da resposta”. No contexto da análise realizada nesse trabalho, o falecimento de um aluno durante o período avaliado, ou um aluno que continua na instituição findado o período de observação, seriam exemplos de censura, visto que o evento de interesse é a evasão.

Segundo Colosimo e Giolo (2006 apud Oliveira e Lins, 2011), podemos ter os seguintes tipos de censura:

Censura à direita do tipo I: O estudo se encerra após um tempo, mesmo que o evento terminal não ocorra; Censura à direita do tipo II: O estudo se encerra após obter um número pré-definido de observações do evento terminal; Censura aleatória: um participante é removido do estudo sem que tenha sido observado a ocorrência do evento terminal. No contexto desse estudo, tem-se como evento terminal a evasão dos alunos.

A curva de Sobrevivência é definida como a probabilidade do evento em estudo não falhar até o tempo  $t$ , ou seja, a chance do evento terminal ser observado após o tempo  $t$ . Isto é descrito como a equação (1), sendo uma função sempre monotônica decrescente (Oliveira e Lins, 2011):

$$S(t) = P[T > t] \quad (1)$$

De acordo com Oliveira e Lins (Oliveira e Lins, 2011), “a análise de sobrevivência é a técnica ideal para analisar respostas binárias (ter ou não ter um evento) relacionadas aos tempos dos indivíduos”.

As duas principais técnicas de análise de sobrevivência empregadas em estudos são diferenciadas da seguinte forma: O método Atuarial divide o tempo em estudo em intervalos equivalentes, estimando a probabilidade que os participantes sobreviventes ao início de cada intervalo tem de sofrer o evento terminal até final desse intervalo. O método de *Kaplan-Meier* divide o tempo em um seguimento de intervalos, e os limites correspondem ao tempo de seguimento em que houve eventos. A técnica de *Kaplan-Meier* usa a data exata do evento terminal, tornando o resultado mais preciso (Botelho et al., 2009).

Existem vários testes que podem ser usados para verificar a significância estatística em estudos de análise de sobrevivência. O software *SPSS Statistics*, em suas versões mais recentes, disponibiliza os seguintes testes estatísticos para análise de sobrevivência: *Logrank*, *Breslow* e *Tarone-Ware*. Em relação a estes testes, pode-se dizer o seguinte:

De maneira geral, esses testes consistem em calcular uma estatística ponderada que, sob a hipótese nula (hipótese de que os grupos de medidas são amostras originadas da mesma população), tem distribuição conhecida. Entretanto os testes possuem regras de atribuição de peso para melhor discriminar as curvas em determinadas etapas de sua evolução temporal. No teste *Logrank*, os pesos são atribuídos de maneira a enfatizar diferenças ao final das distribuições de tempo de vida. O teste de *Breslow* enfatiza diferenças no início da distribuição do tempo de vida. O teste de *Tarone-Ware*, por sua vez, foi desenvolvido com o objetivo de discriminar distribuições em fases intermediárias do tempo de vida (Lima Júnior et al., 2012).

Além da técnica de *Kaplan-Meier* será usado nesse trabalho também o algoritmo *Apriori* para mineração de regras de associação, para descobrir associações importantes entre os dados e validar as ocorrências verificadas via análise de sobrevivência. A descoberta de regras de associação pode ser decomposta em duas etapas, de acordo com Agrawal et al. (1993 apud Romão et al., 1999): localizar os conjuntos de itens (*itemsets*) que apresentam suporte superior ao mínimo definido à partida; utilizar os *itemsets* obtidos na etapa 1 para gerar as regras de associação do banco de dados. Algumas definições importantes sobre mineração de regras de associação: “A toda regra de associação  $A \rightarrow B$  associamos um grau de confiança, denotado por

$conf(A \rightarrow B)$ " (de Amo, 2004). O grau de confiança seria a probabilidade de que uma transação que tenha um item, também contenha o outro item. A equação (2) a seguir, formaliza essa definição (de Amo, 2004):

$$conf(A \rightarrow B) = \frac{\text{número de transações que suportam } (A \cup B)}{\text{número de transações que suportam } A} \quad (2)$$

$$\frac{\text{número de transações que suportam } A}{\text{número de transações que suportam } A}$$

Uma outra definição importante seria que "a toda regra de associação  $A \rightarrow B$  associamos um suporte, denotado por  $sup(A \rightarrow B)$  definido como sendo o suporte do *itemset*  $A \cup B$ " (de Amo, 2004). O suporte seria a proporção de transações que contém os itens. Ao definir um grau mínimo de confiança e um grau mínimo de suporte, uma regra de associação interessante seria então aquela que possui um suporte igual ou superior ao mínimo definido e aquela que possui uma confiança igual ou superior ao mínimo definido.

As fases de execução do algoritmo *Apriori* compreendem geração, poda, validação (de Amo, 2004). Resumidamente, sem entrar em detalhes sobre cada fase, na fase de geração são gerados os *itemsets* que tenham alguma chance de serem frequentes, na fase de poda são descartados os *itemsets* sem chances de serem frequentes, e na última é calculado o suporte de cada um dos *itemsets* do conjunto (de Amo, 2004). O funcionamento do algoritmo *Apriori* é descrito da seguinte forma:

Na primeira passagem, o suporte para cada item individual (conjuntos-de-1-item) é contado e todos aqueles que satisfazem o suporte\_mínimo são selecionados, constituindo-se os conjuntos-de-1-item freqüentes ( $F_1$ ).

Na segunda iteração, conjuntos-de-2-itens candidatos são gerados pela junção dos conjuntos-de-1-item (a junção é feita através da função *apriori-gen*) e seus suportes são determinados pela pesquisa no banco de dados, sendo, assim, encontrados os conjuntos-de-2-itens freqüentes. O algoritmo *Apriori* prossegue iterativamente, até que o conjunto-de-k-itens encontrado seja um conjunto vazio. (de Vasconcelos e de Carvalho, 2004)

### 3. METODOLOGIA UTILIZADA

Neste trabalho foi usado uma técnica estatística (análise de sobrevivência) em associação com a mineração de regras de associação (usando algoritmo *Apriori*). Considerou-se o processo de *KDD - Knowledge Discovery in Database* (Descoberta de Conhecimentos em Banco de Dados). Utilizou-se neste trabalho o processo de KDD em três grandes etapas de acordo com Silva e Vieira (2002 apud Pimentel e Omar, 2006) e Rezende et al. (2003 apud Pimentel e Omar, 2006): Preparação (seleção dos dados, pré-processamento e limpeza, transformação dos dados); Extração de Padrões (aplicação dos algoritmos de mineração de dados) e Pós-Processamento (avaliação dos padrões encontrados e apresentação do conhecimento).

Os estudos apresentados na seção 4 foram construídos a partir de dados fornecidos pela UnB. Antes de aplicar as técnicas de Análise de Sobrevivência e o algoritmo *Apriori* foi feita a limpeza dos dados na base de dados. As seguintes variáveis foram mantidas nesse trabalho: Número de matrícula do aluno, situação do aluno (se evadido ou não), tempo de permanência no curso (em número de períodos cursados), Gênero (masculino ou feminino), Reprovação na disciplina Cálculo 1 (sim ou não), Reprovação em disciplinas iniciais de algoritmo/lógica (sim ou não). A reprovação na disciplina de Cálculo 1 foi avaliada pois esta é uma disciplina geralmente estudada no início do curso e deseja-se analisar se isso tem impacto significativo sobre a evasão. O mesmo foi feito com as disciplinas de lógica/algoritmo, que costumam ser estudadas antes de se aprofundar o estudo sobre linguagens e paradigmas de programação. Foram considerados nesse estudo todos os alunos ingressantes no período de 2005 a 2015 nos cursos de Bacharelado em Ciência da Computação, Licenciatura em Computação, Engenharia de Computação e Engenharia de Software.

Considera-se, nas curvas de sobrevivência apresentadas, o p-valor (nível de significância)  $< 0,05$  aceitável para avaliar a significância dos resultados obtidos. A abordagem realizada foi a seguinte: primeiro foi utilizado o estimador de *Kaplan-Meier* e apresentadas as curvas de sobrevivência para as variáveis anteriormente descritas. Os testes estatísticos aplicados às curvas de sobrevivência geradas pelo estimador de *Kaplan-Meier* foram o *LogRank*, *Breslow* e *Tarone-Ware*. O software utilizado para efetuar as análises de sobrevivência foi o *SPSS Statistics*. Em seguida foram apresentados os resultados da aplicação da mineração de regras de associação por meio do Algoritmo *Apriori*. Utilizou-se um suporte mínimo de 0,30 e a confiança

de 0,60. Devemos considerar nesse caso, que se um suporte mínimo muito alto é definido, a busca poderia perder algumas associações interessantes que ocorrem envolvendo conjuntos menos frequentes mas ainda assim importantes. As variáveis usadas nessa etapa foram: Situação do aluno, Reprovação na disciplina Cálculo 1, Reprovação em disciplinas iniciais de algoritmo/lógica. Outras três novas variáveis foram acrescentadas nessa etapa, em decorrência dos estudos realizados com as curvas de *Kaplan-Meier*, conforme será detalhado na Seção 4: O aluno cursou de 1 a 4 períodos (sim ou não), o aluno cursou de 5 a 10 períodos (sim ou não), o aluno cursou 11 ou mais períodos. Nesse estudo, nem todas as regras obtidas via algoritmo *Apriori* foram exibidas, já que algumas não acrescentam em nada informações relevantes sobre o assunto. O software utilizado para aplicação do algoritmo *Apriori* foi o R.

Foram considerados nesse estudo um total de 2972 registros de alunos de Computação. A sobrevivência dos alunos no curso é considerada em relação ao evento evasão, sendo que nesse estudo, qualquer desligamento do curso, seja espontâneo ou não (exceto por motivo de falecimento) incluindo transferências (ainda que o aluno permaneça na instituição fazendo outro curso) é considerado evasão. O tempo de sobrevivência do aluno no curso é apresentado em períodos cursados (sendo que cada período tem a duração de um semestre).

#### 4. ESTUDOS REALIZADOS

As figuras 1, 2 e 3 a seguir mostram a aplicação da técnica de *Kaplan-Meier* para a construção dos gráficos de sobrevivência, usando o software *SPSS Statistics*. Todos os testes estatísticos apresentados na análise de sobrevivência mostraram diferenças significativas entre as curvas ( $p$ -valor  $< 0,05$ ).

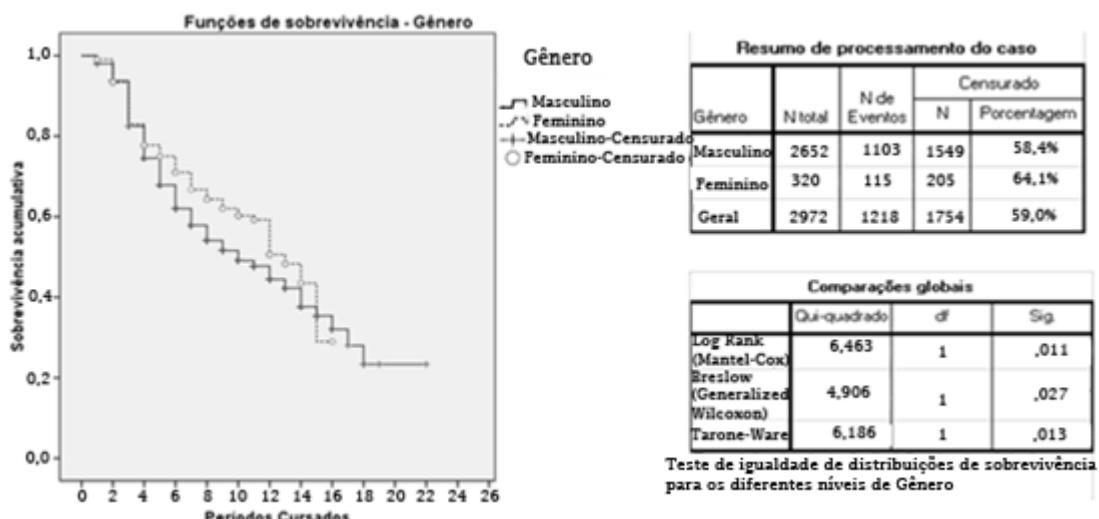


Figura 1. Curvas de Sobrevivência de *Kaplan-Meier* para Gêneros

A figura 1 mostra as curvas de sobrevivência para os gêneros masculino e feminino. A curva correspondente ao sexo feminino encontra-se acima da curva do gênero masculino para a maioria dos períodos avaliados, indicando uma sobrevivência superior quanto ao evento evasão. Os 3 testes estatísticos empregados revelam que há diferenças estatísticas significativas entre a sobrevivência apresentada entre os gêneros. A evasão apresentada nos gêneros masculino e feminino é praticamente a mesma até o terceiro período, quando a partir do quarto a evasão começa a se mostrar maior em meio ao público masculino. A evasão no sexo feminino cessa a partir do período 16, enquanto a evasão no sexo masculino cessa a partir do período 18. A decisão pela evasão é mais rápida no sexo masculino. No caso dos homens, no quarto período há 75% de sobrevivência enquanto para as mulheres a sobrevivência cai a 75% apenas a partir do quinto período. No décimo período verifica-se uma sobrevivência masculina de 49%, enquanto a sobrevivência feminina chega a 50% apenas no décimo segundo período. O que se verifica é que a evasão acontece mais

rapidamente no início do curso (os quatro primeiros períodos) e a medida que os alunos vão avançando no curso tende a ocorrer mais lentamente.

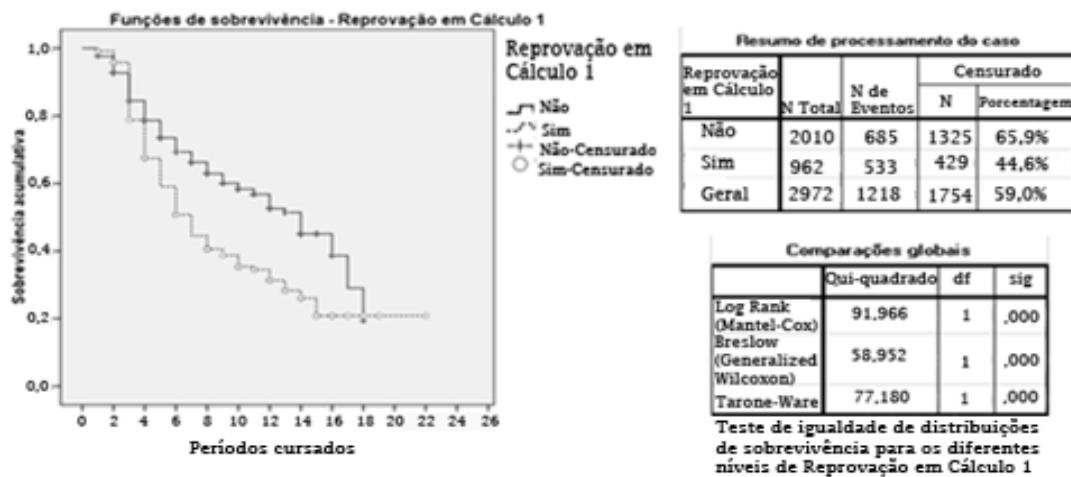


Figura 2. Curvas de Sobrevivência de Kaplan-Meier para Reprovação em Cálculo 1

As figuras 2 e 3 mostram, respectivamente, as curvas de sobrevivência para os reprovados e os não reprovados na disciplina Cálculo 1 e as curvas para os reprovados e os não reprovados em algoritmos. Conforme se percebe nos gráficos, os não reprovados em Cálculo 1 e em algoritmo apresentam uma sobrevivência ao evento evasão estatisticamente superior aos reprovados. A evasão em meio aos reprovados passa a ser maior, no caso da disciplina Cálculo 1 a partir do terceiro período e no caso das disciplinas de Algoritmo a partir do segundo.

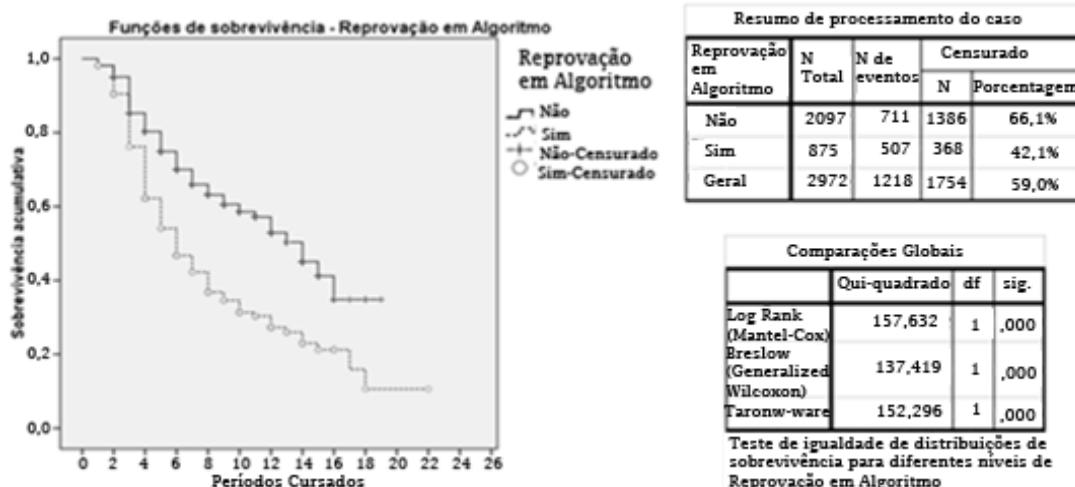


Figura 3. Curvas de Sobrevivência de Kaplan-Meier para Reprovação em Algoritmo

A tabela 1 a seguir mostra as saídas do software R ao aplicar o algoritmo *Apriori*. Conforme dito anteriormente, a evasão acontece mais rapidamente no início do curso (os quatro primeiros períodos) e tende a ocorrer mais lentamente depois, conforme verificado nas curvas de sobrevivência. Diante disso, para aplicação do algoritmo *Apriori*, 3 variáveis foram criadas, podendo assumir os valores sim ou não: Se o aluno cursou apenas de 1 a 4 períodos; se o aluno cursou de 5 a 10 períodos; se o aluno cursou 11 ou mais períodos. Seguem os significados de cada uma das variáveis usadas: EV = Evadido; CUR\_1\_A\_4\_P = Cursou de 1 a 4 períodos; CUR\_5\_A\_10\_P = Cursou de 5 a 10 períodos; CUR\_11\_MAIS\_P = Cursou 11 ou mais períodos; REP\_ALG=Reprovado em Algoritmo; REP\_CALC\_1=Reprovado em Cálculo 1. As variáveis podem assumir o valor SIM ou NÃO. Significados das colunas: *Lhs* - left hand side (itens da esquerda); *Rhs* - right

*hand side* (itens da direita); *Support* indica a proporção de transações que contém os itens; *Confidence* é a probabilidade de que uma transação que tenha um item *Lhs* também contenha o item *Rhs*. *Lift* mede o quanto frequentes *Lhs* e *Rhs* ocorrem juntos se comparados a se fossem estatisticamente independentes.

Tabela 1. Regras de Associação Obtidas usando o Algoritmo *Apriori*

| Num Regra | Lhs                              | Rhs                 | Support | Confidence | Lift |
|-----------|----------------------------------|---------------------|---------|------------|------|
| 1         | {EV=SIM}                         | {CUR_11_MAIS_P=NÃO} | 0,39    | 0,95       | 1,11 |
| 2         | {CUR_1_A_4_P=NÃO}                | {REP_CALC_1=NÃO}    | 0,39    | 0,70       | 1,03 |
| 3         | {CUR_1_A_4_P=NÃO}                | {REP_ALG=NÃO}       | 0,42    | 0,75       | 1,06 |
| 4         | {REP_CALC_1=NÃO}                 | {EV=NÃO}            | 0,45    | 0,66       | 1,12 |
| 5         | {EV=NÃO}                         | {REP_ALG=NÃO}       | 0,47    | 0,79       | 1,12 |
| 6         | {REP_ALG=NÃO}                    | {EV=NÃO}            | 0,47    | 0,66       | 1,12 |
| 7         | {REP_CALC_1=NÃO}                 | {REP_ALG=NÃO}       | 0,51    | 0,76       | 1,08 |
| 8         | {REP_ALG=NÃO}                    | {REP_CALC_1=NÃO}    | 0,51    | 0,73       | 1,08 |
| 9         | {CUR_11_MAIS_P=NÃO}              | {REP_ALG=NÃO}       | 0,59    | 0,69       | 0,98 |
| 10        | {REP_CALC_1=NÃO,<br>REP_ALG=NÃO} | {EV=NÃO}            | 0,37    | 0,73       | 1,24 |

Seguem os comentários sobre algumas regras encontradas: Regra 1 - 95% de quem evade não cursa 11 ou mais períodos, o que é compatível com o verificado nas curvas de sobrevivência pois a evasão ocorre mais rapidamente nos primeiros períodos; Regra 2 - 70% de quem não cursa apenas até o quarto período, também não repara em Cálculo 1, indicando como o êxito na disciplina Cálculo 1 está associada a uma maior sobrevida no curso; Regra 3 - 75% de quem não cursa apenas até o quarto período, também não repara em Algoritmo, indicando como o êxito nas disciplinas de Algoritmo está associado a uma maior sobrevida no curso; Regra 4 - 66% de quem não repara em Cálculo 1 também não evade; Regra 6 - 66% de quem não repara em Algoritmos também não evade; Regra 7 - 76% de quem não repara em Cálculo 1 também não repara em Algoritmo; Regra 8 - 73% de quem não repara em Algoritmo também não repara em Cálculo 1; Regra 10 - 73% dos não reprovados em Cálculo 1 e não reprovados em Algoritmos não evadem. Importante ressaltar que algumas regras foram omitidas na tabela 1, por não acrescentarem informação relevante ao estudo. Por exemplo: {CURSOU\_1\_A\_4\_P=SIM}=> {CURSOU\_11\_MAIS\_P=NÃO}. Essa regra indica que quem cursou apenas 4 períodos não cursou mais de 11 períodos. Essa é uma informação óbvia e irrelevante nesse estudo. Informações desse tipo foram descartadas.

## 5. CONCLUSÕES

O presente trabalho mostrou, utilizando técnicas estatísticas de análise de sobrevivência e mineração de regras de associação, fatores relacionados à evasão em cursos superiores de Computação. Encontrou-se evidências de que as mulheres demoram mais tempo para se decidirem pela evasão em relação aos homens. Deve-se destacar as evidências encontradas de que a reprovação em disciplinas iniciais do curso relacionadas à Matemática e Algoritmos aumenta a probabilidade do aluno evadir. Ressalta-se que há disciplinas nos demais períodos do curso, que dependem diretamente da disciplina Cálculo 1 e das disciplinas iniciais de Algoritmo, seja por que estas disciplinas são pré-requisitos e, ainda que não sejam pré-requisitos, os conhecimentos de algoritmos e de Cálculo 1 são fundamentais para o sucesso de disciplinas como Cálculo 2 ou alguma disciplina relacionada a paradigmas de programação e técnicas de programação. De maneira geral, a evasão ocorre mais rapidamente nos períodos iniciais.

A evasão em cursos superiores é um tema complexo e não se explorou nesse trabalho todos os fatores relacionados a evasão nos cursos de Computação. No entanto, usando Análise de Sobrevivência associada ao algoritmo *Apriori*, obteve-se evidências de que dificuldades enfrentadas pelos alunos em disciplinas matemáticas e disciplinas de algoritmos contribuem para a evasão e de que a não reprovação em Cálculo 1 e Algoritmos aumenta a probabilidade do aluno não evadir. É necessário buscar estratégias que trabalhem as deficiências do discente já no primeiro semestre do curso.

## REFERÊNCIAS

- Abu-Oda, G. S., & El-Halees, A. M. (2015). Data Mining in Higher Education: University Student Dropout Case Study. *International Journal of Data Mining & Knowledge Management Process*, 5(1), 15.
- Botelho, F., Silva, C., & Cruz, F. (2009). Epidemiologia explicada – análise de sobrevida. *Acta Urológica*, 26(4): '33–38.
- De Amo, S. “Técnicas de mineração de dados”, XXIV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, vol. 1–1, Jul/Ago 2004, pp. 43
- De Vasconcelos, L. M. R., & De Carvalho, C. L. (2004). Aplicação de Regras de Associação para Mineração de Dados na Web. Instituto de Informática da Universidade Federal de Goiás.
- Gruner, S (2015). On the Future of Computer Science in South Africa: A Survey amongst Students at University. 44th Annual Southern African Computer Lecturers Association 2015 (SACLA 2015). Johannesburg - South Africa.
- Kinnunen, P., & Malmi, L. (2006, September). Why students drop out CS1 course?. In Proceedings of the second international workshop on Computing education research (pp. 97-108). ACM.
- Lima Júnior, P., Silveira, F. L. D., & Ostermann, F. (2012). Análise de sobrevida aplicada ao estudo do fluxo escolar nos cursos de graduação em física: um exemplo de uma universidade brasileira. *Revista brasileira de ensino de física*. São Paulo. Vol. 34, n. 1 (jan./mar. 2012), 1403, 10 p.
- Liston, M., Frawley, D. & Patterson, V. (2016). A study of progression in Irish higher education. Higher Education Authority, Dublin.
- Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Superior., (1997). Diplomação, retenção e evasão nos cursos de graduação em instituições de ensino superior públicas. Brasília - DF: Comissão Especial de Estudos Sobre a Evasão nas Universidades Públicas Brasileiras., p.20.
- Mooney, O., Patterson, V., O'Connor, M., & Chantler, A. (2010). A study of progression in Irish higher education. Higher Education Authority, Dublin.
- Oliveira, C. d. S., & Lins, L. N. (2011). Identificação das causas da evasão e retenção prolongada de estudantes do ensino superior a partir de dados censurados. XLIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Ubatuba - São Paulo.
- Pierrakeas, C., Xeno, M., Panagiotakopoulos, C., & Vergidis, D. (2004). A comparative study of dropout rates and causes for two different distance education courses. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 5(2).
- Pimentel, E. P., & Omar, N. (2006, January). Descobrindo conhecimentos em dados de avaliação da aprendizagem com técnicas de mineração de dados. In *Anais do Workshop de Informática na Escola* (Vol. 1, No. 1).
- Romão, W., Niederauer, C. A., Martins, A., Tcholakian, A., Pacheco, R. C., & Barcia, R. M. (1999). Extração de regras de associação em C&T: O algoritmo Apriori. XIX Encontro Nacional em Engenharia de Produção.
- Silva Filho, R. L. L., Motejunas, P. R., Hipólito, O., & Lobo, M. B. C. M. (2007). A evasão no ensino superior brasileiro. *Cadernos de pesquisa*, 37(132), 641-659
- Souza, C., Petró, C., & Gessinger, R. (2012). Um estudo sobre evasão no ensino superior do Brasil nos últimos dez anos: as possíveis causas e fatores que influenciam no abandono. Prevendo o risco do abandono. In *Conferência Latinoamericana Sobre El Abandono Em La Educacion Superior–Clabes* (Vol. 2).
- Stamouli, I., Doyle, E., & Huggard, M. (2004, October). Establishing structured support for programming students. In *Frontiers in Education*, 2004. FIE 2004. 34th Annual (pp. F2G-5). IEEE.
- Xenos, M., Pierrakeas, C., & Pintelas, P. (2002). A survey on student dropout rates and dropout causes concerning the students in the Course of Informatics of the Hellenic Open University. *Computers & Education*, 39(4), 361-377.

# MODELO DE NUBE HÍBRIDA (HYBRID CLOUD) DE INFRAESTRUCTURA COMO SERVICIO PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DE LA PLATAFORMA SANDBOX - UFPS

Fredy H. Vera-Rivera, Boris R. Perez-Gutierrez y Victor M. Urbina

*Universidad Francisco de Paula Santander*

*Grupo de Investigación y desarrollo de Ingeniería del Software – GIDIS, Cúcuta - Colombia*

## RESUMEN

El presente estudio consiste en desarrollo de un modelo de nube híbrida de infraestructura como servicio con el fin de mejorar el rendimiento de la plataforma Sandbox de la Universidad Francisco de Paula Santander (UFPS). Sandbox - UFPS es una plataforma de desarrollo en la nube para la gestión y configuración de servidores de aplicaciones (apache, tomcat, glassfish, IIS) para uso académico, que permite el desarrollo y despliegue de aplicaciones web, haciendo uso de tecnologías como PHP, Python, JSP, .Net y servicios de bases de datos relacionales y no relacionales. Se realizó una fase de diagnóstico donde se analizó el estado actual de Sandbox-UFPS en relación a la integridad, disponibilidad, servicios ofrecidos y tecnología; posteriormente se estudiaron los proveedores de computación en la nube existentes en el mercado con el fin de plantear un modelo de nube híbrida y aplicarlo para la plataforma Sandbox – UFPS. Con este tipo de propuesta se mejora la disponibilidad, integridad y respaldo de la plataforma, siendo un referente para otras instituciones, empresas en general y para proveedores de infraestructura. Con este tipo de herramientas se automatiza el proceso de despliegue de aplicaciones y bases de datos y facilita el trabajo en equipo.

## PALABRAS CLAVE

Computación en la nube, Infraestructura como servicio, Nube híbrida, Sandbox -UFPS

## 1. INTRODUCCIÓN

The National Institute of Standards and Technology (NIST) estadounidense, define la “cloud computing” como un modelo que permite tener acceso a la red, a petición y a manera conveniente, a un grupo compartido de recursos informáticos configurables (como redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que se pueden implementar rápidamente con un esfuerzo mínimo de administración o de interacción del proveedor del servicio (IDG Comunications S.A., 2016). Se usa la tecnología que necesita cuándo y cómo la necesita, además no paga por la tecnología cuando no la usa, es decir, es un servicio que se puede consumir bajo las propias necesidades de almacenamiento, de carga o de procesamiento (Joyanes Aguilar, 2012). En (Zhang, Cheng, & Boutaba, 2010) se presentan los conceptos base y los fundamentos de la cloud computing. Los modelos de servicio de la computación en la nube son: (1) software como servicio (SaaS), en la cual se ofrecen aplicaciones software bajo demanda, como por ejemplo google apps(Google Inc., 2016), saleforces.com(saleforce.com, n.d.). (2) Plataforma como servicio (PaaS), permite el uso de herramientas y kits de desarrollo, sistemas operativos, servidores y bases de datos para el desarrollo de aplicaciones, dentro de los proveedores de este servicio están Azure de Microsoft (Microsoft, 2016b), (Microsoft - MSDN, 2015), Google Cloud Platform(Google, 2016), Red Hat OpenShif (Red Hat, 2016), force.com (salesforce.com INC., 2016). (3) Infraestructura como servicio (IaaS), suministra servicios de infraestructura de cómputo, almacenamiento y/o procesamiento por medio de máquinas virtuales, el proveedor más importante es Amazon Web Services(Amazon-Web-Services, 2016), (Amazon Web Services, 2016a), líderes en el mercado, le sigue Azure de Microsoft y aún lejos está Google, según estudio realizado por Garner (Leong, Petri, Gill, & Dorosh, 2016), en este estudio se presenta un análisis comparativo muy importante de los proveedores de IaaS.

Ahora en cuanto a los tipos de nube, los cuales representan los modelos de despliegue de los servicios se encuentran: nube pública, nube privada, nube híbrida y nube comunitaria (Springer Gabler Verlag, 2015). La nube pública consiste en la utilización de servicios de cloud publicados y usados en internet, este tipo de nube presenta problemas de seguridad, usuarios no autorizados pueden tratar de ingresar a la información compartida en la nube. La nube privada en cambio es dedicada a una empresa, usando su propia infraestructura, es de uso exclusivo para la organización y evita los problemas de seguridad. En la nube comunitaria la infraestructura cloud es compartida por varias organizaciones y es compatible con una comunidad específica que tienen intereses en común. Por último la nube híbrida la infraestructura cloud es una composición de dos o más clouds (privado, comunitario o público) que permanecen como entidades únicas, pero son enlazadas a la vez por tecnologías estandarizadas o propietarias que permiten la portabilidad de datos y aplicación, su principal ventaja es la de permitir aumentar la capacidad del cloud privado con los recursos del cloud público para poder mantener niveles de servicio adecuados, frente a rápidas fluctuaciones de carga de trabajo(Cabrera, Abad, Danilo Jaramillo, Poma, & Verdum, 2015).

Se planteó Sandbox – UFPS, como una plataforma de desarrollo en la nube y de gestión de servidores, que permite la administración, configuración, y desarrollo de aplicaciones web (Vera-Rivera, Perez-Gutierrez, & Torres-Bermudez, 2015). Esta plataforma integra y automatiza el proceso de desarrollo, ayudando a reducir su complejidad, los usuarios despliegan por medio de la plataforma Sandbox – UFPS los proyectos que han desarrollado usando las tecnologías que aparecen en la figura 1. Ahora con este trabajo se pretende mejorar su disponibilidad, su rendimiento y su escalabilidad; en ocasiones por falta de mecanismos de respaldo y su baja tolerancia a fallos la plataforma de desarrollo Sandbox-UFPS deja de funcionar, causando incomodidades a sus usuarios. De ahí surge el presente problema de investigación: ¿Qué herramientas, sistemas o servicios se deben desarrollar, implementar o adaptar para mejorar con niveles significativos el funcionamiento, la disponibilidad, el rendimiento y la tolerancia a fallos de la plataforma académica Sandbox-UFPS? En la figura 1 se pueden apreciar las herramientas disponibles en la plataforma Sandbox-UFPS.



Figura 1. Herramientas de desarrollo disponibles en la plataforma Sandbox-UFPS

Para resolver el problema se pretende proponer un modelo de nube híbrida las cuales poseen unas características interesantes, porque utilizan los recursos físicos existentes y se coordina o combinan con los recursos de la nube, logrando reducción de costos, mejorando la disponibilidad, el rendimiento y la tolerancia a fallos. Se utilizan recursos locales combinados con recursos de un proveedor en la nube. A continuación se plantea la metodología del trabajo realizado, se realiza un análisis comparativo entre los proveedores más importantes del infraestructura en la nube, luego se propone el modelo de nube híbrida y por último se realiza una discusión del modelo propuesto.

## 2. METODOLOGIA

A continuación se plantea la metodología del trabajo realizado, se realiza un análisis comparativo entre los proveedores más importantes del infraestructura en la nube, luego se propone el modelo de nube híbrida y por último se realiza una discusión del modelo propuesto. El tipo investigación corresponde a una investigación aplicada tecnológica: se parte de un problema que se requiere mejorar e intervenir, en este caso sería el rendimiento de la plataforma de desarrollo Sandbox-UFPS, se selecciona una teoría bajo la cual se puede resolver ese problema (cloud computing, infraestructura como servicio, nube híbrida); se deriva de esta teoría un sistema de acciones y de previsiones (prototipo) en este caso se propone el modelo de nube híbrida. Por último se ensaya y se prueba el prototipo con el fin de probar que se resuelve el problema planteado. Se

pretende describir y analizar los proveedores de infraestructuras como servicio (IaaS) con el fin de proponer un modelo de nube híbrida que mejore el rendimiento de la plataforma Sandbox-UFPS. En la figura 2 se presenta el modelo de la investigación.



Figura 2. Metodología del trabajo de investigación

Se inició realizando una fundamentación teórica y revisión del estado del arte de la Cloud Computing y del desarrollo de nubes hibridas, esta revisión se hizo a partir de bibliografía y bases de datos especializadas como son ACM, Scopus, Google Scholar y IEEE, luego se realizó un diagnóstico del problema de la plataforma Sandbox-UFPS para identificar las debilidades y fallas que presenta, posteriormente se realizó una análisis de los proveedores de Infraestructura como servicio IaaS, identificando los más influyentes y líderes, por último se plantea la propuesta del modelo de nube hibrida que permite solucionar los problemas y mejorar el rendimiento de Sandbox-UFPS. Para finalizar se plantea una discusión acerca del uso de nube hibrida destacando sus ventajas e inconvenientes.

### 3. COMPARATIVO DE LOS PROVEEDORES DE INFRAESTRUCTURA COMO SERVICIO – IAAS

A comparativo entre los proveedores más importantes del infraestructura en la nube, luego se propone el modelo de nube hibrida y por último se realiza una discusión del modelo propuesto continuación se plantea la metodología del trabajo realizado, se realiza un análisis. Garner (Leong et al., 2016) realiza un estudio y análisis comparativo de los proveedores de IaaS más importante donde se resaltan las características, ventajas y desventajas de cada uno de ellos. Ubican a Amazon Web Services – AWS como el líder, siguiéndolo no muy cerca Azure de Microsoft, Google aún está lejos de llegar a competir con estos dos proveedores. A continuación se describen los servicios de AWS y Azure.

Azure es una plataforma informática y de servicios en Internet hospedada en centros de datos administrados o respaldados por Microsoft. Incluye muchas características independientes, con los correspondientes servicios para desarrolladores que se pueden utilizar por separado o conjuntamente (Microsoft, 2016a). Con Azure se pueden construir, distribuir y administrar aplicaciones de forma rápida, se pueden construir aplicaciones usando cualquier lenguaje, cualquier herramienta o framework. Se pueden integrar las aplicaciones en la nube con el ambiente IT tradicional existente. Una descripción de los servicios de Azure se encuentra en (Zhang et al., 2010), (Microsoft, 2016b), (Microsoft - MSDN, 2015), (Microsoft, 2016a).

AWS ofrece una plataforma de informática en la nube flexible, rentable, escalable y fácil de utilizar, que resulta adecuada para la investigación, la educación, el uso individual y organizaciones de cualquier tamaño. Es fácil acceder a los servicios de AWS en la nube a través de Internet. El modelo de informática en la nube de AWS permite pagar los servicios bajo demanda y usar la cantidad exacta de recursos que sean necesarios en cada momento; de esta forma, la inversión inicial de capital en infraestructura puede sustituirse por una serie de costos bajos y variables que crecen o decrecen a medida que cambien las necesidades (Amazon Web Services, 2016a). Ofrece un amplio conjunto de servicios globales de informática, almacenamiento, bases de datos, análisis de datos y big data, aplicaciones e implementaciones que ayudan a las organizaciones a avanzar con rapidez, reducir costos de TI y escalar aplicaciones (Amazon Web Services, 2016b).

### 3.1 Comparativo entre Azure y AWS

El comparativo se realizó teniendo en cuenta los servicios que ofrecen para el montaje de una nube hibrida como son los servicios de almacenamiento, de redes, de máquinas virtuales y de computo.

#### 3.1.1 Servicios de Computo

Las máquinas virtuales de Azure son de tamaño fijo. Se paga por el tamaño de la máquina y su capacidad por minuto. Existen instancias web e instancias de trabajo o de computo. Poseen catálogo de imágenes de servidores y máquinas virtuales que se pueden instalar rápidamente. Se pueden configurar varias máquinas con diferentes roles para crear soluciones más complejas. Estas máquinas tienen asignados un conjunto de discos duros virtuales para su funcionamiento y pueden incluir sistemas operativos Linux o Windows, pueden ser servidores de bases de datos o servidores web o de aplicaciones. Se puede configurar el tamaño de la máquina virtual según sea necesario, y se puede escalar tantas copias como sea necesario.

En AWS tiene el servicio Elastic Compute Cloud (EC2) el cual ofrece máquinas virtuales multiusuario, de tamaño fijo que están disponibles a través de las instancias dedicadas. Las EC2 se pueden configurar y arrancar en minutos, lo que permite escalar rápidamente la capacidad, ya sea aumentándola o reduciéndola, según las necesidades de la aplicación. Pueden ser Linux (varias distribuciones) o Windows Server. Permite crear tres tipos de instancias EC2: instancias puntuales, instancias reservadas e instancias dedicadas, los costos para cada una varían. El compromiso de acuerdo de nivel de servicio es de una disponibilidad del 99.95%. Provee balanceo de carga – Elactic Load Balancing: Se encarga de distribuir automáticamente el tráfico entrante de las aplicaciones entre varias instancias de Amazon EC2. Permite la tolerancia a fallos para las aplicaciones con menos intervención manual. Las características principales de este servicio son: alta disponibilidad, comprobaciones de estado, seguridad, permite crear y gestionar grupos de seguridad y de red. Amazon Workspaces: Es un servicio de informática de escritorio totalmente gestionado en la nube, que permite a los usuarios finales acceder a los documentos, las aplicaciones y los recursos que necesitan con el dispositivo que deseen. Auto-servicio bajo demanda: un consumidor puede proveer capacidades de computación, tales como el tiempo del servidor y almacenamiento en red, según sea necesario y de forma automática.

#### 3.1.2 Servicios de Almacenamiento y Bases de Datos

En Azure el almacenamiento se realizan en bloques como un disco duro virtual, es persistente e independiente de la máquina virtual. Contiene 3 servicios principales para desarrolladores: los blobs, las tablas que pueden almacenar grandes cantidades de datos no relacionales no estructurados (NoSQL) y las colas de almacenamiento proporcionan mensajería confiable y persistente entre los niveles de aplicación que se ejecutan en Azure. Base de datos SQL: Puede almacenar grandes cantidades de datos relacionales. Crear y administrar bases de datos en SQL Server, Mysql, postgres. SQL Data Sync: Permite crear y programar sincronizaciones regulares entre Base de datos SQL y servidores locales de SQL Server u otras instancias de Base de datos SQL. Permite realizar copias de seguridad automatizadas, fuera de las instalaciones de la empresa y replicadas en los centros de datos de Microsoft. El servicio Caching aumenta el rendimiento debido a que almacena temporalmente información de otros orígenes back-end y actualizándola a intervalos controlados. SQL Reporting de Azure: Es un servicio de informes basado en la nube creado con tecnologías SQL Server Reporting Services. Permite incluir capacidades de generación de informes en las aplicaciones de Azure.

AWS -Amazon S3 – Simple Storage Service: Ofrece una infraestructura de almacenamiento de datos totalmente redundante para el almacenamiento y la recuperación de cualquier cantidad de datos, en cualquier momento y desde cualquier parte de la Web. Permite el almacenamiento de contenido multimedia y archivos. Los precios estándar por el almacenamiento en Amazon S3 parten de 0,085 USD por GB para el primer TB al mes. Amazon Glacier: Ofrece almacenamiento seguro y duradero para realizar copias de seguridad y archivar datos. AWS transfiere los datos directamente de entrada y salida de los dispositivos de almacenamiento utilizando la red interna de alta velocidad de Amazon y sin pasar por el Internet. AWS Storage Gateway: Es un servicio que conecta un dispositivo de software físico con almacenamiento basado en la nube para ofrecer una integración óptima y segura entre el entorno de TI físico de una organización y la infraestructura de almacenamiento de AWS. Amazon EBS - Elastic Block Store: Ofrece volúmenes de almacenamiento a nivel de bloque para utilizarlos con instancias de Amazon EC2. Los volúmenes estándar

de Amazon EBS parten de 0,05 USD por GB al mes de almacenamiento aprovisionado o 0,05 USD por un millón de solicitudes de E/S. Amazon DynamoDB: Es un servicio de base de datos NoSQL totalmente gestionado y de alta escalabilidad. Permite almacenar y recuperar de manera fácil y económica cualquier cantidad de datos, así como atender cualquier nivel de tráfico de solicitudes. Bases de datos Relacionales – Amazon RDS: Facilita la configuración, la operación y el escalado de una base de datos MySQL, Oracle, SQL Server o PostgreSQL en la nube. Amazon Redshift: Es un servicio de almacenamiento de datos con un escalado de petabytes sencillo y totalmente gestionado que es compatible con todas las herramientas de inteligencia empresarial existentes. Amazon ElastiCache: Es un servicio web que facilita la implementación, el funcionamiento y el escalado de una caché en memoria en la nube.

### 3.1.3 Servicios de redes

Azure permite aprovisionar y administrar redes privadas virtuales (VPN) de sitio a sitio y de punto a sitio y establecer conexiones seguras entre ellas y la infraestructura de TI local. Permite utilizar Azure como si fuera una sucursal o como una red virtual privada protegida en la nube. ExpressRoute: es un servicio que permite las conexiones privadas entre centros de datos de Azure y los entornos locales o de ubicación compartida. Las conexiones ExpressRoute no pasan por la red Internet pública y ofrecen mayor seguridad, más confiabilidad, velocidades más rápidas y latencias más bajas que las típicas conexiones a través de Internet. Traffic Manager: equilibra la carga del tráfico entrante entre múltiples servicios accesibles desde Internet mediante directivas basadas en DNS.

AWS permite crear una nube virtual privada- Amazon VPC (Virtual Private Cloud) la cual permite aprovisionar una sección privada y aislada de la nube de AWS donde puede iniciar recursos de AWS en una red virtual que sea prácticamente idéntica a la red tradicional que tenga instaurada en su propio centro de datos. Amazon Route 53: Es un servicio web DNS de alta disponibilidad y escalabilidad. Responde a las consultas DNS con una baja latencia mediante una red global de servidores DNS. Amazon CloudFront: Es un servicio web de entrega de contenido. Se integra con otros Amazon Web Services para ofrecer a los desarrolladores y a las empresas una forma sencilla de distribuir contenido a los usuarios finales con baja latencia, altas velocidades de transferencia de datos y sin compromisos. AWS Direct Connect: Es un servicio de red que proporciona una alternativa para utilizar Internet con los servicios en la nube de AWS. Se puede establecer una conectividad privada entre AWS y el centro de datos, que en muchos casos puede reducir los costes de red, aumentar el rendimiento del ancho de banda y suministrar una experiencia de red más coherente.

Después de describir los servicios de los dos proveedores más importantes, se puede concluir que la mejor alternativa es AWS por su trayectoria y variedad de servicios que presta. En cuanto a costos los dos proveedores ofrecen precios muy similares y dependen del uso que se le den a los servicios que ofrecen. Azure de Microsoft es una buena plataforma pero aún tiene que madurar algunos servicios, la ventaja principal que tiene Azure sobre AWS es que tiene soporte a nivel regional y local.

## 4. PROPUESTA DE NUBE HIBRIDA PARA SANDBOX-UFPS

Sandbox-UFPS nace como una alternativa para los estudiantes donde ellos puedan desarrollar, desplegar, probar sus aplicaciones y administrarlas sin tener que depender del pago de un hosting o de turnos en los servidores de la Universidad o depender de la disponibilidad de los administradores, ahora este proceso se realiza a través de la plataforma, de forma automática a través de una aplicación web. Este desarrollo puede ser replicado y usado como referencia para las empresas desarrolladoras de software tanto a nivel nacional como internacional, también en datacenters que tengan la necesidad de automatizar las tareas de despliegue de aplicaciones. En la plataforma los estudiantes pueden crear sus proyectos de desarrollo generando instancias en la base de datos y usar varias tecnologías web como JEE, JSP, PHP, .NET and Python.

### 4.1 Arquitectura Actual de Sandbox UFPS

La arquitectura del Sistema actual, con la cual viene funcionando desde hace 3 años, consta de un servidor con las siguientes características: un QuadCore 2.4GHz, con 8GB de RAM y disco de 250 GB, este hardware es distribuido en máquinas virtuales cada una con un procesador, 2GB de RAM y 50 GB de disco. Se cuenta con 3 máquinas virtuales las cuales se pueden apreciar en la figura 3, se puede observar que la distribución de carga entre los servidores, donde todos los datos son procesados y almacenados en sandbox 2.

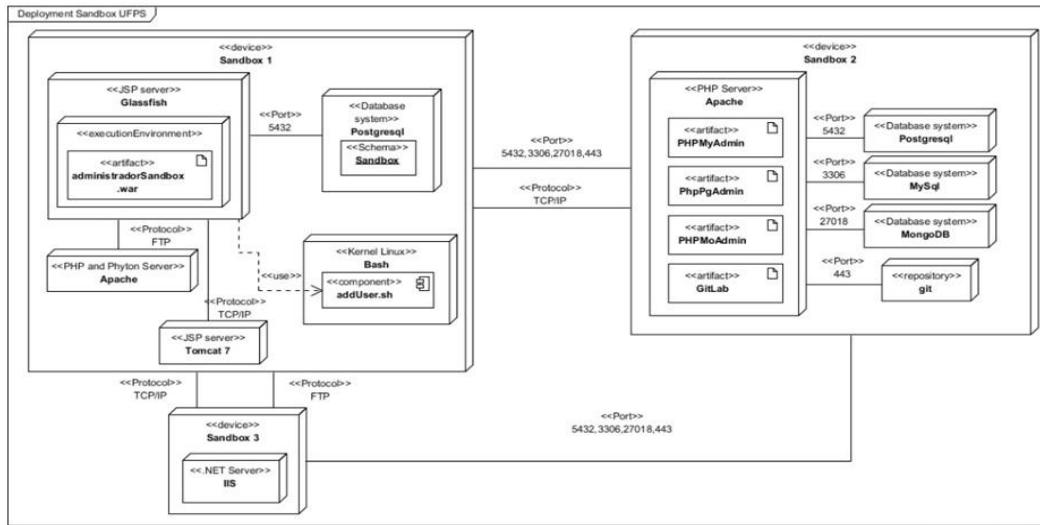


Figura 3. Arquitectura actual de Sandbox UFPS

**Servidor Sandbox 1:** Servidor inicial donde se guarda la aplicación de administración de las herramientas y tecnologías que se ofrecen, está construida en JSP (Java Server Pages) con un administrador de base de datos en postgresql, en este servidor también se alojan las aplicaciones desplegadas por los usuarios de las tecnologías como Python, PHP y JSP. **Servidor Sandbox 2:** Servidor donde se alojan las bases de datos de los usuarios de la plataforma, así como el repositorio y el servidor de versiones de los proyectos. **Servidor Sandbox 3:** Servidor de .Net, donde se realizan los despliegues de los proyectos de los usuarios en .Net. La idea de esta arquitectura es poder distribuir la carga de los servidores localizando las bases de datos en una maquina diferente donde se realizan las operaciones de los proyectos; de esta manera el servidor se aligera los tiempos de carga de las peticiones que se realicen al servidor (Vera-Rivera, 2015). Para mejorar la disponibilidad, el respaldo y la seguridad de la información que maneja Sandbox se pretende diseñar e implementar una nube híbrida que permite utilizar las ventajas que ofrece la computación en la nube para mejorar esta plataforma de desarrollo. Ahorando costos de administración y gestión de la plataforma.

## 4.2 Modelo de IaaS Hibrida Propuesto

Con el objetivo de responder a las exigencias y problemas que actualmente presenta Sandbox-UFPS, se propone un modelo de IaaS híbrido el cual permite mejorar la integridad, escalabilidad, respaldo y disponibilidad de los servicios que Sandbox-UFPS presta. La nube híbrida propuesta permite tener una réplica de respaldo en un proveedor en la nube (Amazon, Azure, otro), de tal forma que al fallar la infraestructura local la instancia en la nube comience a funcionar y a prestar los servicios requeridos de forma transparente para los usuarios. Del mismo modo cuando se presente una sobrecarga en los servicios se active la instancia en la nube para aumentar su capacidad. La instancia en la nube es una réplica en estado y características computacionales, es decir, activo bajo demanda, reduciendo de tal manera costos y garantizando un servicio de calidad, aumentando la disponibilidad y la tolerancia a fallos.

Hay tres tecnologías clave que nos permiten lograr la transición entre estos 2 ambientes para dar lugar a la nube híbrida. Uno: debemos ser capaces de administrarla, Dos: debemos ser capaces de federar los datos en los dos ambientes, y Tres: debemos ser capaces de establecer confiabilidad entre los ambientes. Para esto se hace necesario analizar el modelo de arquitectura física del hardware local, las exigencias del modelo de la arquitectura lógica en la nube, su sincronización, seguridad e implementación. A continuación se describe algunas características de la nube híbrida propuesta:

(1) **Infraestructura física local:** corresponde a los servidores locales y a los servicios o equipos de red (los switches que interconectan los servidores físicos y el almacenamiento) que permiten el funcionamiento de la plataforma. (2) **Virtualización:** La cual permite tener réplicas de los equipos locales en equipos virtuales administrados por el proveedor de infraestructura como servicio en la nube, gracias a este trabajan muchas máquinas virtuales cada una con un SO ofreciéndoles procesador, almacenamiento, y memoria; corriendo en cada máquina virtual 1, 2 o varios aplicativos; particionado y repartiendo recursos del hardware

físico y repartiéndolo. En caso que falle una el resto sigue funcionando. (3) **Almacenamiento:** la red de almacenamiento conectado en red y los sistemas unificados proporcionan almacenamiento para los datos de archivos y de bloques primarios el respaldo y la continuidad del negocio. La sincronización de los datos es muy importante, se deben usar y sincronizar redes de almacenamiento (SAN) y bases de datos espejo que mantengan la información en las dos instancias. (4) **Administración:** la administración de la infraestructura de nube incluye la coordinación del servidor, la red y el almacenamiento, la administración de la configuración, el monitoreo del rendimiento, la administración de recursos de almacenamiento y la medición del uso. (5) **Seguridad:** los componentes garantizan la seguridad de la información y la integridad de los datos, satisfacen las necesidades de confidencialidad y cumplimiento de normas, administran el riesgo y proporcionan gobierno corporativo. (6) **Respaldo y recuperación:** el respaldo de los servidores virtuales se realiza automáticamente por el proveedor del servicio y se mantiene sincronizado con la instancia local. Se debe tener la capacidad que al momento de fallar alguna instancia de la infraestructura local se active su réplica correspondiente en la nube.

En la figura 4 se presenta el modelo de nube híbrida propuesto. En cual se puede apreciar los servicios e instancias que se van a usar.

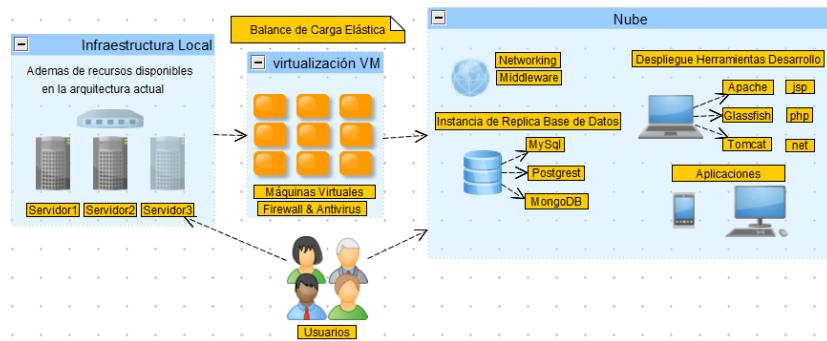


Figura 4. Modelo propuesto de IaaS híbrido para Sandbox UFPS

La implementación del modelo propuesto en Amazon Web Services se puede apreciar en la figura 5. Con este modelo se mejora la disponibilidad de la plataforma, porque se cuenta con replicas en la nube de los servicios que presta, también se mejora el rendimiento, se pueden aprovisionar instancias de procesamiento automáticamente cuando se requiera sin intervención humana y la tolerancia a fallos mejora significativamente, al fallar cualquier componente se tiene su respaldo en la nube garantizando que el servicio este activo el 99.9% del tiempo.

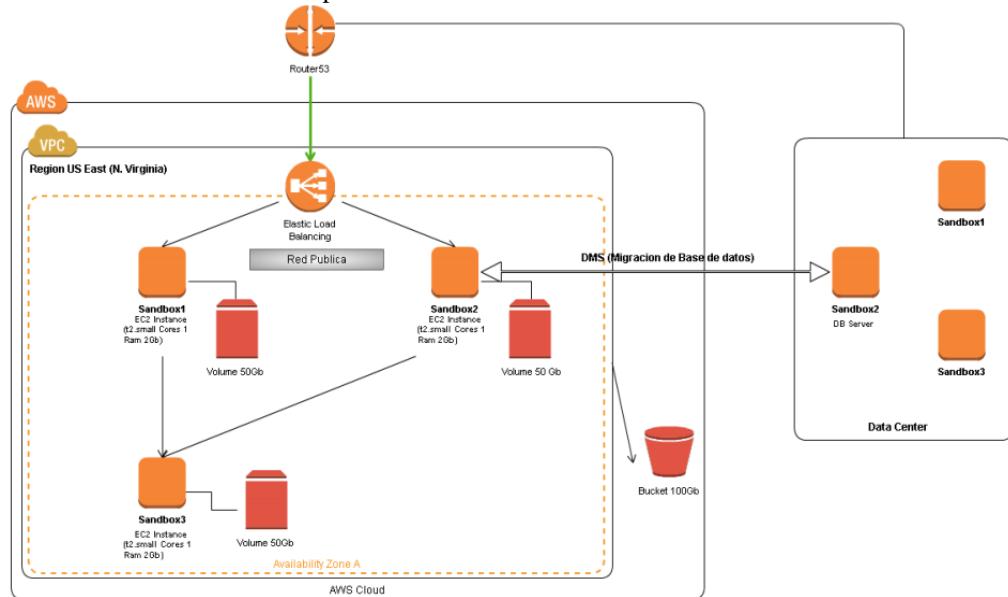


Figura 5. Modelo propuesto de IaaS híbrido para Sandbox UFPS en AWS

## 5. CONCLUSIONES

Este proyecto mejora el rendimiento de Sandbox-UFPS, con el modelo de nube híbrida propuesto se mejora su disponibilidad del servicio, se mejora la integridad de los datos, con capacidades de escalabilidad, adaptabilidad, tolerancia a fallos y respuesta bajo demanda para garantizar su correcto funcionamiento, siendo Sandbox-UFPS un mecanismo pedagógico en la enseñanza en Ingeniería de sistemas, donde los estudiantes despliegan sus aplicaciones web implementadas en diferentes tecnologías, este tipo de proyectos permite despertar el interés de los estudiantes por entender mejor lo que se aprende en clase, y así mismo, ponerlo en práctica mediante ejercicios contextualizados en línea, estudiando y realizando proyectos de clase y de grado con impacto social en empresas de la región. Estos proyectos son desplegados en la plataforma Sandbox-UFPS.

El modelo de nube híbrida permite aprovechar los beneficios que tiene la computación en la nube combinados con los beneficios de una infraestructura local, los servicios de la nube se usan al momento de fallar la infraestructura local o al necesitar mayor capacidad de procesamiento o almacenamiento, reduciendo considerablemente los costos mensuales del servicio en la nube. Este trabajo es referente para empresas que tengan una infraestructura local y quieran a bajo costo aumentar su disponibilidad, tolerancia a fallos y rendimiento.

Sandbox-UFPS permite automatizar las tareas de despliegue, configuración y uso de aplicaciones web. La plataforma puede ser usada para automatizar estas tareas en datacenters o proveedores pequeños de infraestructura para hacer fácil y automático el despliegue de aplicaciones sobre la infraestructura.

## REFERENCIAS

- Amazon Web Services. (2016a). Introducción a AWS - Introducción a AWS. Retrieved August 5, 2016, from [http://docs.aws.amazon.com/es\\_es/gettingstarted/latest/awsgsg-intro/gsg-aws-intro.html](http://docs.aws.amazon.com/es_es/gettingstarted/latest/awsgsg-intro/gsg-aws-intro.html)
- Amazon Web Services. (2016b). Productos y servicios de la nube: Amazon Web Services (AWS). Retrieved August 14, 2016, from <https://aws.amazon.com/es/products/>
- Amazon-Web-Services. (2016). Productos y servicios.
- Cabrera, S. A., Abad, E. M., Danilo Jaramillo, H., Poma, G. A., & Verdum, J. C. (2015). Incidencia de atributos de calidad de software en el diseño, construcción y despliegue de ambientes arquitectónicos Cloud. *2015 10th Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI 2015*, (August 2016). <http://doi.org/10.1109/CISTI.2015.7170460>
- Google. (2016). Google App Engine Documentation | App Engine | Google Cloud Platform. Retrieved August 5, 2016, from <https://cloud.google.com/appengine/docs>
- Google Inc. (2016). Google Apps for Work - Gmail Profesional y Herramientas Corporativas. Retrieved from <https://apps.google.com/>
- IDG Comunicaciones S.A. (2016). Libro blanco Hablando Cloud. Retrieved from [http://www.idg.es/hablando\\_cloud/Default.aspx](http://www.idg.es/hablando_cloud/Default.aspx)
- Joyanes Aguilar, L. (2012). *Computación en la Nube: Estrategias De Cloud Computing En Las Empresas*. Alfaomega.
- Leong, L., Petri, G., Gill, B., & Dorosh, M. (2016). Magic Quadrant for Cloud Infrastructure as a Service, Worldwide. Retrieved August 5, 2016, from <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-2G2O5FC&ct=150519>
- Microsoft. (2016a). Azure Infographics - Microsoft Azure. Retrieved August 14, 2016, from <https://azure.microsoft.com/en-us/documentation/infographics/azure/>
- Microsoft. (2016b). Microsoft Azure: Cloud Computing Platform & Services. Retrieved August 5, 2016, from <https://azure.microsoft.com/en-us/?b=16.24>
- Microsoft - MSDN. (2015). ¿Qué es Azure? Retrieved August 5, 2016, from <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/azure/dd163896.aspx>
- Red Hat. (2016). Web Application Hosting Platform | Red Hat OpenShift. Retrieved August 5, 2016, from <https://www.openshift.com/>
- saleforece.com. (n.d.). Salesforce.com: The Customer Success Platform To Grow Your Business. Retrieved from <https://www.salesforce.com/>
- salesforce.com INC. (2016). Force.com - Create Mobile Apps for Your Business - Salesforce.com. Retrieved August 5, 2016, from <http://www.salesforce.com/platform/products/force/>
- Springer Gabler Verlag. (2015). Cloud Computing: STATE OF THE ART AND SECURITY ISSUES. *Gabler Wirtschaftslexikon*, 40(2). <http://doi.org/10.1145/358438.349303>
- Vera-Rivera, F. H., Perez-Gutierrez, B. R., & Torres-Bermudez, F. J. (2015). Sandbox UFPS - cloud development platform for server management, creation and deployment of web applications of academic use. *Research in Computing Science*, 101, 65–75.
- Zhang, Q., Cheng, L., & Boutaba, R. (2010). Cloud computing: State-of-the-art and research challenges. *Journal of Internet Services and Applications*, 1(1), 7–18. <http://doi.org/10.1007/s13174-010-0007-6>

# MINERÍA DE DATOS EN LA IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE TUMOR QUE PUEDE DESARROLLAR UN PACIENTE CON BASE EN SU INFORMACIÓN GENÉTICA

Jorge Armando Zinzun Flores, Josué Figueroa González y Silvia B. González Brambila

Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco

Av. San Pablo Xalpa 180. Col. Reynosa Tamaulipas, Azcapotzalco, Ciudad de México, CP. 02200

## RESUMEN

El aumento en el uso de la tecnología utilizada en el campo de la medicina ha permitido que la información obtenida sobre los pacientes sea cada vez mayor, por lo que su estudio ofrece la posibilidad de mejorar el diagnóstico y tratamiento de gran cantidad de enfermedades. La Minería de Datos ofrece herramientas para procesar grandes volúmenes de datos y obtener conocimiento que lleve a tomar decisiones adecuadas en la solución de problemas. Este trabajo presenta el uso de la técnica de Agrupamiento o *Clustering* de Minería de Datos para agrupar pacientes según el tipo de tumor que poseen en base a la información proteínica de algunos de sus genes.

## PALABRAS CLAVE

Algoritmos de agrupamiento, Agrupamiento de genes, Minería de Datos, Sistemas de diagnóstico clínico, Tumor

## 1. INTRODUCCIÓN

La Minería de Datos (MD) es una técnica que combina campos como el aprendizaje automatizado, inteligencia artificial, manejo de bases de datos y la estadística para procesar datos y a partir de esto, obtener o descubrir patrones o relaciones ocultas en ellos y generar conocimiento que permita apoyar en la toma de decisiones (Fayyad, Piatetsky-Shapiro & Smyth, 1996a).

Este proceso se ha formalizado dando origen a la llamada Obtención de Conocimiento de Bases en Datos o KDD (*Knowledge Discovery in Databases*) por sus siglas en inglés (Fayyad, Piatetsky-Shapiro & Smyth, 1996b). Dentro de este proceso, se encuentran diversas técnicas de MD que se utilizan dependiendo los objetivos planteados inicialmente para el análisis de la información.

Las principales técnicas que se pueden encontrar en la MD se pueden dividir en predictivas y descriptivas, las predictivas permiten clasificar o predecir ciertos valores de acuerdo a las propiedades de casos previamente clasificados. Las descriptivas permiten obtener patrones o relaciones entre la información ya conocida. Las técnicas descriptivas de la MD son la generación de reglas de asociación y el agrupamiento.

El proceso de KDD y las técnicas de MD se han aplicado en gran variedad de campos, y uno de los que ha cobrado mayor fuerza en la última década es la aplicación de estas técnicas en la medicina, que con el avance de la tecnología, cada vez produce una mayor cantidad de información que puede ser analizada para obtener conocimiento que sirva para mejorar los tratamientos o diagnósticos de gran variedad de enfermedades, siendo una de las más analizadas el cáncer en sus distintos tipos.

El cáncer es una enfermedad genética causada por cambios en los genes que controlan la forma en la que las células crecen y se dividen. Los cambios genéticos que causan cáncer pueden heredarse de los padres o generarse por exposición al ambiente. Un tumor es una masa anormal de tejido corporal que se caracteriza por el agrandamiento de una parte del cuerpo originado por el aumento en el número de células que componen dicha parte. Los tumores pueden ser cancerosos (malignos) o no cancerosos (benignos). Los benignos no crecen de forma desproporcionada ni agresiva por lo que no invaden tejidos adyacentes y no realizan una metástasis (diseminación en otra parte del cuerpo distinta a donde se formó originalmente). Las células de tumores benignos no representan una amenaza para la vida y en su mayoría son susceptibles de ser

extirpados. Por su parte, los tumores malignos pueden invadir y dañar tejidos cercanos al tumor y representan una seria amenaza a la salud e incluso la vida de una persona.

Se considera como cáncer infantil a aquellos que se presentan en personas de entre 0 y 14 años. Aunque el cáncer infantil es poco frecuente, es la principal causa de muerte por enfermedad durante la infancia. Existe una gran cantidad de tipos de cáncer infantil, entre los más comunes se encuentran: el rhabdomiosarcoma, neuroblastoma, sarcoma de Ewing, tumor de Wilms, osteosarcoma, retinoblastoma, meduloblastoma, ependimoma, glioma de bajo grado, glioma de grado alto, leucemia linfoblástica por células B, leucemia linfoblástica por celular T y leucemia mieloide aguda.

En ocasiones, cuando se diagnostica un tipo de cáncer, no se consideran aspectos genéticos por lo que puede suceder que se identifique un tipo de tumor que no es el que el paciente está desarrollando, esto hace que el tratamiento no sea tan adecuado y que después de un tiempo, se identifique que se está atacando un tipo de tumor diferente al que el paciente realmente tiene.

El objetivo de este trabajo es presentar la aplicación de la técnica descriptiva de Agrupamiento (*Clustering*) para agrupar a distintos pacientes que tienen algún tipo de tumor en base a la expresión en proteínas de algunos de sus genes. De esta forma se tendrá información sobre el tipo de tumor que puede tener una persona en base a su información genética, lo que permitirá tener un diagnóstico más preciso y oportuno y comenzar con el tratamiento adecuado lo más pronto posible.

## 2. AGRUPAMIENTO O CLUSTERING

Agrupamiento o “*Clustering*” es el procedimiento de agrupar un conjunto de datos en subconjuntos convexos, de tal manera que, los miembros de un mismo subconjunto tengan características similares. El agrupamiento puede ser logrado por medio de diversos algoritmos y estos pueden determinar sus resultados por medio de diferentes parámetros como pueden ser distancias, densidad de áreas, intervalos e incluso distribuciones de probabilidad (Xu, & Wunsch, 2005). Los algoritmos más conocidos para realizar esta técnica se describen a continuación.

### 2.1 Algoritmo K-Means

Es considerado como el más sencillo de los algoritmos de agrupamiento. Inicialmente se determina el número K de subconjuntos en los que se dividirá el conjunto de datos y se asume el centroide de esos grupos de manera aleatoria. En seguida se determina la distancia de cada objeto con relación al centroide de cada subconjunto y se agrupan los objetos con base en la distancia mínima. Este proceso se repite hasta que los elementos de los subconjuntos ya no se mueven de grupo.

### 2.2 Algoritmo PAM

El algoritmo *Partition Around Medoids* (PAM) es también conocido como algoritmo K-Medoides. Inicialmente se determina el valor de los K subconjuntos en los que se agruparán los datos y se selecciona el medoide de cada grupo. La selección del medoide se hace en dos fases. En la primera de ellas, se obtiene un subconjunto inicial a través de una selección sucesiva de objetos hasta hallar K objetos, uno por subconjunto que se desea formar. El primer objeto es aquel para el cual la suma es la menor de entre todas las distancias. En cada paso siguiente, se selecciona el objeto que haga decrecer la función objetivo. En la segunda fase, se mejora el conjunto de objetos representativos al considerar todos los pares de objetos (i, h) para los cuales se ha escogido el objeto i y el objeto h no se ha escogido, verificando si al escoger h y desechar i, se reduce la función objetivo. En cada paso se hace el intercambio de menor costo.

### 2.3 Algoritmo AGNES

El algoritmo *Agglomerative Nesting* (AGNES) funciona construyendo una jerarquía en forma de árbol o dendrograma que contiene de forma implícita todos los valores de los K subconjuntos. Inicialmente se unen los dos objetos más cercanos (los elementos con la distancia más pequeña entre todas las distancias) para

formar un subconjunto de dos objetos mientras que los demás subconjuntos son de un solo elemento cada uno. Para cada paso posterior, se fusionan los dos subconjuntos más cercanos hasta tener un solo conjunto en el que están contenidos el resto de los subconjuntos.

### 3. TRABAJOS RELACIONADOS

La Minería de Datos ha venido aplicándose en el procesamiento de información relacionada con aspectos médicos en diversos campos. En Gera & Joshi (2015) se hace una revisión de las principales técnicas de Clasificación de Minería de Datos y su aplicación en el procesamiento de información relacionada con varias enfermedades. De manera similar, en Patel & Patel (2016) se realiza una revisión sobre las técnicas más comunes de Minería de Datos en el análisis de enfermedades.

En Naveen & Anand (2016) se revisan los trabajos relacionados con los principales tipos de enfermedades cuya información se analiza con Minería de Datos, se presentan trabajos relacionados con análisis de información acerca de la enfermedad de Parkinson, cáncer de mama, enfermedades del corazón y diabetes. En Arutchelvan & Periasamy (2015) se revisa a detalle el funcionamiento de la técnica de Agrupamiento, en particular del algoritmo K-means y se menciona la importancia del procesamiento de la información y aplicación de técnicas de Minería de Datos aplicado al entorno médico. Relacionado con la técnica de Agrupamiento o Clustering, en Barrera et al (2015), se realiza un agrupamiento de la información correspondiente a pacientes con cáncer de pulmón de acuerdo a las propiedades de distintas proteínas llamadas citocinas utilizando el algoritmo de Expectación – Maximización (EM). Posteriormente, sobre estos datos ya agrupados, se aplicó la técnica de clasificación a través del uso de árboles de decisión para encontrar las reglas que caracterizaban a cada uno de los grupos encontrados previamente. Otro trabajo en donde se utiliza la técnica de Agrupamiento es (Nagarajan & Chandrasekaran, 2015) en donde primero se agrupan los pacientes obteniendo tres grupos de acuerdo a tres tipos de diabetes, Tipo 1, Tipo 2 y Gestacional. Posteriormente sobre los conjuntos identificados, se utiliza un árbol de decisiones para generar un modelo que prediga el riesgo de desarrollar cada uno de los diferentes tipos según características físicas, familiares, hábitos laborales y alimenticios.

### 4. AGRUPAMIENTO DE PACIENTES

Se consideraron 13 tipos de tumores: Rhabdomiosarcoma, neuroblastoma, sarcoma de Ewing, Tumor de Wilmots, osteosarcoma, retinoblastoma, meduloblastoma, ependimoma, glioma de bajo grado, glioma de grado alto, leucemia linfoblástica por células B, leucemia linfoblástica por celular T y leucemia mieloide aguda. También se conocía qué tipo de tumor presenta cada paciente pediátrico. Se procesó la información de 60 archivos de texto, uno por paciente pediátrico, que contenían 46 filas y dos columnas. La primera columna corresponde al nombre de un gen y la segunda un número asociado a cada gen que indicaba su expresión en proteínas, una muestra de esta información se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Muestra de la información inicial para cada paciente analizado

| Nombre del Gen | Expresión (Proteínas) |
|----------------|-----------------------|
| TP53           | 1                     |
| TTN            | 21.22                 |
| FGFR4          | 36.36                 |
| NF1            | 5.59                  |
| ALK            | 14.67                 |

Se reunió toda la información de 60 pacientes pediátricos en una sola matriz de dimensiones 60 x 45. Para facilitar el manejo de estos datos, se aplicó la técnica de Análisis de Componentes Principales (ACP) a dicha matriz con el fin de reducir sus dimensiones. ACP es una técnica que se aplica a un conjunto de datos al buscar la proyección de los mismos, en la cual, los datos quedan mejor representados en términos de mínimos cuadrados. Al decir que están mejor representados, significa que dichos datos retienen las características del conjunto original que contribuyen más a su varianza, es decir, la meta del ACP es explicar la mayor cantidad de varianza con el menor número de componentes principales (Wold, 1987).

El resultado de aplicar esta técnica a los datos originales, arrojó que tomando en cuenta las dos primeras componentes principales, su proporción acumulada era de alrededor de 0.7551 lo que indicaba que tomando las componentes mencionadas, se estaría explicando aproximadamente el 75% de los datos. Una muestra de los datos a utilizar después de aplicar el ACP se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. Componentes principales para cada paciente

|     | CP1                      | CP2               |
|-----|--------------------------|-------------------|
| P01 | <b>2002.00524553256</b>  | -807.708433334949 |
| P02 | <b>-4215.45873642081</b> | 1647.85539897719  |
| P03 | <b>2358.44345709605</b>  | -317.465882662675 |
| P04 | <b>-926.948081303855</b> | 741.175997276416  |
| P05 | <b>-818.767638868514</b> | 894.925230380596  |

Esta matriz se tomó como entrada para los algoritmos utilizados para el proceso de agrupamiento y se le considera como la distribución inicial de los pacientes, la cual se muestra en la Figura 1.

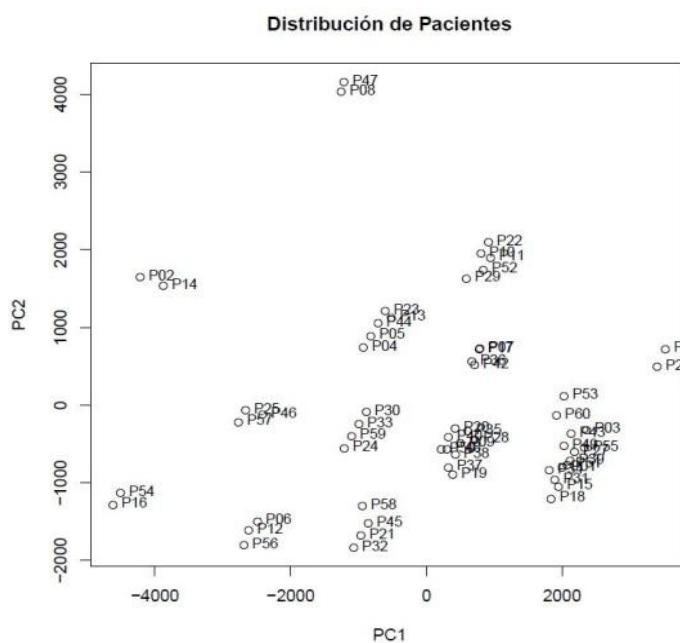


Figura 1. Distribución inicial tras aplicar la técnica de Análisis de Componentes Principales

El agrupamiento se realizó con los algoritmos K-Means, PAM y AGNES variando el número de clústeres definidos, desde 2 hasta 16. En el caso de AGNES, se cortó el dendrograma obtenido en los mismos valores de clústeres, es decir, se cortó de 2 hasta 16.

Para medir la eficacia de cada algoritmo, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{casos correctos}}{\text{casos totales}} \times 100$$

En donde casos correctos representa la cantidad de pacientes que fueron asignados al tipo de tumor que tenían en los datos iniciales y casos totales representa el total de pacientes a los que se agrupó. La eficacia indica que porcentaje de pacientes fueron colocados en el clúster, o tipo de tumor, correcto.

El mayor porcentaje de aciertos en el agrupamiento se dio con un número de clústeres de 13, lo que coincidió con la cantidad de tumores que se tenían inicialmente. La distribución de los pacientes en cada clúster se muestra en la Figura 2 para el algoritmo K-Means, en la Figura 3 para PAM y finalmente, en la Figura 4 para AGNES.

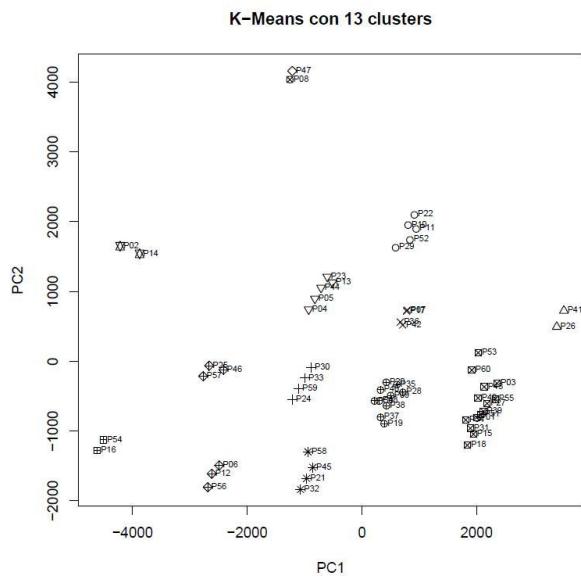


Figura 2. Agrupamiento de los pacientes de acuerdo al algoritmo K-Means

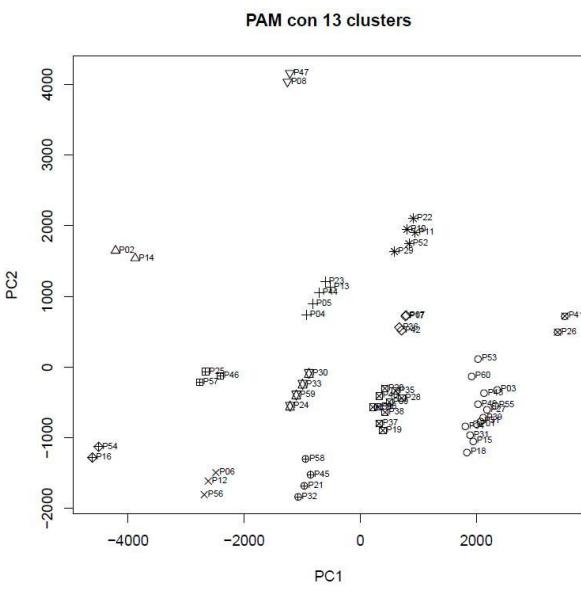


Figura 3. Agrupamiento de los pacientes de acuerdo al algoritmo PAM

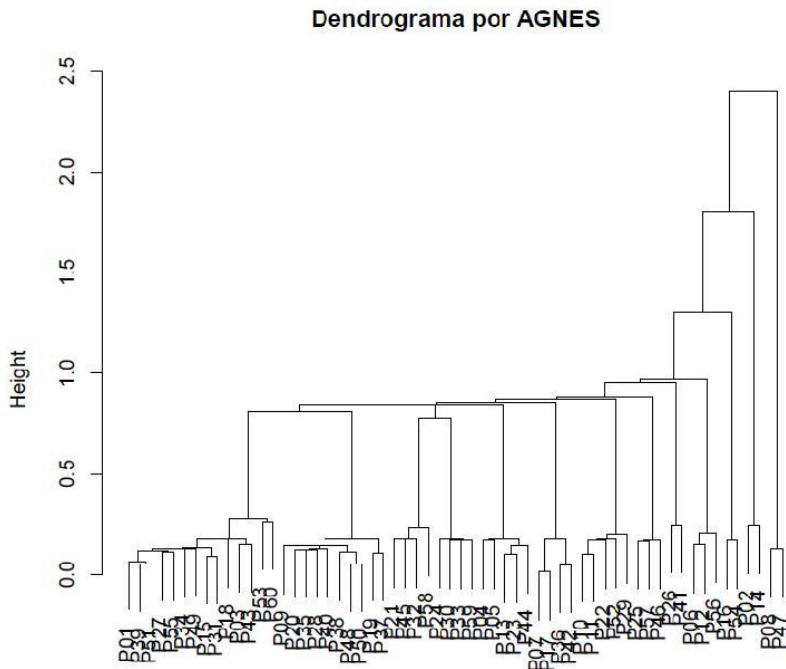


Figura 4. Agrupamiento de los pacientes de acuerdo al algoritmo AGNES

La eficacia de los algoritmos se resume en la Tabla 3, mostrando la cantidad de clústeres en las que se presentaron la mejor y la peor asignación de pacientes a un determinado tipo de tumor.

Tabla 3. Eficacia de los algoritmos utilizados

|         | Mejor Asignación             | Peor Asignación            |
|---------|------------------------------|----------------------------|
| K-Means | <b>86.67% (13 clústeres)</b> | 0% (4,6 y 9 clústeres)     |
| PAM     | <b>100% (13 clústeres)</b>   | 11.67% (15 y 16 clústeres) |
| AGNES   | <b>100% (13 clústeres)</b>   | 23.33% (2 clústeres)       |

## 5. CONCLUSIONES

La cantidad de información disponible sobre aspectos clínicos crece a pasos acelerados, lo que vuelve más complicado su procesamiento e interpretación para la toma de decisiones adecuada respecto a diagnósticos y tratamientos de enfermedades en donde el tiempo con el que se identifican o tratan puede ser vital. Las nuevas tecnologías deben aprovecharse en la medicina ya que permiten el uso de herramientas y técnicas computacionales, como el *Clustering* de Minería de Datos para apoyar el diagnóstico clínico, lo que podría llegar a ser muy importante en los años venideros.

A pesar de que la muestra tomada era relativamente pequeña (tanto en número de pacientes como en número de genes) y presentar algunas desventajas en su uso, como lo es el número de clústeres a utilizar, los algoritmos K-Means, PAM y AGNES, demostraron ser buenas herramientas para lograr un diagnóstico de los tipos de tumores ya que se obtuvieron resultados con una efectividad superior al 85%, por lo que queda justificado su uso como un apoyo al diagnóstico correcto del tipo de tumor que podría estar desarrollando un paciente.

Cabe mencionar que los experimentos corroboraron que el número de tipos de tumores que se diagnostican es adecuado, lo cual desde el punto de vista de la medicina tiene un alto valor; ya que en muchas ocasiones se tienen características parecidas que no permiten obtener un diagnóstico adecuado. Debido a esto se considera muy importante haber realizado los experimentos donde se variaba el número de clusters.

Como trabajo futuro se pretende incrementar el tamaño de la muestra y aplicar otros algoritmos jerárquicos como DIANA y MONA y métodos de partición como CLARA y FANNY.

## REFERENCIAS

- Arutchelvan, K., & Periasamy, R. (2015). Analysis of cancer detection system using data mining approach analysis. *International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering*, 2(11), 57-60.
- Barrera, L., Montes-Servín, E., Barrera, A., Ramírez-Tirado, L. A., Salinas-Parra, F., Bañales-Méndez, J. L., & Arrieta, Ó. (2015). Cytokine profile determined by data-mining analysis set into clusters of non-small-cell lung cancer patients according to prognosis. *Annals of Oncology*, 26( 2), 428-435.
- Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., & Smyth, P. (1996a). From data mining to knowledge discovery in databases. *AI magazine*, 17( 3), 37-54.
- Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., & Smyth, P. (1996b). The KDD Process for Extracting Useful Knowledge from Volumes of Data. *Communications of the ACM*, 39(11), 27-34.
- Gera, C. & Joshi, K. (2015). A Survey on Data Mining Techniques in the Medicative Field. *International Journal of Computer Applications*, 113(13), 32-35
- Nagarajan, S., & Chandrasekaran, R. M. (2015). Design and implementation of expert clinical system for diagnosing diabetes using data mining techniques. *Indian Journal of science and Technology*, 8(8), 771-776.
- Naveen R, & Anand M. (2016). Medical data mining techniques for health care systems. *International Journal of Engineering Science and Computing*, 6(4), 3498-3503
- Patel, S. & Patel H. (2016). Survey of Data Mining Techniques used in Healthcare Domain. *International Journal of Information*, 6(½), 53-60
- Wold, S. (1987). A tutorial on Principal Components Analysis. *Principal component analysis. Chemometrics and intelligent laboratory systems*, 2(1-3), 37-52.
- Xu, R., & Wunsch, D. (2005). Survey of clustering algorithms. *IEEE Transactions on neural networks*, 16(3), 645-678.

# **TÉCNICAS DE VISÃO COMPUTACIONAL PARA IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE PLANTAS: UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA**

Marco Aurelio Pellens, Marcelo da Silva Hounsell e André Tavares da Silva

*Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) – LARVA – DCC – PPGCA  
89.219-710 – Joinville – SC – Brasil*

## **RESUMO**

As técnicas de Visão Computacional são utilizadas na agricultura para vários objetivos: detectar e identificar plantas e suas características, analisar doenças e desnutrição em plantas. A variedade de técnicas, objetivos e plantas é grande tornando difícil a identificação das combinações mais usuais e mais eficazes. Um mapeamento sistemático da literatura fornece um método de pesquisa que identifica lacunas e oportunidades através do estudo de trabalhos já realizados. O objetivo deste mapeamento sistemático é fornecer uma visão geral das técnicas de Visão Computacional aplicados às plantas com interesses particulares voltados para: os tipos de descritores de imagem e classificadores; os tipos de plantas e; os principais objetivos dos trabalhos. O objetivo da Visão Computacional que foi observado como mais frequente foi o reconhecimento de plantas, seguido da identificação de doença em plantas. De maneira geral, os descritores de forma e o classificador SVM são os mais usuais nos trabalhos. Considerando o impacto econômico envolvido, o mapeamento mostra que a área de identificação de doenças em plantas se mostra como uma oportunidade para pesquisas futuras.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Visão computacional, planta, doença, mapeamento sistemático

## **1. INTRODUÇÃO**

O processamento de imagem agrícola é uma das áreas mais inovadoras, importantes e reconhecidas dos últimos anos (Chahal, 2015). Os métodos de reconhecimento de imagem são utilizados extensivamente nas pesquisas em silvicultura e na produção agrícola (Zhang; Huang, 2010). Com a aplicação dos métodos é possível reduzir a atuação de técnicos e profissionais para a proteção fitossanitária das plantas (Wang et al., 2012); reconhecer o formato das folhas, pétalas e da planta inteira para distinguir espécies diferentes, ou medir a saúde da planta (Cope et al., 2012); analisar os nutrientes das plantas (Yao et al., 2010).

A revisão sistemática permite realizar uma pesquisa científica de forma ordenada, com o propósito de reunir as evidências relevantes a um tema em particular (Biolchini et al, 2005). O objetivo deste trabalho é realizar um mapeamento sistemático da literatura para identificar as técnicas de visão computacional utilizadas nas plantas para detectar características, doenças, nutrição, ou identificação das mesmas. De posse das informações é possível verificar as lacunas e oportunidades para solucionar problemas em pesquisas da computação aplicada, na área agrícola.

## **2. TRABALHOS RELACIONADOS**

Alguns trabalhos têm revisado a aplicação de visão computacional a plantas:

O trabalho de Singh e Misra (2015) pesquisou diferentes técnicas para serem utilizadas na classificação de doenças em folhas das plantas e ressaltou a importância da segmentação de imagens para a detecção de doenças nas folhas com a utilização de algoritmos genéticos.

Chahal (2015) apresentou um quadro generalizado de classificação e reconhecimento de doenças de plantas. Discutiu os principais métodos de classificação, incluindo SVM (*Support Vector Machine*), Neural

Network, KMeans e PCA (*Principal Component Analysis*) para o reconhecimento e classificação das doenças nas plantas ou folhas, definindo um modelo amplo para realizar o reconhecimento efetivo da imagem.

Yao et al. (2010) forneceram uma visão geral sobre o estado da arte dos métodos de análise da nutrição das plantas e conecta-os, com técnicas, em três aspectos: modelagem biométrica, aquisição de imagens e processamento de imagens. Apresentou análises das correlações entre o teor de clorofila e o estado nutricional e forneceu as correlações entre o teor de clorofila e as características foliares, relações das características e o estado nutricional.

Zhang e Huang (2010) fornecem uma visão geral do estudo de reconhecimento automático da planta através das folhas e flores das plantas, analisou as limitações existentes no estudo e apresentou as tecnologias de reconhecimento automático de plantas.

Cope et al. (2012) fizeram uma revisão dos principais métodos computacionais, morfométricos e de processamento de imagem utilizados para analisar imagens de plantas. Concluíram com uma discussão dos trabalhos em andamento e os problemas que estão pendentes na área.

Nenhum dos trabalhos identificados faz um levantamento geral sobre o uso de técnicas de visão computacional das diversas aplicações que estas podem ter no contexto das plantas (folhas). O levantamento geral permite abordar todas as áreas que possuem a computação aplicada envolvida no reconhecimento de padrões de imagens para a identificação de nutrição, doenças, reconhecimento de plantas, etc... Este é o objetivo do presente trabalho.

### 3. MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

A realização de uma revisão bibliográfica com maior rigor e melhores níveis de confiança requer métodos sistemáticos (Conforto et al., 2011). O mapeamento sistemático é uma metodologia com objetivo de fornecer uma visão geral de uma área de pesquisa, a quantidade e o tipo de pesquisas realizadas, bem como os resultados obtidos nos trabalhos.

A metodologia utilizada neste trabalho segue os passos propostos pelos estudos de mapeamento sistemático realizado por Petersen et al. (2008). Os passos essenciais do processo são (Petersen et al., 2008): definição das questões da pesquisa, busca por documentos relevantes, triagem dos documentos, formulação das palavras-chave, extração dos dados e mapeamento. As saídas de cada passo são utilizadas como entradas para o passo seguinte.

#### 3.1 Definição das Questões da Pesquisa (Passo 1)

Os objetivos da pesquisa podem ser refletidos em forma de perguntas (Petersen et al, 2008), sendo que fazer a pergunta certa é a questão fundamental para qualquer revisão bibliográfica sistemática (Kitchenham, 2009). A questão principal da pesquisa foi definida por:

*Como tem sido a aplicação de visão computacional para identificar características e classificar plantas?*

As questões secundárias, complementos da questão principal, são:

*Quais características das plantas são estudadas?*

*Quais classificações são realizadas?*

*Quais tipos de plantas são abordados nos artigos?*

*Quais técnicas de visão computacional têm sido usadas?*

#### 3.2 Busca de Evidências (Passo 2)

A revisão bibliográfica sistemática tem como objetivo encontrar o maior número de trabalhos relevantes à questão da pesquisa Kitchenham (2004). Para encontrar os trabalhos são utilizadas frases de busca nos bancos de dados científicos, ou manualmente, nos anais de conferências ou publicações de periódicos (Petersen et al, 2008; Kitchenham, 2004). Para criar a frase de busca divide-se a questão nos aspectos individuais (Kitchenham, 2009): população, intervenção e resultados; em seguida uma lista de sinônimos,

abreviaturas, e grafias alternativas devem ser geradas e outros termos podem ser encontrados nos periódicos e bases de dados (Kitchenham, 2004).

Para este trabalho a população é definida por: plantas; as intervenções: técnicas de visão computacionais aplicadas nos trabalhos; e os resultados: características e classificações das plantas. A frase de busca é criada com termos referentes ao tema da pesquisa e com a utilização correta dos operadores booleanos (Conforto et al., 2011). Para esta pesquisa de artigos primários foi utilizada a frase de busca:

*(Plant? OR Vegetab\* OR Horti\* OR Greenery) AND (“Pattern Recog\*” OR “Image? Pattern?” OR “Computer Vision” OR “Image Processing” OR “Image Analy\*”) AND (Feature? OR Classif\*) AND NOT (Tree? OR GIS OR Fruit? OR Root? OR Seed? OR \*Medical OR Mapping OR Grain? OR Soil).*

A utilização de mais bancos de dados é necessária para permitir mais resultados na busca (Earney, 2009). Devido à ampla quantidade de informações científicas disponíveis na web é importante selecionar os melhores mecanismos de busca acadêmicos (MBAs). Para a área da computação, os seguintes mecanismos de buscas estão entre os seis melhores para a busca dos artigos relevantes (Buchinger; Cavalcanti; Hounsell, 2014): *ACM (dl.acm.org); IEEE Xplore (ieeexplore.ieee.org) e Science Direct (sciencedirect.com)*.

### 3.3 Triagem dos Documentos (Passo 3)

A definição da busca por um período de tempo reduzido tem o objetivo de limitar os resultados para o mapeamento ser executado no tempo planejado (Conforto et al., 2011). O Critério Objetivo (CO), aplicado nos mecanismos de busca acadêmicos, foi definido por:

- **CO.** Trabalhos dos últimos 10 anos;

Os critérios de inclusão (CI) e os critérios de exclusão (CE) são utilizados para identificar quais estudos atendem às questões da pesquisa (Petersen et al, 2008). Os CI e CE são aplicados através da leitura dos títulos e resumos dos artigos (Kitchenham, 2004). Para um artigo ser incluído na pesquisa, deve atender a todos os CI. Para um artigo ser excluído, deve atender pelo menos a um CE. A execução da triagem dos documentos foi realizada na seguinte ordem: primeiro aplicou-se os CE e em seguida os CI:

- **CE 1.** Aborda árvores, ou sistema de informação geográfica, ou frutas, ou sementes, ou raízes;
- **CE 2.** Trabalhos duplicados;
- **CE 3.** Trabalho sobre plantas;
- **CI 1.** Trabalho com características ou classificações para plantas;
- **CI 2.** Trabalho com métodos de reconhecimento de padrões, ou computação visual, ou processamento de imagem, ou análise de imagem.
- **CI 3.** Apenas pesquisas primárias

A Tabela 1 apresenta a quantidade de artigos remanescentes a cada etapa da busca e triagem dos artigos. O MBA *IEEE Explore* (IEEE) retornou a maior quantidade de artigos, 714 desta fonte, sendo que após aplicar todos os critérios, restaram 180 artigos. Após a triagem completa, em todos os três MBAs, permaneceram 196 artigos para o estudo do mapeamento sistemático.

Tabela 1. Triagem dos documentos

| Triagem           | Quantidade de documentos restantes |            |                       |       |
|-------------------|------------------------------------|------------|-----------------------|-------|
|                   | <i>IEEE</i>                        | <i>ACM</i> | <i>Science Direct</i> | Total |
| Resultado inicial | 714                                | 18         | 99                    | 831   |
| CO                | 543                                | 13         | 65                    | 621   |
| CE 1              | 479                                | 13         | 59                    | 543   |
| CE 2              | 471                                | 13         | 59                    | 543   |
| CE 3              | 250                                | 6          | 26                    | 282   |
| CI 1              | 181                                | 5          | 16                    | 202   |
| CI 2              | 180                                | 5          | 16                    | 201   |
| CI 3              | 176                                | 5          | 15                    | 196   |

### 3.4 Esquema de Classificação (Passo 4)

A criação de palavras-chaves, para o sistema de classificação, reduz o tempo no desenvolvimento do sistema de classificação (Petersen et al, 2008). Para a criação das palavras-chave deve-se efetuar a leitura dos resumos e encontrar palavras-chaves e conceitos que definam o artigo e o contexto da pesquisa (Petersen et al, 2008). Caso a leitura dos resumos não permita a identificação de palavras-chave relevantes, a leitura da introdução e conclusão do artigo pode ser realizada. Ao definir o conjunto final de palavras-chave, elas são agrupadas para gerar as categorias do mapa sistemático.

Nas leituras realizadas dos artigos três enfoques principais determinaram as palavras-chave:

- **Métodos:** foram selecionados os principais métodos de visão computacional utilizados pelos artigos, sendo divididos em dois subgrupos: descritores e classificadores de imagens digitais;
- **Plantas:** esta categoria agrupa os tipos de plantas abordados nos artigos;
- **Objetivos:** nesta categoria foram adicionados os principais objetivos do trabalho: identificação dos tipos de plantas, detecção de uma planta, detecção de doenças, ou nutrição das plantas.

### 3.5 Extração de Dados e Mapa dos Estudos (Passo 5)

Durante a extração dos dados, o sistema de classificação pode mudar com a adição de novas categorias ou fusão e cisão de categorias (Petersen et al, 2008). As categorias dos descritores foram generalizadas por grupos de descritores, devido à utilização superior a 100 tipos diferentes de métodos de descrição das imagens utilizados pelos artigos. As categorias dos descritores foram definidas por:

- **Descriptor Global:**
  - **Cor:** Descritores de Cor;
  - **Textura:** Descritores de Textura;
  - **Forma:** Descritores de Forma;
- **Descriptor Local:** Todos os descritores Locais.

Os classificadores foram agrupados nas categorias:

- **Diversos:** categoria de classificadores utilizados em menos de 5 trabalhos.
- **ANN: Artificial Neural Network;**
- **SVM: Support Vector Machine;**
- **Knn: K-nearest neighbors;**
- **Bayes:** classificadores Bayesianos.

As plantas abordadas nos trabalhos foram agrupadas em:

- **Geral:** todos os trabalhos que abordam plantas diversas, não apenas uma planta em particular;
- **Cereal:** todas as plantas identificadas como cereais;
- **Hortifrutícola:** verduras, legumes e frutas;
- **Medicinal:** plantas medicinais;
- **Com flor:** todas as plantas com flores;
- **Erva Daninha:** trabalhos que envolvem ervas daninhas.

Os objetivos dos trabalhos foram agrupados em:

- **Reconhecer planta pela folha:** artigos que objetivam identificar, reconhecer, ou classificar plantas utilizando as imagens das folhas;
- **Detectar planta:** artigos que objetivam detectar um tipo exclusivo de planta;
- **Detectar doença:** artigos que objetivam abordar doenças em folhas;
- **Nutrição da planta:** artigos relacionados com estado nutricional das plantas;
- **Características gerais das plantas:** artigos que objetivam identificar plantas com estresse, crescimento de plântulas *in-vitro*, identificação de características. Por exemplo: identificar característica do topo do algodão, segmentação de imagem de plantas, entre outros.

Para a criação do mapeamento foram utilizados 196 artigos. Desses, 176 utilizaram métodos para a extração de características (descritores), com 20 trabalhos sem identificação ou não utilizaram descritores de imagens. 144 trabalhos utilizaram um tipo de descritor para os testes, 32 trabalhos utilizaram 2 tipos e 13

com 3 tipos. Com um total de 221 descritores de imagens distribuídos nos 176 artigos analisados. Na fase de classificação, 177 artigos utilizaram classificadores para reconhecimento de padrões das imagens, com 19 trabalhos não apresentaram, ou não utilizaram o método de classificação. Desses 177 artigos analisados, 89 utilizaram apenas um classificador e 88 artigos utilizaram dois ou mais classificadores para os testes. Com um total de 223 classificadores distribuídos nos 177 artigos.

A Figura 1 apresenta, através do gráfico de bolhas, o resultado do mapeamento sistemático com a relação do tipo de planta com os descritores de imagens utilizados nos trabalhos, sendo que o número em cada bolha representa a soma dos trabalhos realizados através da interseção da abcissa (tipo de planta) pela ordenada (descritores). No canto superior direito é apresentado a quantidade de tipos de descritores utilizados nos 176 artigos analisados. Quanto aos descritores, a maior quantidade de trabalhos está na categoria de descritores de *Forma*; e menor na categoria de descritor *Local*. O mapeamento sistemático da relação entre o tipo de planta e os descritores utilizados nos trabalhos apresenta maior concentração de descritores de *forma* para os tipos *gerais* de planta, devido à maioria dos trabalhos classificarem as plantas pelo formato da folha.

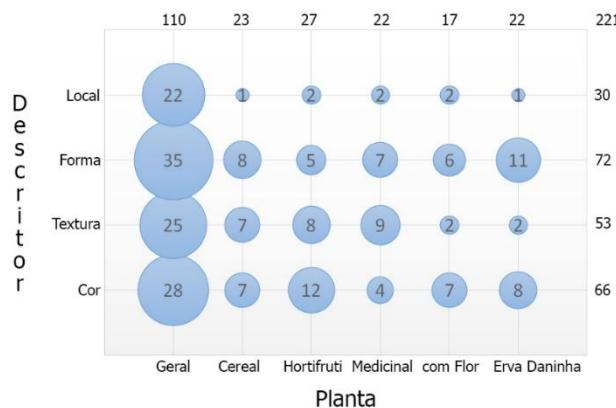


Figura 1. Relação dos tipos de planta pelos descritores de imagem

A Figura 2 apresenta o comparativo entre os tipos de plantas e os classificadores utilizados nos trabalhos. A categoria *NA* refere-se aos trabalhos não avaliados. A quantidade de classificadores utilizados, nos 177 artigos analisados, é apresentada no canto superior direito. Quanto aos classificadores, a soma com maior quantidade está na categoria classificadores *Diversos*, seguido do classificador *RNA*; e menor, no classificador *Bayes*. Quanto às plantas, a maior quantidade está na categoria *Geral*; e menor, no tipo de planta *com flor*. A maior bolha está localizada na interseção do tipo de planta *Geral* com os classificadores *Diversos*. A menor bolha está presente em 5 interseções, principalmente na categoria do classificador *Bayes*, sem nenhum classificador utilizado. Os classificadores *RNA*, *SVM* e *Knn* são os mais utilizados nos trabalhos de classificação de plantas.

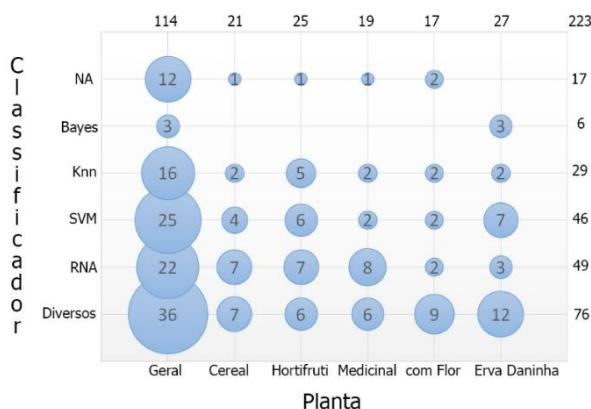


Figura 2. Relação dos classificadores pelo tipo de planta

A Figura 3 apresenta a relação entre as plantas e os objetivos dos trabalhos. No canto superior direito é apresentado a quantidade de artigos analisados, com todos os artigos do mapeamento. Quanto ao objetivo do trabalho, a maior quantidade está na categoria *Reconhecer Planta*; e menor, na *Nutrição Planta*. Quanto às plantas, a maior quantidade de artigos está na categoria *Geral*; e menor, nas plantas *com flor*. A maior bolha está localizada na interseção do tipo de planta *Geral* com o objetivo de *Reconhecer Planta*. A menor bolha está presente em 9 interseções, sem nenhum trabalho realizado.

Dos 196 trabalhos analisados, 45 tem objetivos relacionados a doenças em plantas.

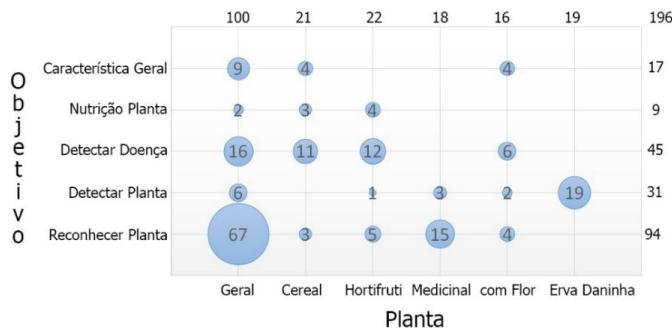


Figura 3. Relação das plantas pelo objetivo do trabalho

A Figura 4 apresenta a relação entre o descritor de imagem utilizado com o objetivo da pesquisa. No canto superior direito é apresentado a quantidade dos tipos de descritores utilizados em 177 artigos. Quanto ao objetivo dos trabalhos, a soma com maior concentração de descritores está na categoria *Reconhecer Planta*, e menor, na *Nutrição Planta*. Quanto aos descritores, a maior concentração está no descritor de *Forma*, e menor, nos descritores *Locais*. A maior bolha está localizada na interseção do descritor de *Forma* com o objetivo de *Reconhecer Planta*. A menor bolha está presente em 3 interseções, 2 delas com o objetivo de verificar *Nutrição em Planta*.

Para os trabalhos com o objetivo de detectar doença em plantas, o total de 22 descritores de textura são utilizados e 18 descritores de cor. É possível identificar uma oportunidade para pesquisas futuras, devido à preferência da utilização desses descritores nos problemas da detecção de doenças em plantas, sendo que as doenças nas folhas apresentam cores e texturas distintas.

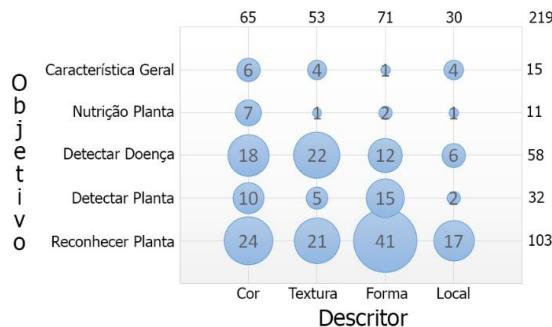


Figura 4. Relação dos descritores de imagem pelo objetivo do trabalho

A Figura 5 apresenta a relação entre os classificadores utilizados com os objetivos das pesquisas. A quantidade de classificadores utilizados, nos 177 artigos analisados, é apresentada no canto superior direito. Quanto ao objetivo, a concentração maior da soma de classificadores está na categoria *Reconhecer Planta*; e menor, na *Nutrição Planta*. Quanto ao classificador, a concentração maior está nos classificadores *Diversos*; e menor, no classificador *Bayes*. A maior bolha está localizada na interseção dos classificadores *Diversos* com o objetivo de *Reconhecer Planta*. A menor bolha está localizada em 3 interseções, principalmente no classificador *Bayes*, sem nenhum. Os classificadores *RNA* e *SVM* são os mais utilizados para detectar doenças em plantas, sendo uma oportunidade, para trabalhos de pesquisa em computação aplicada, utilizar esses classificadores já testados e com bons resultados na classificação.

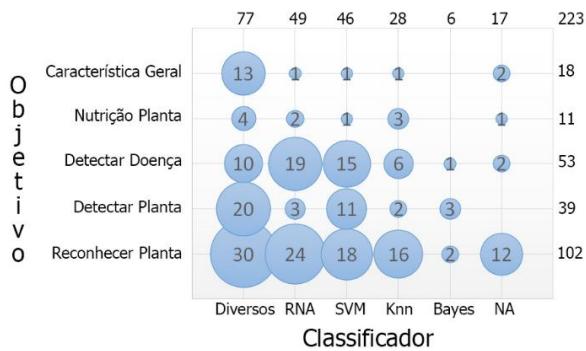


Figura 5. Relação dos classificadores pelo objetivo do trabalho

#### 4. DOENÇAS EM PLANTAS

Estudos mostram que a qualidade dos produtos agrícolas pode ser reduzida por diversos fatores. Um dos fatores mais importantes que contribuem para o baixo rendimento é o ataque da doença nas plantas, tais como fungos, bactérias e vírus (Ramakrishnan, 2015). A doença da folha destrói completamente a qualidade da folha. O agronegócio pode utilizar as técnicas da visão computacional para solucionar diversos problemas existentes no campo, com resultados no aumento da qualidade dos produtos, aumento da produtividade e redução de custos, por exemplo, doenças em seu estágio inicial.

A Tabela 2 apresenta uma análise dos artigos que possuem o objetivo de detectar doenças em plantas. Cada artigo listado apresenta uma síntese do tipo de planta abordado na pesquisa, às técnicas de descrição de imagem utilizadas, os classificadores utilizados para realizar a identificação da doença, a eficiência da classificação máxima obtida e o *Digital Object Identifier* (DOI) de cada artigo, para consultas na íntegra dos trabalhos realizados.

Tabela 2. Detectar doenças em plantas

| Planta                  | Extração de características                        | Classificador                   | Ef. (%) | DOI                            |
|-------------------------|--|---------------------------------|---------|--------------------------------|
| Trigo                   | IRKT e EOH   | Não informado                   | 100     | 10.1109/CISP.2014.7003793      |
| Trigo e uva             | Cor, textura e forma                               | BPNN, RBFN, GRNN e PNN          | 100     | 10.1109/ICSAI.2012.6223479     |
| Beterraba               | LBP  | SVM, LMS, M5P, M5Rules          | 99.4    | 10.1016/j.patcog.2015.11.021   |
| Tomate                  | CSD, CLD e SCD                                     | Knn                             | 99.0    | 10.1109/STSIVA.2014.7010166    |
| Amendoim                | Espaço de cor HSV e GLCM                           | BPNN                            | 97.4    | 10.1109/ICCSP.2015.7322641     |
| Cereais, trigo e cevada | GLCM   | SVM                             | 97.0    | 10.1109/ICSIIPA.2011.6144122   |
| Beterraba               | 2D xy-color histogram                              | SVM                             | 95.7    | 10.1016/j.compag.2014.07.004   |
| Geral                   | Block-wise, GLCM, GLRLM, DWT e LBP                 | Knn, SVM, Radon Transform, BPNN | 94.1    | 10.1016/j.procs.2015.02.137    |
| Arroz                   | Espaço de cor HIS, detecção de bordas e de pontos  | SOM NN                          | 92.0    | 10.1109/ICCITECHN.2008.4803079 |
| Cana-de-açúcar          | Espaço de cor Lab e GLCM                           | SVM                             | 80.0    | 10.1109/ICTS.2014.7010564      |
| Geral                   | SIFT   | SVM                             | 79.0    | 10.1109/MITC.2015.7375303      |
| Geral                   | HSV e SSD  | -                               | -       | 10.1109/ISIE.2009.5218251      |
| Geral                   | K-means e GLCM                                     | ANN                             | -       | 10.1109/SPIN.2015.7095350      |
| Orquídea                | Filtro de média RGB                                | t-test                          | -       | 10.1109/ICSGRC.2012.6287196    |
| Geral                   | K-means, Color co-occurrence e H de HIS e B de Lab | BPNN                            | -       | 10.1109/ICCUBE.2015.153        |
| Geral                   | Lab e K-means                                      | Não se aplica                   | -       | 10.1109/NGMAST.2014.56         |
| Algodão                 | CLD e forma  | Não se aplica                   | -       | 10.1109/ICECCE.2014.7086637    |

Os trabalhos obtiveram eficiência máxima para detectar doenças superior a 79%. Caso a espécie de planta a ser abordada em uma nova pesquisa não esteja presente nos trabalhos listados, pode-se utilizar uma planta que apresente semelhanças nas folhas para estudo das técnicas a serem testadas.

A Tabela 3 apresenta a síntese dos artigos com o objetivo de reconhecer doenças em plantas. O reconhecimento, além de detectar, classifica o tipo de doença encontrado. A eficiência máxima para reconhecer doenças foi superior a 70,7%.

Tabela 3. Reconhecer doenças em plantas

| Planta        | Extração de características                               | Classificador                                | Ef. (%) | DOI                             |
|---------------|---|--|---------|---------------------------------|
| Arroz         | Fracção, média RGB, desvio padrão RGB, média HSV          | BPNN   | 100     | 10.1109/HNICEM.2014.7016248     |
| Pepino        | Cor, textura e forma                                      | SVM  | 100     | 10.1109/ICACC.2010.5487242      |
| Uva e Trigo   | Cor, textura, forma e PCA                                 | BPNN   | 100     | 10.1109/CISP.2012.6469998       |
| Uva           | GLCM  | BPNN   | 100     | 10.1109/ICCCNT.2013.6726616     |
| Beterraba     | Dados hiperespectrais                                     | SVM  | 99.6    | 10.1109/IGARSS.2010.5649924     |
| Beterraba     | K-means, LBP (Local Binary Patterns) e Cor                | SVM  | 99.4    | 10.1109/ICPR.2014.35            |
| Trigo         | Cor, Forma, mRMR  | RBFN   | 98.3    | 10.1109/IranianCEE.2015.7146396 |
| Algodão       | CLD   | ANFIS  | 98.0    | 10.1109/CIPECH.2014.7019039     |
| Rosa          | GLCM, DCT e DWT   | Knn, árvore de decisão, Naïve Bayesian e RNN | 94.5    | 10.1109/FIT.2013.19             |
| Soja          | SIFT  | SVM  | 93.8    | 10.1109/ICACCI.2015.7275707     |
| Milho         | OLDP  | Knn  | 93.4    | 10.1109/CIS.2013.57             |
| Algodão       | Co-occurrence matrix, Fractal dimension e Lacunarity      | SVM  | 93.1    | 10.1016/j.compag.2009.01.003    |
| Geral         | K-Means, HIS e SGDM                                       | BPNN   | 92.7    | 10.1109/ICSI.2010.5697452       |
| Algodão       | Wavelet-SOM   | ANN  | 92.0    | 10.1109/IGARSS.2007.4423429     |
| Arroz         | Entropia difusa   | PNN  | 91.5    | 10.1109/ICACSI.2013.6761609     |
| Vegetais      | Cor, textura e forma                                      | BPNN e SVM combinados                        | 91.5    | 10.1109/CGIV.2016.34            |
| Pimentão      | Cores RGB   | PCA e Coeficiente de Variação                | 90.7    | 10.1109/LRA.2016.2518214        |
| Pepino        | FBM   | SVM  | 90.0    | 10.1109/ICCI.2008.4670815       |
| Beterraba     | Características estatísticas de textura e erosão da banda | SVM e RBFN                                   | 87.6    | 10.1109/ICPR.2014.571           |
| Orquídea      | Segmentação: Morphology                                   | Classificar pela área                        | 86.4    | 10.1109/SPC.2014.7086251        |
| Algodão       | Momentos invariantes de HU                                | ANFIS  | 85.0    | 10.1109/PERVASIVE.2015.7086983  |
| Arroz         | Descritores fractais                                      | PNN  | 83.0    | 10.1109/IC3INA.2013.6819152     |
| Melancia      | Média RGB   | ANN  | 75.9    | 10.1109/BEIAC.2013.6560170      |
| Óleo de palma | Cores RGB, e GLCM   | RBFN   | 70.7    | 10.1109/ICCSCE.2014.7072792     |
| Pepino        | Brilho multiespectral                                     | Não se aplica                                | -       | 10.1109/SOPO.2012.6270486       |
| Trigo         | Cor, textura e forma                                      | SVM  | -       | -                               |

## 5. CONCLUSÃO

Este artigo fez um mapeamento da literatura sobre o uso de técnicas de visão computacional para analisar plantas. Constatou-se que existe uma profusão de trabalhos voltados para plantas de um modo geral, seguido de um foco em hortifruti e cereais. A maioria dos trabalhos visa a identificação da planta em si, seguido de trabalhos que visam identificar doenças nas plantas. Quanto às técnicas específicas de visão computacional obteve-se: os descritores de imagens utilizados na identificação de doenças em plantas são principalmente descritores de cor e textura; os descritores de forma são mais utilizados para a identificação de espécies de plantas porque as folhas apresentam, geralmente, formas diferentes para cada espécie. Os principais classificadores utilizados nos trabalhos são: SVM, RNA e Knn, com utilização na maioria dos trabalhos que envolvem doenças em plantas. Os tipos de plantas utilizados nos trabalhos envolvem diversas espécies, principalmente plantas utilizadas na agricultura, provavelmente pelo impacto econômico destes.

No contexto da agroindústria, a detecção de doenças nas plantas pode repercutir na produtividade, lucratividade da atividade e até refletir no abastecimento. Neste sentido, identificar doenças passa a ser uma área foco com potencial econômico significativo. Em análise dos trabalhos que usaram visão computacional para identificar doenças, pode-se observar que os sintomas das doenças nas plantas apresentam semelhanças entre os trabalhos analisados, geralmente manchas marrons escuras na forma de pintas. Dos seis trabalhos que obtiveram melhor desempenho na detecção de doenças em plantas, resultados superiores a 99%, três trabalhos obtiveram o melhor resultado com a utilização de classificador BPNN (*Back-Propagation Neural Networks*) e três com SVM (*Support Vector Machine*). Assim, percebe-se que há oportunidades de desenvolver pesquisas para auxiliar na identificação de doenças em plantas, pois esta pode trazer impactos econômicos e nem todos os tipos de plantas cultivados com objetivo econômico tiveram soluções propostas para elas.

## REFERÊNCIAS

- Biolchini, J. et al., 2005. Systematic review in software engineering. *System Engineering and Computer Science Department COPPE/UFRJ, Technical Report ES*, vol. 679, p. 45.
- Buchinger, D., Cavalcanti, G. A. D. S., and Hounsell, M. D. S., 2014. Mecanismos de busca acadêmica: uma análise quantitativa. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, vol. 6, pp. 108-120.
- Chahal, N., 2015. A study on agricultural image processing along with classification model. *Advance Computing Conference (IACC), International*, pp. 942-947, IEEE.
- Conforto, E. C., do Amaral, D. C., and da Silva L., 2011. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos, *Anais Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produtos*.
- Cope, J. S., et al., 2012. Plant species identification using digital morphometrics: A review. *Expert Systems with Applications*, pp. 7562-7573.
- Kitchenham, B., 2004. Procedures for performing systematic reviews, *Keele*. UK, vol. 33, pp. 1-26.
- Kitchenham, B., et al., 2009. Systematic literature reviews in software engineering – a systematic literature review. *Information and software technology*, pp. 7-15.
- Petersen, K. et al, 2008. Systematic mapping studies in software engineering. *12th international conference on evaluation and assessment in software engineering*, Vol. 17.
- Ramakrishnan, M., 2015. Groundnut leaf disease detection and classification by using back propagation algorithm. *Communications and Signal Processing (ICCSP), International Conference on*, pp. 0964-0968, IEEE.
- Singh, V., and Misra, A. K., 2015. Detection of unhealthy region of plant leaves using image processing and genetic algorithm. *Computer Engineering and Applications (ICACEA), International Conference on Advances in*, pp. 1028-1032, IEEE.
- Wang, H. et al., 2012. Application of neural networks to image recognition of plant diseases. *Systems and Informatics (ICSAI), International Conference on*, pp. 2159-2164, IEEE.
- Yao, X., et al., 2010. Image-based plant nutrient status analysis: An overview. *Intelligent Computing and Intelligent Systems (ICIS), International Conference on*, pp. 460-464, IEEE.
- Zhang, J., and Huang, X. Y., 2010. A survey of plant recognition method based on image processing. *Electrical and Control Engineering (ICECE), International Conference on*, pp. 4974-4977, IEEE.

# ANÁLISE DE OBJETOS A PARTIR DA EXTRAÇÃO DA MEMÓRIA RAM DE SISTEMAS SOBRE ANDROID RUNTIME (ART)

Alberto Magno Muniz Soares e Rafael Timóteo de Sousa Jr.

*Universidade de Brasília (UnB), Departamento de Engenharia Elétrica*

*Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte - 70910-900 - Brasília - DF - Brasil*

## RESUMO

Este artigo descreve uma técnica de análise de objetos em memória no ambiente de execução Android Runtime (ART) a partir de uma extração de dados da memória volátil. Um estudo do código fonte Android Open Source Project (AOSP) foi feito para entendimento do ambiente de execução utilizado no sistema operacional Android moderno, e foram elaboradas ferramentas de software que permitem a localização, extração e interpretação de dados úteis para o contexto forense. Construídas pelos autores como extensões para o framework Volatility, essas ferramentas possibilitam localizar, em uma extração de memória de um dispositivo com arquitetura ARM, instâncias de classes Java arbitrárias e suas propriedades de dados.

## PALAVRAS-CHAVE

Segurança da informação, computação forense, dispositivos móveis, memória volátil, Android

## 1. INTRODUÇÃO

Os dispositivos móveis pessoais podem ser utilizados para muitas finalidades e sua memória RAM pode conter potenciais evidências digitais para uma investigação.

A comunidade forense, conforme [Brezinski e Killalea 2002], observa a priorização dos dados da memória na ordem de volatilidade das evidências digitais, uma vez que algumas informações sobre o ambiente do sistema não são mantidas estaticamente em mídia de armazenamento secundário. Tradicionalmente, os exames em dispositivos móveis são focados na aquisição e análise de dados presentes nas mídias de armazenamento não voláteis, pois, em função do objetivo da investigação ou devido a dificuldade com relação à natureza efêmera dos dados, análises da memória volátil não são comumente realizadas. Mas, com o uso crescente da criptografia e a presença de *malwares*, cada vez mais sofisticados, a necessidade de conduzir uma investigação sobre o conteúdo da memória volátil de dispositivos móveis tem ficado em forte evidência. Para exame de aplicações móveis, pode ser necessária a recuperação de informações para se provar se algum tipo de transação foi realizado ou não. Há um interesse tanto para o usuário quanto para a aplicação de que aspectos de auditoria sejam atendidos, sendo um complemento importante e necessário à autenticação e à autorização em interações usuário-aplicações [Xia et al. 2015].

Diante desse contexto, torna-se importante a existência de técnicas que permitam a análise de dados de uma extração de memória volátil de forma mais aprofundada que as técnicas tradicionais.

O Android é um sistema operacional baseado no *kernel* Linux e projetado principalmente para dispositivos móveis. Atualmente esse sistema lidera o mercado de sistemas operacionais móveis, nas versões de 32-bits e 64-bits, de processadores x86, MIPS e, principalmente, o ARM. Mesmo sendo considerado uma distribuição Linux, o Android possui particularidades que exigem o entendimento detalhado do ambiente de execução e o uso de técnicas específicas para extração e a análise de memória.

Conforme publicado no *Android Open Source Project* – AOSP, o Android, a partir da sua versão 5.0, contém um novo ambiente de execução (*Android Runtime* - ART) operando em grande parte dos dispositivos disponíveis no mercado, em substituição ao ambiente de execução e interpretação da máquina virtual Dalvik (*Dalvik Virtual Machine* – DVM). O mecanismo de interpretação de código foi substituído por uma

compilação de toda aplicação durante o processo de instalação, denominada *Ahead-Of-Time* (AOT) e o ambiente de execução passou a ter novos mecanismos de gerenciamento de memória visando maior eficiência.

Apesar de existirem diversas técnicas de aquisição de dados da memória RAM, até o momento, não se estabeleceu técnica forense específica para a análise aprofundada dos dados adquiridos de memória volátil contidos no ambiente de execução ART, superando as técnicas tradicionais de *carving*, busca textual, ou busca por outros artefatos que independem do entendimento das estruturas de armazenamento em memória pela detecção de padrões intrínsecos aos artefatos. Nesse contexto, o presente trabalho trata de uma técnica de análise, baseado no código fonte disponibilizado pela AOSP, a partir da extração total de memória volátil em dispositivos Android 5.0, que permite a localização e a recuperação de dados de objetos Java de uma aplicação em execução.

## 2. TRABALHOS CORRELATOS

Para aquisição da memória RAM no Android, existem diferentes técnicas conhecidas, sendo bem difundida a desenvolvida em [Sylve et al. 2012], denominada Linux Memory Extrator - LiME, que permite obter dados brutos com alta taxa de integridade das informações originais. Como discutido em [Wächter e Gruhn 2015], a praticidade das técnicas de aquisição para fins forenses possui limitações condicionadas a características intrínsecas implementadas pelos fabricantes, como mecanismos de segurança rígidos que impedem o acesso aos dados.

Em [Apostolopoulos et al. 2013], é apresentado estudo sobre recuperação de credenciais de aplicações em dispositivos Android, através das técnicas de aquisição de memória volátil então disponíveis, sendo demonstrado, sem a análise dos objetos das aplicações, que credenciais de aplicações estão acessíveis por inspeção direta dos dados extraídos. Nas análises dos dados provenientes tanto dos dispositivos reais como dos emulados, é mencionado que não houve grandes discrepâncias nos resultados.

Como um contorno as limitações no processo de extração, em [Hilgers et al. 2014] é apresentado trabalho de análise baseado na aquisição de dados de dispositivos reais com a versão do Android inferior a 4.4, utilizando a técnica Forensic Recovery Of Scrambled Telephones - FROST. O trabalho afirma que mesmo com a reinicialização e o apagamento irrecuperável dos dados da memória não volátil, que ocorre quando da restauração para configuração de fábrica provocada pelo desbloqueio do bootloader de alguns aparelhos, ainda assim é possível localizar e analisar dados de interesse forense remanescentes na RAM, utilizando ferramentas compostas de extensões específicas para o framework Volatility<sup>1</sup>.

Em [Backes et al. 2016] é apresentado uma solução de instrumentação de aplicações baseada no processo de compilação disponível no ART, ressaltando as inovações no processo de compilação, incluindo detalhes de funcionamento interno importantes para compreensão da diferença entre o ambiente de execução ART e os anteriores.

Atualmente, a quantidade de trabalhos abordando o ambiente de execução em Android nas versões iguais ou superiores a 5.0 é escassa, sendo o estudo do código do AOSP e de suas constantes atualizações uma importante fonte de informação.

## 3. CONCEITOS

### 3.1 Gerenciamento de Memória das Aplicações Android

A plataforma Android é constituída de uma pilha de software com três camadas principais: uma de aplicações, uma contendo um framework de objetos Java e o ambiente de execução (Runtime – RT) para código bytecode de máquina virtual (Virtual Machine – VM), e uma de código nativo contendo kernel Linux com bibliotecas de abstração de hardware [Yaghmour 2013].

---

<sup>1</sup>Volatility é um conjunto de ferramentas abertas, implementadas em Python, sob a licença GNU-GPL, para extração de artefatos digitais de amostras de memória volátil. Disponível em <http://www.volatilityfoundation.org/>

Com relação ao gerenciamento de memória utilizado pela VM, como descrito em [Drake et al. 2014], o sistema Android não oferece área de swap de memória, mas utiliza mecanismos de paginação e de mapeamento de arquivos.

Com o mecanismo de paginação, é utilizado o compartilhamento de páginas entre os processos. Cada processo de uma aplicação é instanciado por fork de um processo preexistente denominado Zygote. Este processo começa durante a fase de inicialização do sistema (boot) e carrega os códigos e recursos que fazem parte do framework. Isso permite que muitas páginas, alocadas para o código e os recursos do framework, sejam compartilhadas por todos os outros processos das aplicações. No boot, além da preparação do processo Zygote pelo RT, é inicializado um serviço que mantém (para cada boot) um mapeamento de memória com pares do tipo “chave-valor” referentes à configuração do sistema, congregando dados de arquivos de propriedades e outras fontes do sistema operacional. O ambiente de execução utiliza alguns desses valores para definição do tamanho do espaço de memória destinado à heap de objetos Java e para configuração do sistema de Garbage Collection – GC.

Com mecanismo de mapeamento, a maioria dos dados de natureza estática de uma aplicação (byte-code, recursos e possíveis bibliotecas de código nativo) é mapeada no espaço de endereçamento de memória do processo da aplicação. Isso permite que haja um compartilhamento de dados entre os processos e também que páginas de memória possam ser descarregadas quando necessário. Esse compartilhamento de memória entre aplicações se dá através da alocação pelo mecanismo de compartilhamento assíncrono denominado Anonymous Shared Memory (Ashmem). O Ashmem é uma modificação acrescida ao kernel Linux do Android para permitir que automaticamente se ajuste o tamanho dos caches de memória e se recupere áreas quando a memória total disponível estiver em baixa [Yaghmour 2013].

### 3.2 Ambiente de Execução Android Runtime (ART)

O ambiente de execução é responsável por gerenciar os aplicativos Android destinados a operar sobre a camada de *framework* Android. Dentre suas responsabilidades estão a de fornecer o gerenciamento de memória da VM e o acesso a outros serviços do sistema como o carregamento e a compilação de *bytecode* (contidos em arquivos DEX).

No ambiente de execução ART, são utilizados aplicativos construídos para *byte-code* de VM, o mesmo utilizado anteriormente no interpretador da DVM, se diferenciando essencialmente na forma e no momento como um DEX é carregado, como o *bytecode* é compilado, e como os objetos são mantidos em memória durante a execução [Backes et al. 2016].

Na preparação do ART para execução de uma aplicação, é feita a inicialização prévia de um conjunto de classes durante o primeiro *boot* (ou após modificações do sistema), onde se gera um arquivo que contém uma imagem, com formato próprio e com extensão “art”, de todas as classes e objetos carregados que fazem parte do *framework* Android. Esse arquivo, denominado boot.art, é mapeado na memória durante o processo de inicialização do Zygote, e contém basicamente objetos compilados nativamente quem mantêm referências (ponteiros) com endereçamento absoluto dentro da própria imagem e referências para os métodos no código contido nos arquivos do *framework* (além de no próprio arquivo do *framework* existirem referências absolutas para imagem). No cabeçalho da imagem está descrita a estrutura geral dos dados relacionados com a compilação e execução no ambiente ART, inclusive um campo que armazena o deslocamento definido para imagem com relação ao início do arquivo. Esse valor muda a cada *boot*, de tal forma que a imagem não é carregada no mesmo endereço. Para versão 5.0 do código do AOSP, o endereço de base para o deslocamento foi definido em 0x70000000.

Com ambiente de execução operacional, o *bytecode* de cada aplicação instalada é compilado para código nativo antes da sua primeira execução. O produto da compilação do *bytecode* das aplicações e das bibliotecas que compõem o *framework* Android são arquivos em formato *Executable and Linking Format* – ELF, denominados OAT (especificamente boot.oat para o *framework*). Esses arquivos são compilados durante a inicialização do *framework* Android e na instalação das aplicações.

Para o gerenciamento de memória, o ART divide o espaço de memória virtual utilizado da seguinte forma: espaço de alocação de objetos Java da aplicação (*heap*), espaço para imagem de objetos e classes do *framework* Android, espaço de objetos compartilhados do processo Zygote, e espaço de alocação de objetos grandes (*Large Object Space* – LOS). Os três primeiros são organizados em um espaço contínuo de endereçamento, enquanto que para o LOS é definida uma coleção de endereços descontínuos. Além desses espaços, são utilizadas estruturas de dados diretamente relacionadas com o GC. Os tipos de estruturas

relacionadas à manutenção do GC e ao sistema de alocação da *heap* de objetos Java que podem estar ativos dependem do plano de GC que está em funcionamento. O plano de GC geralmente é fixado pelo fabricante de acordo com as características intrínsecas do dispositivo e, conforme o tipo estabelecido, utiliza-se um alocador de memória específico. Para os dispositivos com características padrões de aparelhos *smartphones* sem restrições de memória, geralmente é definido um plano cujo modo de operação trabalha com o alocador denominado *Runs-Of-Slots-Allocator* - RosAlloc para objetos mutáveis (localizados na *heap* de objetos da aplicação) e com o DIMAlloc para objetos imutáveis (p. ex. objetos da imagem, que não sofrem ação do GC).

O RosAlloc surgiu com o ambiente de execução ART, sendo o principal responsável pelo espaço de memória *heap* destinado aos objetos Java. Ele possui *slots* classificados de acordo com o tamanho dos objetos, com objetivo de reduzir a fragmentação e permitir maior paralelismo do GC. Os objetos com grande quantidade de dados ( $\geq 12$  KiB) são espalhados para áreas de alocação do tipo LOS, permitindo ao *kernel* gerenciar convenientemente os espaços de endereço para armazenar esses dados.

O RosAlloc utiliza um mapa de páginas de alocação (definidas com tamanhos de 4 KiB), contendo a codificação do tipo de página e agrupamentos (*brackets*). Cada página contém um conjunto de *slots* e em cada *slot* é feita alocação dos dados de um objeto de acordo com seu tamanho. Dependendo do seu tamanho é determinado em qual conjunto de páginas o objeto será alocado.

Os metadados contendo o tipo de página de alocação ficam registrados em um arquivo mapeado em RAM (rosalloc page map). O espaço de alocação da *heap* de objetos inicia próximo ao endereço virtual mais baixo do processo, a partir dos 0x12c00000 bytes (300 MiB). No cabeçalho de cada página é identificada a classe do agrupamento que determina a quantidade de páginas. A quantidade de *slots* por página é definida em função do tamanho do agrupamento, do tamanho do cabeçalho e do alinhamento de bytes (o que depende da arquitetura do dispositivo alvo).

Com essas informações do layout de memória, extraídas da análise do código fonte AOSP, é possível estabelecer uma estratégia para localização de objetos através da varredura dos *slots* dos agrupamentos da *heap* e da decodificação do conjunto de dados de cada objeto alocado, ou mesmo de objetos desalocados recuperáveis. Para esse trabalho, foi desconsiderada a análise dos dados armazenados nas estruturas relacionadas a objetos grandes ou alocados por bibliotecas de código nativo.

## 4. TÉCNICA DE ANÁLISE DE OBJETOS

Conforme exposto, no ambiente de execução de uma aplicação, existem arquivos mapeados na RAM contendo: informações sobre propriedades do sistema, *framework* Android, *heap* de objetos Java, mapeamento dos objetos utilizados pelo alocador de memória, e definições de classes e executáveis compilados a partir dos arquivos DEX da aplicação contidos nos arquivos OAT.

Partindo de uma extração total de memória RAM, a técnica proposta neste artigo, detalhada na Figura 1, é para recuperação e análise de dados de objetos Java na *heap* através da varredura do mapeamento mantido pelo alocador de memória, baseada na premissa de que a partir de uma extração de memória volátil é possível recuperar páginas de dados referentes a esses arquivos. De acordo com o tipo de página (orientado pelo arquivo de mapeamento mantido pelo alocador) e dos dados do cabeçalho de cada uma, é possível recuperar os *slots* e, com a descrição adequada da classe do objeto alvo, decodificar os dados. A decodificação dos dados de objetos pode ser realizada a partir do percorrido das referências através da hierarquia de classes (análogo ao processo de programação por reflexão), utilizando informações de layout de memória obtidas por decompilação do código da aplicação ou pelas informações de classes do *framework* Android obtidas do código fonte do AOSP, como as da classe ancestral *java.lang.Class*.

Para o processo de análise dos dados foi utilizado o conjunto de ferramentas disponíveis no *framework* Volatility. Esse *framework* (na versão 2.4), descrito em [Ligh et al. 2014], disponibiliza ferramentas e mapeamentos de estruturas de dados com suporte para plataforma Linux na arquitetura ARM 32-bits, possibilitando a recuperação de informações, como lista de processos e mapeamentos de memória, dentre outras.

Para análise dos objetos, a técnica proposta se utiliza de um conjunto de extensões construídas para o *framework* Volatility que permitem a recuperação de informações sobre o ambiente de execução e a recuperação de objetos Java alocados. Para recuperação das estruturas de dados do ambiente de execução, foram criados mapeamentos para interpretação dos dados dos arquivos ART, OAT, DEX, classes do *framework* Java, estruturas de páginas da *heap* e propriedades do sistema. Para operacionalização do

processo, foram construídas ferramentas para recuperação das propriedades do ambiente de execução, para localização dos arquivos OAT, para decodificação de dados dos arquivos DEX, para extração de objetos Java da *heap* e para decodificação dos dados dos objetos da *heap* e da imagem do *framework* Android. A arquitetura do *framework* Volatility e das ferramentas construídas permitem a atualização e a inclusão de novos mapeamentos, possibilitando adaptação para outras arquiteturas ou alterações em versões futuras do Android.

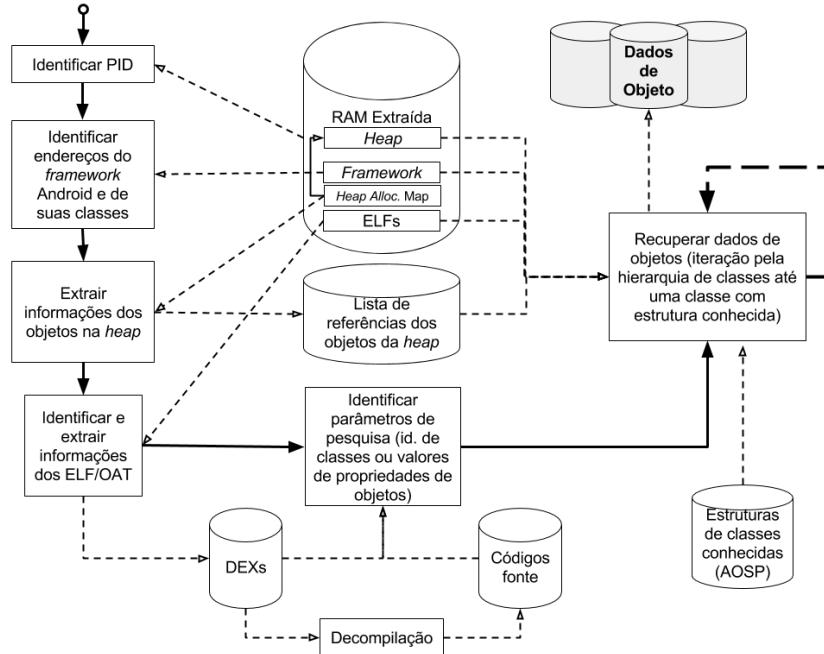


Figura 1. Técnica de análise de objetos da *heap* do alocador RosAlloc

A lista de referências dos objetos da *heap*, utilizada na recuperação de dados, é construída pela varredura e decodificação dos *slots* dos agrupamentos da *heap*, de acordo com o tipo de página descrita no arquivo de mapeamento mantido pelo alocador RosAlloc. Essa lista contém dados de objetos relativos à localização do objeto (endereço, página, *bracket*, *slot*), à classe mãe do objeto, identificadores de classe no DEX, e dados brutos ou textuais (para objetos do tipo *String* ou *char array*).

## 5. VALIDAÇÃO EXPERIMENTAL

### 5.1 Ambiente de Trabalho

Baseado no procedimento de construção do ambiente experimental descrito em [Högset 2015], o dispositivo alvo utilizado para execução da extração de memória consiste do emulador Android (*goldfish*), disponível nas ferramentas do pacote de desenvolvimento *Android SDK Tools Revision 23.0.2*, executando a versão 5.0.1 do sistema operacional. Para compilação cruzada do módulo de *kernel* são utilizadas as ferramentas de desenvolvimento de código nativo *NDK Release 8e*, disponíveis no site do projeto Android. A máquina emulada *Android Virtual Device* - *AVD* - foi configurada com os parâmetros de inicialização CPU/ABI: ARM (armeabi-v7a), Target: Android 5.0.1 (API level 21), SD Card: 1 Gbyte (emulado em arquivo), *hw.device.name*: *Nexus 5* e *vm.heapSize*: 64.

A estação de trabalho utilizada para o processo de compilação e análise é composta do *Santoku Linux* versão 0.4, com a instalação, conforme orientações dos respectivos repositórios dos projetos, do *Android NDK* e da versão 2.4 do *framework Volatility*. O código fonte do *kernel* da versão (3.4.67) do *Android*, disponível para o emulador e utilizado na compilação do módulo *kernel*, pode ser acessado e compilado conforme as orientações no site do *AOSP*.

## 5.2 Extração da Memória RAM

Para esse trabalho, foi utilizado dispositivo emulado de onde foi extraída memória RAM, através da aplicação da técnica descrita em [Sylve et al. 2012]. Com essa extração foi feita análise com uso das ferramentas construídas para o *framework* Volatility.

## 5.3 Análise de Objetos

Para aplicação da técnica, foi feita análise sobre os dados extraídos previamente, possibilitando a recuperação com sucesso de dados de objetos de interesse forense comuns como contatos, chamadas e outros registros, mantidos na *heap* da aplicação *com.android.contacts*. Para uma validação mais detalhada, também foram analisados objetos de um aplicativo de bate-papo em execução, comunicando-se com interlocutor em aparelho real, como descrito a seguir. A Figura 2 ilustra a relação entre os endereços de memória envolvidos no processo de recuperação de dados de uma mensagem específica analisada no processo de validação.

Inicialmente, foi utilizada a extensão para Linux do *framework* Volatility que permite recuperar a tabela de processos em execução. Dessa forma, foi possível localizar o processo alvo da análise que, nesse caso, era identificado pelo PID 1206 (WhatsApp v. 2.12.510). Através da ferramenta construída para recuperação de propriedades do sistema, extraíram-se os dados de ambiente e, dentre eles, o tamanho da *heap* de objetos Java, utilizado posteriormente como parâmetro na recuperação de objetos alvo:

```
>python vol.py --profile=LinuxLinuxGoldfish_3_4_67ARM -f memdumpWhatsAppChat.lime
art_extract_properties_data -p 1206
...
[dalvik.vm.heapsize] = [64m]
```

Utilizando a ferramenta construída para extração de dados do arquivo *boot.art* e utilizando o identificador do processo alvo como parâmetro, foi possível recuperar informações a respeito do ambiente de execução da aplicação:

```
>python vol.py --profile=LinuxLinuxGoldfish_3_4_67ARM -f memdumpWhatsAppChat.lime art_extract_image_data
-p 1206
com.whatsapp
-----
image_begin:0x700c7000
oat_checksum:0xbd5a21c9L oat_file_begin:0x70be8000 oat_data_begin:0x70be9000
image_roots:0x70bb8840
kClassRoots:0x70bb8948
    0x1 LJava/lang/Class; 0x700c7220L
    0x2 LJava/lang/Object; 0x700f7240L
    ...
    0x5 LJava/lang/String; 0x700df8f0L
    0x6 LJava/lang/DexCache; 0x700c74f0L
    ...
    0x8 LJava/lang/reflect/ArtField; 0x700f7640L
    ...
    0xc [LJava/lang/reflect/ArtField; 0x700f74a0L
    0x1d [C 0x700f6fd8L
```

Nessas informações, existiam dados do cabeçalho da imagem, dentre eles o *offset* na memória com a localização do mapeamento do *framework* (0x700c7000) que serve de base para recuperação de endereços de diversas classes, como o da classe *java.lang.String*. Com o que foi recuperado e com o mapa mantido pelo alocador RosAlloc, foi elaborada, utilizando ferramenta construída, a lista de referências de objetos da *heap* contendo dados de objetos e suas referências para outros objetos. O endereço do mapa de alocação (0xb1d70000) foi recuperado pesquisando o nome do respectivo arquivo nos mapeamentos do processo.

Em seguida, foram identificados os arquivos OAT utilizados pelo processo alvo, através da ferramenta de localização desenvolvida (baseada em assinatura do cabeçalho), recuperando os endereços da localização de cada um deles na memória:

```
>python vol.py --profile=LinuxLinuxGoldfish_3_4_67ARM -f memdumpWhatsAppChat.lime art_find_oat -p 1206
oat
-----
offset_
-----
/data/dalvik-cache/arm/system@app@webview@webview.apk@classes.dex 0xa06dc000L
/data/dalvik-cache/arm/data@app@com.whatsapp-1@base.apk@classes.dex 0xa5a74000L
```

Com o endereço de cada OAT, recuperou-se dados que possibilitaram uma análise estática de alguns componentes, incluindo o levantamento de índices identificadores de classes ou mesmo o *byte-code* da aplicação. Para o OAT localizado em 0xa5a74000L, foi selecionado o identificador (DEX\_CLASSDEF\_IDX

= 0x1394) para a classe de objetos (com.whatsapp.protocol.l) que, após análise do código decompilado, sugeriu armazenar dados referentes às mensagens de texto do aplicativo alvo.

Buscando na lista de referências de objetos da *heap*, identificou-se objetos da classe mãe java.lang.Class (descrita na imagem do *framework* Android em 0x700c7220L), cujas referências remetem à definição da classe procurada:

```
>python vol.py --profile=LinuxLinuxGoldfish_3_4_67ARM -f memdumpWhatsAppChat.lime -p 1206 -b 0x700c7000
art_dump_rosalloc_heap_objects -e 0x12c00000 -m 0xb1d70000 -s 0x4000000
address    page    bracket slot obj class      data
-----
0x1384d2c0L 3149    13    2 *(FOUND)* 0x12c19020 20 90 c1 12 51 4d e3 8c 00 00 00
0x1384e0c0L 3149    13    18 *(FOUND)* 0x12c19020 20 90 c1 12 49 3c 07 bf 00 00 00
0x1384f240L 3149    13    38 *(FOUND)* 0x12c19020 20 90 c1 12 fb 2f 6d b4 00 00 00
0x13850820L 3149    13    63 *(FOUND)* 0x12c19020 20 90 c1 12 25 46 dc bb 00 00 00
```

Com a ferramenta construída para extração de dados de objetos foi possível examinar os dados de cada objeto específico dessa classe e, para análise, foi feita a recuperação de dados para o objeto localizado em 0x1384d2c0:

```
>python vol.py --profile=LinuxLinuxGoldfish_3_4_67ARM -f memdumpWhatsAppChat.lime -p 1206 -b 0x700c7000
art_extract_object_data -o 0x1384d2c0
Object Address: 0x1384d2c0
Class Address: 0x12c19020
Loaded: 0x700c7220L
LJava/lang/Class;
classLoader 0x12c02b20L
componentType 0x0L
dexCache 0x12c01610L LJava/lang/DexCache;
directMethods 0x133ff980L [LJava/lang/reflect/ArtMethod;
iFields 0x12c04900L [LJava/lang/reflect/ArtField;
...
sFields 0x13407500L [LJava/lang/reflect/ArtField;
dexClassDefIndex 0x1394L
dexTypeIndex 0x1810L
```

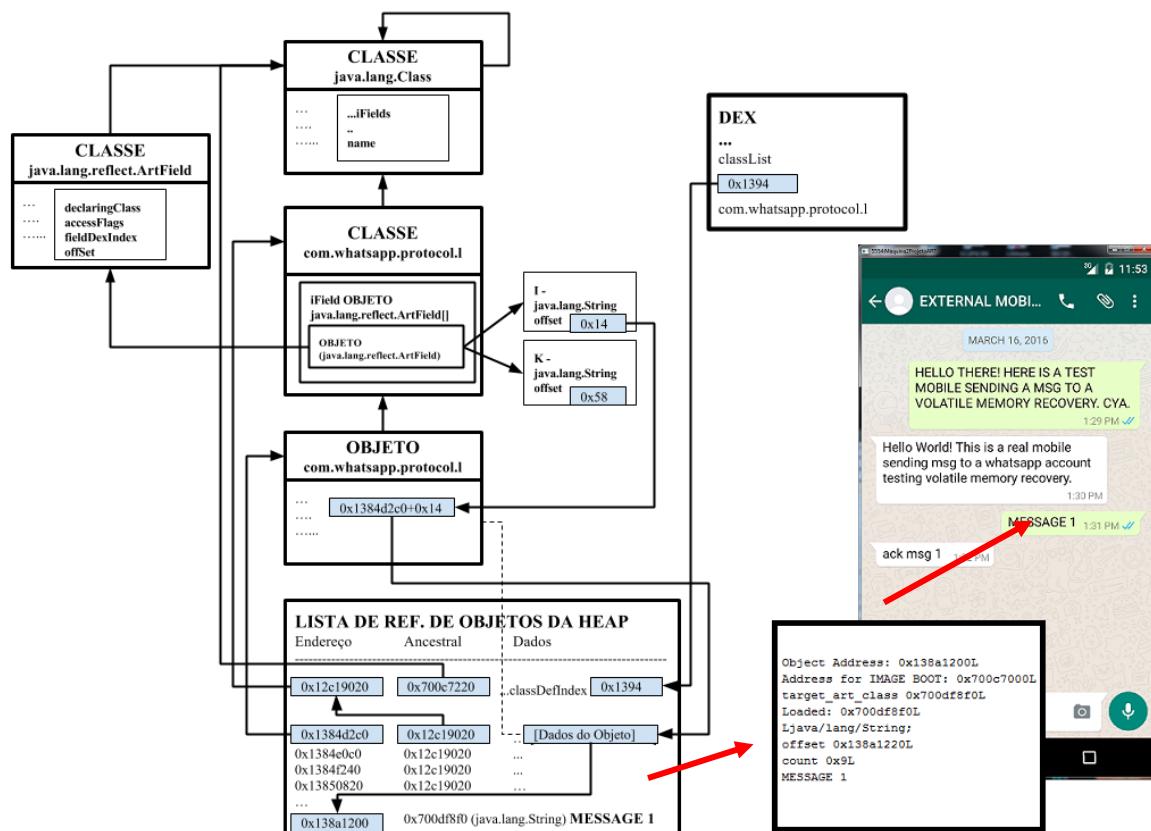


Figura 2. Referências entre os objetos na recuperação de uma mensagem do aplicativo de bate-papo alvo de análise

Dentre os dados recuperados, encontrou-se o endereço referente ao *array* de propriedades da classe `java.lang.reflect.ArtField[]` (em `0x12c04900L`). Fazendo nova busca para esse endereço e para esse tipo de classe, recuperou-se dados da conversa, incluindo o texto. Com os demais objetos de conversa recuperados dessa classe e suas propriedades, foram identificados: texto, datação e dados do interlocutor das conversas do aplicativo. A Figura 2 detalha a relação entre alguns dos endereços percorridos para recuperação dos dados dos objetos relacionados ao objeto alvo. As ferramentas construídas também permitiram que fosse feito o processo inverso, no qual a partir de uma propriedade de objeto específica (p. ex. um texto), foram percorridas de forma inversa as referências dos objetos para localização de outros dados do bate-papo.

## 6. CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou uma técnica de análise de dados de objetos Java provenientes da extração de memória RAM de dispositivos com arquitetura ARM 32-bits, desconsiderando dados de objetos grandes ou alocados por bibliotecas de código nativo. Para tanto, foi realizado estudo sobre os conceitos e estruturas do ambiente de execução ART, presentes no sistema operacional Android versão 5.0, além de validação experimental com uso de extensões construídas pelos autores para o *framework* Volatility. Como resultado, obteve-se com sucesso a capacidade de extrair e analisar objetos Java com entendimento das estruturas de armazenamento, superando as técnicas tradicionais baseadas na detecção de padrões intrínsecos aos artefatos.

Ressalta-se que a técnica e as ferramentas construídas possuem flexibilidade para serem adaptadas para outras arquiteturas (inclusive de 64-bits), para dispositivos com limitações de hardware distintas e para as alterações do ART já identificadas no código fonte AOSP das versões mais recentes do Android (6.0).

Como trabalhos futuros, os autores pretendem realizar a validação experimental da técnica com dados recuperados de aparelhos reais e, principalmente, a aplicação em técnicas de detecção e análise de *malwares*.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às Agências brasileiras de pesquisa, desenvolvimento e inovação, CAPES (projeto FORTE 23038.007604/2014-69) e FINEP (projeto RENASIC/PROTO 01.12.0555.00), bem como ao DITEC/DPF/MJ (Contrato 36/10 DPF-FUB Mestrado Profissional em Informática Forense) e ao IC/PCDF.

## REFERÊNCIAS

- Apostolopoulos, D. et al, 2013. *Discovering authentication credentials in volatile memory of android mobile devices. Collaborative, Trusted and Privacy-Aware e/m-Services*. Springer Berlin Heidelberg, p. 178-185.
- Backes, M. et al, 2016. *ARTist: The Android Runtime Instrumentation and Security Toolkit*. Cornell University Library. arXiv:1607.06619.
- Brezinski, D.; Killalea, T., 2002. *Guidelines for evidence collection and archiving*. RFC 3227. IETF.
- Drake, J. J. et al, 2014. *Android hacker's handbook*. John Wiley & Sons.
- Høgset, E. S., 2015. *Investigating the security issues surrounding usage of Ephemeral data within Android environments*. Master thesis. UiT The Arctic University of Norway.
- Hilgers, C. et al, 2014. *Post-mortem memory analysis of cold-booted android devices*. In: IT Security Incident Management & IT Forensics (IMF), Eighth International Conference on. IEEE. p. 62-75.
- Ligh, M. H. et al., 2014. *The art of memory forensics: detecting malware and threats in windows, linux, and mac memory*. John Wiley & Sons.
- Xia, M. et al, 2015. *Effective Real-Time Android Application Auditing*. 2015 IEEE Symposium on Security and Privacy, San Jose, CA, pp. 899-914.
- Sylve, J. et al, 2012. *Acquisition and analysis of volatile memory from Android devices*. Digital Investigation, v. 8, n. 3, p. 175-184.
- Yaghmour, K., 2013. *Embedded Android: Porting, Extending, and Customizing*. O'Reilly Media, Inc.
- Wächter, P.; Gruhn, M., 2015. *Practicability study of android volatile memory forensic research*. In: Information Forensics and Security (WIFS), 2015 IEEE International Workshop on. IEEE. p. 1-6.

# **NETWORK DESIGN GENETIC ALGORITHM (NDGA) APLICADO EM REDES DE TELECOMUNICAÇÕES**

Emerson de Souza Campos<sup>1,2</sup>, Victor Honorato Cunha<sup>3</sup>, Dr.<sup>a</sup> Maria José Pereira Dantas<sup>1</sup>  
Lucas de Carvalho Guimarães<sup>3</sup>, Celso Aurélio Lima<sup>1</sup> e Bruno Quirino de Oliveira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas (MEPROS), Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-Goiás)*  
*Av. Universitária, 1069, Setor Universitário, CEP 74.650-010, Caixa Postal 86, Goiânia-GO, Brasil*

<sup>2</sup>*Faculdade de Tecnologia SENAI Ítalo Bologna (FATEC SENAI – Departamento Regional de Goiás)*  
*Rua Armogaste José da Silveira, 612 – Setor Centro Oeste – CEP 74.560-020, Goiânia-GO, Brasil*

<sup>3</sup>*Departamento de Engenharia (ENG), Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-Goiás)*  
*Av. Universitária, 1440, Área III, Bloco G, Sala 100, CEP 74.605-010, Goiânia-GO, Brasil*

## **RESUMO**

O objetivo deste artigo é propor e avaliar um Algoritmo Genético para a otimização de redes de telecomunicações. O algoritmo é mono-objetivo e o custo da rede é utilizado como função de aptidão. A codificação das soluções é feita através de matrizes de incidência, respeitando as características da rede (demandas e as conexões entre nós) e os recursos disponíveis para instalação (solução técnica disponível). Os operadores genéticos propostos atuam sobre matrizes. O algoritmo foi aplicado a uma instância da biblioteca SNDlib (*Survivable Network Design Library*). Os resultados obtidos mostraram uma redução de 15,15% no custo total da rede utilizada para fins de comparação. Os resultados são promissores para avaliações de redes de maior porte.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Sistemas de Telecomunicações, otimização, algoritmos genéticos, Biblioteca SNDlib

## **1. INTRODUCÃO**

O planejamento insere-se numa gama de problemas complexos a serem solucionados por sistemas computacionais. Este trabalho apresenta um algoritmo intitulado Network Design Genetic Algorithm (NDGA) para a otimização de redes de telecomunicações. As redes estão presentes em diversos ambientes com uma vasta variedade de cenários tais como: transporte, eletricidade, gás, redes de comunicação, produção, distribuição, dentre outros.

As representações em rede fornecem informações de um grupo de componentes inter-relacionados com o objetivo de produzir resultados em um processo organizado de modo a possibilitar maior eficiência e maior interação entre sistemas de comunicação.

Os sistemas de telecomunicações atuais apresentam demanda crescente de usuários, com o surgimento de novos serviços tais como aplicações multimídia, jogos *online*, compartilhamento de arquivos, mensagens instantâneas de dados e vídeo e outros agregaram novas tecnologias (Ben-Ameur & Kerivin, 2005).

O problema de planejamento de redes é complexo e de difícil solução. As diversas demandas devem ser escoadas entre os nós, por meio de *links* com uma capacidade associada. Isso se explica pela relação entre o número de nós de uma rede com a complexidade computacional do problema, pois na medida em que se aumenta a quantidade de nós também há um aumento da quantidade de variáveis. Essa relação entre número de nós, quantidade de *links* e valores de demanda caracteriza o problema como combinatorial.

As técnicas de otimização determinísticas, que encontram a solução ótima, apresentam algumas limitações quanto às características de um problema de redes. Isso ocorre devido às funções a serem otimizadas, que não são contínuas, são não convexas, apresentam multimodalidade (vários pontos ótimos); existe a necessidade de se trabalhar com valores discretos para as variáveis, entre outras (CantoDosSantos & Barreto, 2011).

As soluções para estes problemas ocorrem nas técnicas heurísticas de otimização, que proporcionam soluções boas, mas não garante que a solução encontrada seja a ótima. Assim, tais métodos, baseados na busca aleatório-controlada por critérios probabilísticos, nos últimos anos tiveram grandes avanços devido aos recursos computacionais, uma vez que necessitam de um número elevado de avaliações da função objetivo. A busca por uma solução para o problema permitirá o acesso a tópicos de estudo bastante atuais, na área de otimização combinatorial, cujo estado da arte aponta para os algoritmos genéticos (Goldberg, 1989).

A introdução dos algoritmos genéticos foi primeiramente realizada por John Holland em 1975 (Holland, 1975), com o objetivo de ser uma ferramenta para a resolução de problemas de otimização de grande complexidade, como por exemplo, o problema do caixeiro viajante. Baseiam-se no processo da seleção natural proposto por Charles Darwin, no qual uma população de indivíduos irá passar por um processo de seleção, em que os mais adaptados às condições do meio têm mais chances de repassar suas características para a próxima geração através do cruzamento, gerando filhos, que ainda podem sofrer um processo de mutação. Seleção, cruzamento e mutação são chamados de operadores genéticos, responsáveis por aprimorar a solução no decorrer das gerações do algoritmo.

Cada possível solução de um problema é codificada em uma estrutura chamada de "cromossomo", que é composta por uma estrutura de dados que descreve os genes. Estes cromossomos representam indivíduos, que são evoluídos ao longo de várias gerações, analogamente aos seres vivos, de acordo com os princípios de seleção natural e sobrevivência dos mais aptos, descritos pela primeira vez por Charles Darwin em seu livro "A Origem das Espécies".

A SNDlib (*Survivable Network Design Library*) é uma biblioteca com instâncias e dados de redes de telecomunicações sendo apresentada pela primeira vez, em 2005, na Conferência Internacional DRCN (*Design of Reliable Communications Networks*) por (Orlowski, Wessäly, Pióro, & Tomaszewski, 2010). A biblioteca disponibiliza dados de projetos de redes fixas de telecomunicações cuja finalidade é fazer com que instâncias de rede estejam disponíveis para a comunidade científica servindo como um ponto de referência para que pesquisadores e profissionais da área possam testar avaliar e comparar modelos de projetos de rede e algoritmos (Zuse Institute Berlin (ZIB), 2005).

## 1.1 Trabalhos Correlatos

Hillier e Lieberman (Hillier & Lieberman, 2009) em seu livro, descrevem a evolução das redes de telecomunicações. Apresentam metodologias e técnicas capazes de resolver problemas de otimização com melhor eficiência de modo a permitir soluções de problemas intratáveis de décadas atrás.

Para solucionar diversos problemas em sistemas de telecomunicações, novas propostas e novas técnicas são apresentadas na literatura. Atualmente estudos no campo de projetos hierárquicos de sobrevivência de rede são aplicados. O trabalho de (Rodríguez-Martín, Salazar-González, & Yaman, 2016) que desenvolveu um algoritmo de ramificação e corte e o seu comportamento foi testado em instâncias da rede de biblioteca SNDlib.

Para a interconexão de redes móveis celulares, os trabalhos de (Baumgartner, Reddy, & Bauschert, 2015) apresentou um novo modelo de otimização matemática para encapsulamentos de redes de núcleo móveis virtuais objetivando os limites de latência diferenciando de modelos clássicos de incorporação de rede virtual que atribui equipamentos tais como *gateways* de núcleo único, sujeitas a otimização.

Em seu outro trabalho, (Baumgartner, Reddy, & Bauschert, Combined Virtual Mobile Core Network Function Placement and Topology Optimization with Latency Bounds, 2015), refere-se para a virtualização de rede como um ponto chave para novos estudos e pesquisa objetivando maior flexibilidade, adaptabilidade e capacidade de gerenciamento para futuras redes de comunicação.

(Tripathy, Dash, & Tripathy, 2012) abordaram a confiabilidade dos componentes dos sistemas ao projetar redes de telecomunicações e que problemas de otimização topológica é definido como a existência de pelo menos um caminho confiável entre um par de nós que satisfazem o custo predefinido da rede.

(Altiparmak, Gen, Lin, & Paksoy, 2006) apresentaram uma abordagem de algoritmo genético para a optimização multi-objetivo aplicado em redes da cadeia de abastecimento com concepções e análises para determinar a eficiência de um sistema, comparar sistemas alternativos e projetar sistemas propostos.

Categorizaram as medidas em qualitativas de forma a satisfazer o cliente visando a flexibilidade e a gestão eficaz do risco enquanto que as medidas quantitativas possuem objetivos baseados diretamente no custo das redes, tais como: minimização de custos, maximização de vendas e lucro e os objetivos baseados

em medidas de capacidade de resposta ao cliente que envolve a maximização da taxa, minimização do tempo de resposta do cliente, minimização do *lead time* e outros (Altiparmak, Gen, Lin, & Paksoy, 2006).

Na área de inteligência computacional, os Algoritmos Genéticos são métodos de otimização global inspirados nos processos genéticos de organismos biológicos (Couëtoux, Gourvès, Monnot, & Telelis, 2010).

(Peralta, Forghani, & Fayad, 2014) afirmam que muitos problemas reais de otimização de recursos hídricos apresentam objetivos conflitantes e que os Algoritmos Genéticos Multiobjetivos (MGA) têm sido previamente propostos para superar dificuldades.

Sendo assim, os estudos poderão ser aplicados a outros problemas de distribuição em rede de gás para a concepção e dimensionamento de redes de gasodutos de transmissão de hidrogênio (André, et al., 2013).

Outros projetos de diversas áreas são apresentados por (Lienig & Thulasiraman, 1993) que aplicou um algoritmo genético para roteamento de canais em circuitos VLSI.

## 2. METODOLOGIA

Um problema de otimização da biblioteca consiste de duas partes: dados da rede (nós, *links*, demandas, capacidades, parâmetros de custo e outros) e dados do modelo especificando os parâmetros de otimização (*links* direcionais ou não, divisão de demanda, sobrevivência e etc.). As instâncias da SNDlib são dadas em uma formulação arco-caminho da seguinte forma:  $G = (V, E, D)$  onde  $V$  é o número de nós,  $E$  número de arcos e  $D$  as demandas a serem escoadas entre os nós.

Os *links* de uma rede são possíveis conexões entre nós que devem ser utilizadas para transportar tráfego. O conjunto de demandas representa o tráfego a ser roteado, sendo que cada demanda possui um nó de origem e um nó de destino. Para rotear as demandas é utilizado um conjunto caminhos admissíveis para escoar determinada demanda, esses caminhos são descritos como uma lista de *links* sequenciais com nós origem e destino iguais ao da demanda correspondente. Para cada *link* da rede existem modularidades disponíveis para instalação.

O problema consiste em decidir os caminhos para escoar as demandas previstas de forma que o custo de implantação da rede seja o menor possível. Obedecendo restrições de capacidade técnica e satisfação de demanda.

Foi desenvolvido um algoritmo genético para o problema de planejamento de redes de telecomunicações intitulado NDGA (*Network Design Genetic Algorithm*) descrito na seção 3. Esse algoritmo resolve instâncias da biblioteca SNDlib: as demandas e os *links* devem obedecer a mesma forma de roteamento sendo não direcionais, a capacidade dos *links* é explícita, não possui custo fixo de instalação, as demandas podem ser escoadas apenas por um caminho, todos os caminhos existentes podem ser utilizados, e não existe sobrevivência da rede. A Tabela 1 resume essas informações com as instâncias consideradas.

Tabela 1. Instância da Biblioteca de redes SNDlib (U-U-E-N-S-A-N-N)

| Filtro de Modelo   |     |
|--|-----|
| Modelo de Demanda: Demanda não direcional                                    | (U) |
| Modelo de <i>Link</i> : <i>Links</i> não direcionais                         | (U) |
| Modelo de Capacidade do <i>Link</i> : Capacidades de <i>links</i> explícitos | (E) |
| Modelo de carga fixa: Sem custo de carga fixa                                | (N) |
| Modelo de roteamento: Caminho Único  | (S) |
| Modelo de caminho admissível: Todos os caminhos                              | (A) |
| Modelo de <i>hop-limit</i> : Sem <i>hop limits</i>                           | (N) |
| Modelo de sobrevivência: Sem sobrevivência                                   | (N) |

Fonte: Zuse Institute Berlin (2005).

A formulação matemática com as funções objetivo e restrições foram definidas por (Orlowski, Wessäly, Pióro, & Tomaszewski, 2010). Foram realizadas simplificações considerando a instância U-U-E-N-S-A-N-N, descritas a seguir. A Função Objetivo (1): representa o custo de implantação da rede.

$$\min \sum_{e \in \varepsilon} \sum_{t \in T_e} k_e^t \cdot y_e^t \quad (1)$$

Onde:

- $\varepsilon$ : Conjunto de *links* de escoamento de demanda da rede. Representa todas as possíveis conexões que podem ser feitas entre os nós da rede.
- $e$ : Elemento do conjunto de *links* da rede [ $e \in \varepsilon$ ].
- $T_e$ : Conjunto das modularidades disponíveis para a instalação. Cada *link* deve ser associado a uma modularidade dentro deste conjunto.
- $t$ : Elemento do conjunto de modularidades da rede.
- $k_e^t$ : Custo do módulo  $t$  instalado no *link*  $e$ . Representa o custo de alocação de uma capacidade em um determinado *link*.
- $y_e^t$ : Variável binária que representa a escolha da modularidade  $t$  instalada no *link*  $e$ . Decide se o custo  $k_e^t$  será contabilizado ou não.
- $T_e$ : Conjunto das modularidades disponíveis para a instalação
- $Y_e$ : Fluxo de demanda em canais E1 no arco  $e$
- $t$ : Elemento do conjunto de modularidades da rede

Restrição de capacidade técnica (2): a capacidade instalada em um *link* deve ser maior que a soma das demandas que estão sendo escoadas através desse *link*.

$$\sum_{e \in \varepsilon} \sum_{t \in T_e} t \cdot y_e^t \geq Y_e \quad (2)$$

Onde:

- $Y_e$ : Fluxo de demanda em canais E1 no arco  $e$ . É soma de todas as demandas escoadas em um *link*.

O fluxo máximo de demanda que pode passar por um arco é determinado pela máxima modularidade disponível. Dessa forma, caso a soma das demandas em arco ultrapasse esse valor, a solução é dita infactível visto que não existem módulos a serem instalados.

Para a apresentação e teste do NDGA foi escolhida uma rede PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy*) que proporciona a intercalação sequencial de *bytes* podendo a ter níveis hierárquicos de 565,148 Mbps, com 8192 canais E1, (Babatunde & Mbarouk, 2014). A rede PDH candidata é composta de 11 nós (vértices) e 34 *links* (arestas), conforme Figura 1.

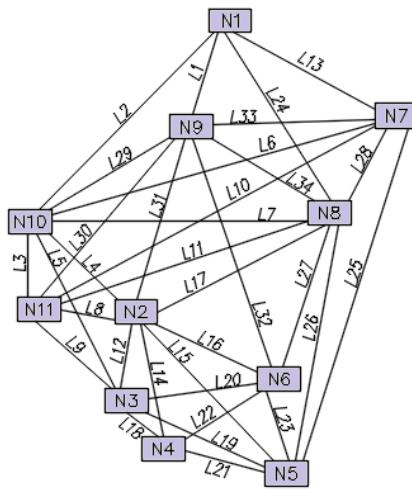


Figura 1. Rede Candidata – Topologia. Fonte: Zuse Institute Berlin (2005)

No total, 24 demandas previstas devem ser atendidas integralmente, conforme Tabela 2.

Tabela 2. Valores de demanda para cada demanda

| Demandas Previstas | Nó (origem) | Nó (destino) | Valor médio em canais E1 | Demandas Previstas | Nó (origem) | Nó (destino) | Valor médio em canais E1 |
|--------------------|-------------|--------------|--------------------------|--------------------|-------------|--------------|--------------------------|
| D1                 | N9          | N2           | 384                      | D13                | N5          | N8           | 108                      |
| D2                 | N3          | N4           | 215                      | D14                | N4          | N5           | 105                      |
| D3                 | N7          | N8           | 212                      | D15                | N9          | N8           | 100                      |
| D4                 | N10         | N3           | 197                      | D16                | N11         | N3           | 99                       |
| D5                 | N9          | N11          | 160                      | D17                | N5          | N6           | 95                       |
| D6                 | N2          | N8           | 160                      | D18                | N2          | N3           | 278                      |
| D7                 | N2          | N5           | 144                      | D19                | N11         | N2           | 266                      |
| D8                 | N1          | N7           | 138                      | D20                | N9          | N10          | 263                      |
| D9                 | N3          | N5           | 124                      | D21                | N1          | N9           | 258                      |
| D10                | N6          | N8           | 115                      | D22                | N9          | N7           | 247                      |
| D11                | N1          | N10          | 115                      | D23                | N2          | N6           | 237                      |
| D12                | N10         | N11          | 364                      | D24                | N2          | N4           | 237                      |

Fonte: Zuse Institute Berlin (2005).

O custo da rede apresentado na equação 1 é calculado de acordo com a Tabela 3, que mostra o custo de instalação de cada modularidade em canais E1 (30, 480 e 1920) em relação a cada *link*.

Tabela 3. Dados da rede PDH

| Link | Custo (30 E1) | Custo (480 E1) | Custo (1920 E1) | Link | Custo (30 E1) | Custo (480 E1) | Custo (1920 E1) |
|------|---------------|----------------|-----------------|------|---------------|----------------|-----------------|
| L1   | 88.933        | 691.901        | 1.625.091       | L18  | 70.159        | 589.043        | 1.330.671       |
| L2   | 149.283       | 988.231        | 2.498.805       | L19  | 124.638       | 869.656        | 2.147.172       |
| L3   | 59.431        | 530.267        | 1.162.431       | L20  | 112.978       | 813.556        | 1.980.808       |
| L4   | 106.353       | 781.681        | 1.886.283       | L21  | 103.438       | 767.656        | 1.844.692       |
| L5   | 129.408       | 892.606        | 2.215.230       | L22  | 102.643       | 763.831        | 1.833.349       |
| L6   | 185.588       | 1.162.906      | 3.016.802       | L23  | 91.168        | 704.146        | 1.660.141       |
| L7   | 164.388       | 1.060.906      | 2.714.322       | L24  | 132.588       | 907.906        | 2.260.602       |
| L8   | 94.297        | 721.289        | 1.709.211       | L25  | 187.973       | 1.174.381      | 3.050.831       |
| L9   | 114.038       | 818.656        | 1.995.932       | L26  | 151.933       | 1.000.981      | 2.536.615       |
| L10  | 190.093       | 1.184.581      | 3.081.079       | L27  | 119.603       | 845.431        | 2.075.333       |
| L11  | 164.918       | 1.063.456      | 2.721.884       | L28  | 93.403        | 716.391        | 1.695.191       |
| L12  | 84.016        | 664.962        | 1.547.981       | L29  | 121.193       | 853.081        | 2.098.019       |
| L13  | 121.988       | 856.906        | 2.109.362       | L30  | 130.203       | 896.431        | 2.226.573       |
| L14  | 107.148       | 785.506        | 1.897.626       | L31  | 124.638       | 869.656        | 2.147.172       |
| L15  | 139.743       | 942.331        | 2.362.689       | L32  | 150.343       | 993.331        | 2.513.929       |
| L16  | 113.773       | 817.381        | 1.992.151       | L33  | 125.698       | 874.756        | 2.162.296       |
| L17  | 136.828       | 928.306        | 2.321.098       | L34  | 117.218       | 833.956        | 2.041.304       |

Fonte: Zuse Institute Berlin (2005).

### 3. ALGORITMO GENÉTICO PROPOSTO

O algoritmo genético proposto intitulado *Network Design Genetics Algorithm* (NDGA) especifica como combinações de componentes devem ser tomadas através de um conjunto de regras de um processo matemático.

Desta forma, o modelo é constituído para que os operadores de mutação e crossover possam combinar aleatoriamente variáveis e dados e definir conjuntos eficazes de processos descartando dados ineficientes. Este último processo do AG é conhecido como seleção (*fitness* do inglês), onde os melhores indivíduos são escolhidos dentro do espaço de busca (Linden, 2012).

#### 3.1 Codificação da Rede

Antes da escolha dos operadores é necessário primeiramente definir como as propostas de solução do problema (os indivíduos) serão representadas, ou seja, definir a codificação do problema. A codificação mais

comum é a codificação binária que foi utilizada nos trabalhos iniciais de Holland, mesmo não sendo computacionalmente eficiente, possui relevância histórica e tem sido utilizada quanto a sua simplicidade. A codificação deve ser escolhida de forma que não haja perda de informações no processo de codificação e decodificação. O Fluxograma a seguir mostra 03 grandes partes: a importação de dados, a geração da população e os operadores genéticos.

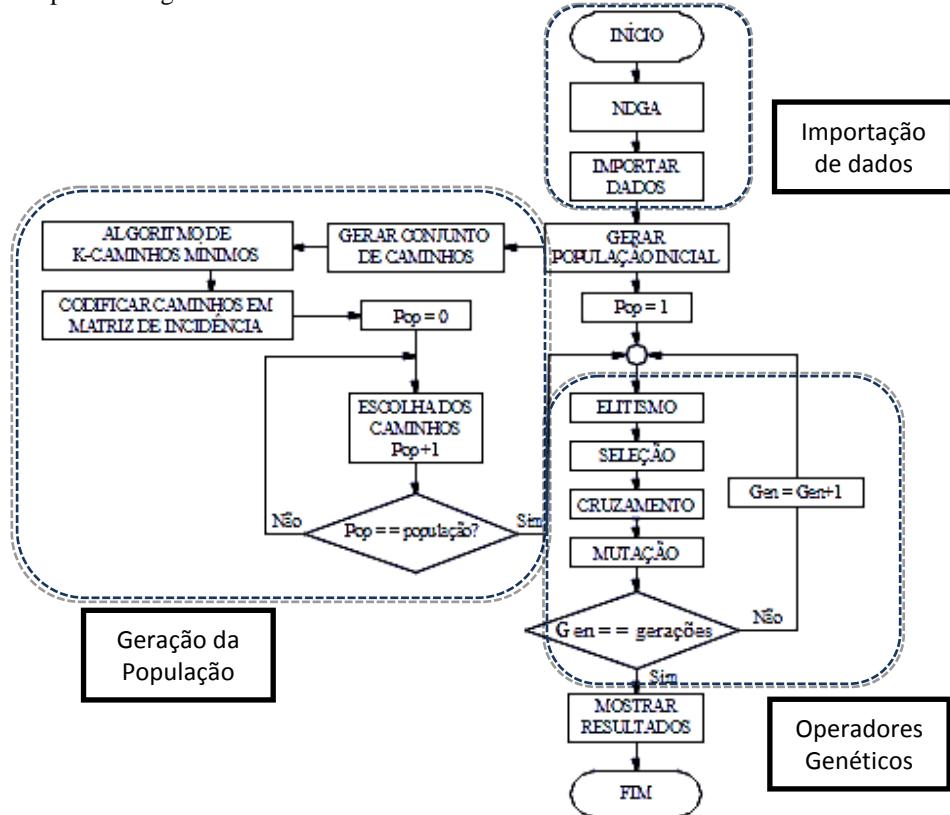


Figura 2. Fluxograma do algoritmo proposto

A codificação da rede é feita através de uma matriz de incidência de ordem NxL, onde N é o número de nós e L é o número de *links*. A matriz é composta e 0's e 1's pois os *links* existentes são bidirecionais, onde 0 representa ausência de *link* e 1 mostra a incidência do *link* em determinado nó. As soluções da rede são uma matriz de ordem DxL, onde D é o número de demandas a serem escoadas conforme apresentada na Figura 3.

|     | L1  | L2  | L3  | L4  | L5  | ... | L30 | L31 | L32 | L33 | L34 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| D1  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 384 | 0   | 0   | 0   |     |
| D2  | 0   | 0   | 221 | 0   | 377 | 322 | 0   | 0   | 0   | 0   |     |
| D3  | 0   | 0   | 0   | 195 | 0   | 0   | 0   | 0   | 212 | 212 |     |
| ⋮   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| D22 | 0   | 0   | 124 | 0   | 0   | 222 | 0   | 0   | 247 | 0   |     |
| D23 | 0   | 0   | 0   | 128 | 0   | 0   | 66  | 0   | 0   | 0   |     |
| D24 | 0   | 0   | 0   | 0   | 302 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |     |
|     | 121 | 297 | 345 | 323 | 679 | 544 | 450 | 670 | 459 | 212 |     |

Figura 3. Codificação das soluções

Cada demanda deve ser escoada por um caminho que é formado por um conjunto de *links* do nó origem até o nó destino. Assim cada linha da matriz representa os *links* utilizados para escoar determinada demanda, sendo que a coluna correspondente ao *link* utilizado é preenchida com o número 1.

### 3.2 Aptidão e Seleção

O custo total da rede é utilizado como função de aptidão. Cada arco da rede possui um custo devido à fibra óptica e a modularidade do equipamento escolhido para transmissão de dados. A biblioteca SNDLib fornece uma tabela com esse custo para cada arco da rede, dessa forma caso um arco seja utilizado em uma solução o seu custo é contabilizado.

A seleção dos indivíduos é feita pelo método do torneio. Dois indivíduos são selecionados aleatoriamente, os seus custos são comparados e a solução de menor custo é então selecionada para passar suas informações para a próxima geração por meio do crossover. Esse método é simples, porém eficiente, e não possui custo computacional excessivo, já que o custo é parte do indivíduo e não precisa ser calculado unicamente para a seleção (Miller & Goldberg, 1995).

### 3.3 Operador de *Crossover*

O *crossover* é o operador pelo qual bons indivíduos repassam suas características para a próxima geração. Em conjunto com o operador de seleção garante que a busca do algoritmo genético não seja totalmente aleatória.

O *crossover* mais encontrado na literatura, também utilizado por Holland é *crossover de um ponto* para codificação binária, onde um indivíduo (cadeia de *bits*) é cortado em um ponto aleatório; e após o corte dois indivíduos têm suas informações cruzadas, produzindo dois novos indivíduos (filhos) que irão compor a próxima geração.

No NDGA é utilizado o *crossover de n pontos*. Os pais que realizarão cruzamento são cortados em  $n$  pontos aleatórios e têm suas informações genéticas trocadas, são gerados dois filhos, porém apenas o indivíduo de menor custo entra para a próxima geração conforme apresentado na Figura 4.

Os filhos gerados podem ainda ser infactíveis devido à capacidade máxima disponível de canais E1, se isto acontecer, o processo é feito novamente até que se consiga um indivíduo factível. Este operador é controlado por uma probabilidade que define a presença ou ausência do operador. Caso não haja crossover o indivíduo de uma geração é apenas copiado para a próxima.

### 3.4 Operador de Mutação

Os algoritmos genéticos realizam uma busca aleatório-direcionada, e a mutação garante o caráter aleatório da busca, (Goldberg, 1989).

No decorrer das gerações a população pode convergir para um ponto ótimo local e assim o crossover não consegue retirar a população estagnada do local, dessa forma, é necessário que aconteça mutação para que isto não ocorra.

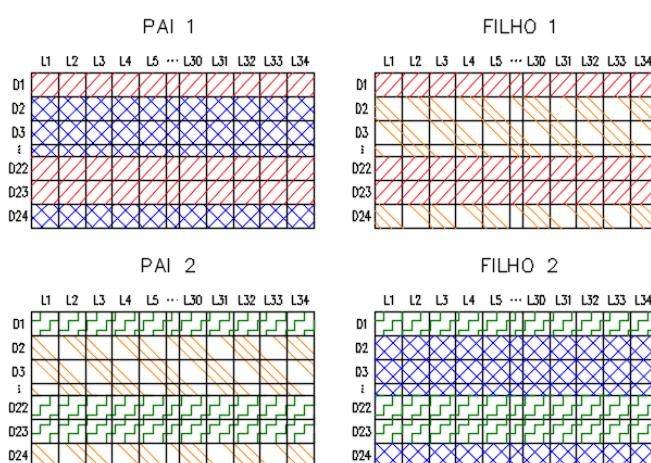


Figura 4. Crossover de  $n$  pontos

A mutação também é controlada por uma taxa, que deve ser menor que a do *crossover*, ao contrário o processo de busca torna-se totalmente aleatório (Soni & Tapas, 2014).

O processo de mutação mais comum em uma cadeia de *bits*, é trocar um *bit* 1 por um *bit* 0. Para o NDGA, foi proposto um novo operador, com base no descrito acima. Cada linha representa o caminho pelo qual uma demanda está sendo escoada e o processo de mutação consiste em trocar este caminho por outro aleatoriamente escolhido dentro dos conjuntos disponíveis de caminhos (Figura 5). O número de trocas a serem realizadas é parte dos parâmetros a serem definidos no NDGA.

|     | L1 | L2 | L3  | L4  | L5  | ... | L30 | L31 | L32 | L33 | L34 |
|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| D1  |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| D2  | 0  | 0  | 221 | 0   | 377 |     | 322 | 0   | 0   | 0   | 0   |
| D3  | 0  | 0  | 0   | 195 | 0   |     | 0   | 0   | 0   | 212 | 212 |
| ⋮   |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| D22 |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| D23 |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| D24 | 0  | 0  | 0   | 0   | 302 |     | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |

 CAMINHO ALTERADO

Figura 5. Mutação com a ocorrência de 03 trocas

### 3.5 Elitismo

O elitismo não ocorre no processo natural de evolução, por isso é tido como técnica de auxílio à convergência (Goldberg, 1989). Baseia-se em manter a melhor solução encontrada em uma geração para a seguinte, para que não aconteça a perda de boas soluções (Liang & Leung, 2011). Dessa forma o algoritmo genético guarda o indivíduo de melhor custo para a próxima geração. A análise de convergência do NDGA é feito com base no indivíduo elitista da última geração.

## 4. EXPERIMENTOS

Os resultados encontrados pelo NDGA serão comparados com os disponíveis na biblioteca SNDlib para a instância selecionada. Pelo fato de serem probabilísticos os AG's podem não encontrar a mesma solução mesmo que os parâmetros genéticos sejam mantidos. Sendo assim foram realizados 100 testes para um total de 11 configurações diferentes de parâmetros (Tabela 4). O conjunto de testes para cada configuração é chamado de experimento, e o resultado final de cada experimento corresponde ao melhor resultado encontrado entre os testes realizados.

Tabela 4. Configuração dos Experimentos

| Experimentos | População | Gerações | Crossover<br>(Probabilidade/Cortes) | Mutação<br>(Probabilidade /Trocas) |
|--------------|-----------|----------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1            | 100       | 100      | 0,9 / 5                             | 0,06 / 2                           |
| 2            | 200       | 100      | 0,9 / 5                             | 0,06 / 2                           |
| 3            | 300       | 100      | 0,9 / 5                             | 0,06 / 2                           |
| 4            | 400       | 100      | 0,9 / 5                             | 0,06 / 2                           |
| 5            | 400       | 100      | 0,9 / 5                             | 0,06 / 2                           |
| 6            | 100       | 100      | 0,9 / 5                             | 0,06 / 2                           |
| 7            | 200       | 200      | 0,9 / 5                             | 0,06 / 2                           |
| 8            | 300       | 300      | 0,9 / 5                             | 0,07 / 2                           |
| 9            | 400       | 400      | 0,9 / 5                             | 0,08 / 2                           |
| 10           | 500       | 500      | 0,9 / 5                             | 0,08 / 2                           |
| 11           | 1000      | 500      | 0,95 / 10                           | 0,08 / 5                           |

A escolha de cada parâmetro deve ser feita considerando as características e complexidade de cada problema especificamente, pois não existe um conjunto de parâmetros que produzem bons resultados para todos os tipos de problemas. Porém existem valores que se tornaram clássicos na literatura, como por exemplo, probabilidade de crossover e mutação, pois em muitos problemas pequenas alterações nessas probabilidades em torno do valor clássico não alteram significativamente o desempenho do AG. Para o problema de redes aqui considerado o espaço de busca é vasto, de forma de que o tamanho da população e a quantidade máxima de geração do NDGA interferem significativamente no resultado. Após vários testes verificou-se o conjunto de parâmetros que produzem bons resultados para a otimização da rede PDH (Bessaou & Siarry, 2001), assim os experimentos foram configurados com valores para que se tenha uma visualização do esforço computacional necessário para a otimização deste problema.

Os valores de aptidão de todos os indivíduos são conhecidos, porém a análise de convergência é feita através das informações do indivíduo mais apto. Como os indivíduos são avaliados de acordo com seu custo, esse dado é utilizado para gerar uma curva de convergência que mostra evolução da melhor solução no decorrer das gerações. O resultado final do NDGA é o indivíduo mais apto da última geração, e o resultado de cada experimento é o melhor teste realizado entre as 100 execuções.

## 5. RESULTADOS OBTIDOS

Nos relatórios da SNDlib são disponibilizadas seis informações principais: o custo da rede, o número de arcos utilizados, a capacidade total em canais E1 instalada na rede, a porcentagem utilizada dessa capacidade, o comprimento médio dos caminhos utilizados para escoar as demandas e o tempo gasto na otimização. A Tabela 5 mostra os resultados disponíveis na biblioteca e os obtidos para os 11 experimentos realizados para fim de comparação.

Nos resultados disponíveis na SNDlib, dos 34 *links* disponíveis 13 foram instalados sendo 8 de 480E1 e 5 de 1920E1. Para os experimentos realizados o NDGA utilizou 17 *links* com modularidades de 480E1. O maior uso de *links* pode gerar maiores custos, porém as modularidades de 1920E1 que interferem significativamente no custo não foram utilizadas, garantindo uma redução de custo de 15,15% nos experimentos 4, 8, 9, 10 e 11, em comparação com a solução da biblioteca. A capacidade utilizada em valores percentuais mostra a melhor utilização da capacidade instalada.

Tabela 5. Resultados das simulações e da biblioteca SNDlib

| Experimento      | Custo (\$) | Carga Instalada (Canais E1) | Capacidade Utilizada (%) | Tamanho médio do caminho | Tempo (s) |
|------------------|------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------|
| pdh <sup>1</sup> | 14883708   | 13440                       | 65,08                    | 2,00                     | 3600*     |
|                  | 13353844   | 8160                        | 74,01                    | 1,38                     | 0,70      |
|                  | 13398469   | 8160                        | 67,11                    | 1,33                     | 1,40      |
|                  | 13138609   | 8160                        | 68,62                    | 1,29                     | 2,86      |
|                  | 12925684   | 8160                        | 72,48                    | 1,38                     | 3,00      |
|                  | 13290334   | 8160                        | 67,76                    | 1,29                     | 4,27      |
|                  | 13738754   | 9600                        | 64,66                    | 1,46                     | 0,88      |
|                  | 13246744   | 8160                        | 71,32                    | 1,38                     | 3,52      |
|                  | 12966484   | 8160                        | 70,67                    | 1,38                     | 8,39      |
|                  | 12925684   | 8160                        | 72,48                    | 1,38                     | 17,05     |
|                  | 12925684   | 8160                        | 72,48                    | 1,38                     | 18,97     |
|                  | 12925684   | 8160                        | 72,48                    | 1,38                     | 52,61     |

<sup>1</sup> Resultado da biblioteca SNDlib

\* Tempo limite

O tempo gasto na otimização é importante tanto quanto o custo final da rede, pois na resolução de problemas ainda mais complexos é necessário que a otimização seja feita em tempo hábil, de acordo com as definições do usuário. Os resultados mostram que o tempo de resolução foi bem inferior ao da biblioteca, segundos ao invés de horas, garantindo que o NDGA possa ser utilizado em redes com quantidades maiores de nós, arcos e demandas. A biblioteca de redes SNDlib utiliza o limite de tempo de 3600s para apresentar a solução conforme Tabela 5.

A melhor solução encontrada foi a apresentada no experimento 4 que chegou ao menor tempo devido ao tamanho da população e número de gerações. O gráfico de convergência (Figura 6) mostra a evolução da solução no decorrer das gerações.



Figura 6. Convergência do algoritmo proposto

A Tabela 6 apresenta os detalhes dos resultados, também para o experimento 4.

Tabela 6. Resultados do experimento 4

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| Custo:                      | 12925684  |
| Links Utilizados:           | 17        |
| Capacidade Instalada:       | 8160 E1   |
| Capacidade Utilizada:       | 72,48 (%) |
| Tamanho médio dos caminhos: | 1,375     |
| Tempo Gasto:                | 3 s       |

Os *links* utilizados e os respectivos valores de demanda em canais E1 passando por eles são mostrados na Figura 7 da rede otimizada.

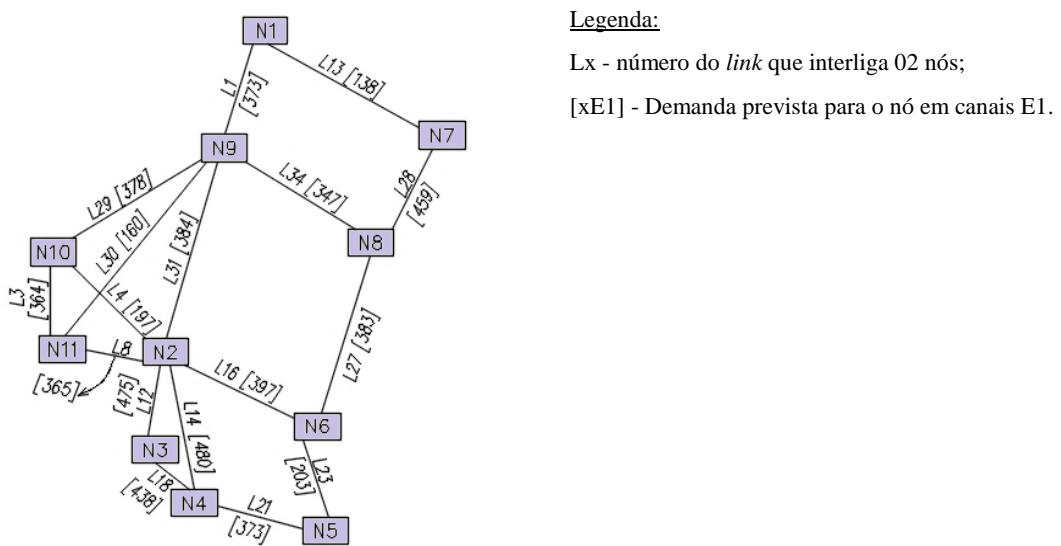


Figura 7. Rede otimizada

## 6. CONCLUSÕES

O planejamento estratégico e a tomada de decisões são fundamentais para solucionar problemas de fluxo e garantir maior viabilidade e confiabilidade no transporte de informações e dados. Os projetos de redes de telecomunicações são altamente influenciados pela quantidade de nós e arcos, pela demanda a ser escoada e pelas modularidades disponíveis para alocação, tornando o planejamento da rede altamente complexo.

Para o design da rede foi proposto um algoritmo genético como alternativa aos métodos determinísticos que trabalha com uma população de possíveis soluções da rede, e através dos operadores genéticos realiza a melhora da solução.

As simulações realizadas permitem uma visualização do esforço computacional necessário para a otimização da rede e também o conjunto de parâmetros ótimos a serem utilizados para o problema específico tratado no artigo. Após ser submetido à otimização de uma rede PDH o algoritmo se mostrou eficiente, pois apresentou uma redução do custo de até 15,15%, quando comparado ao valor disponível na biblioteca SNDlib. Introdução de lógica *fuzzy* e escoamento contínuo de demanda serão realizados em trabalhos futuros.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) e ao Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial do Estado de Goiás (SENAI-GO) pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

- Altiparmak, F., Gen, M., Lin, L., & Paksoy, T. (22 de Agosto de 2006). A genetic algorithm approach for multi-objective optimization of supply chain networks. *Computers & Industrial Engineering*, pp. 196–215.
- André, J., Auray, S., Brac, J., De Wolf, D., Maisonnier, G., Ould-Sidi, M.-M., & Simonnet, A. (Março de 2013). Design and dimensioning of hydrogen transmission pipeline networks. *European Journal of Operational Research*, 229, 239-251.
- Babatunde, O., & Mbarouk, S. (Junho de 2014). A review of Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH) and Synchronous Digital Hierarchy (SDH). *International Journal of Scientific Research Engineering & Technology (IJSRET)*, 3, pp. 677-681.
- Baumgartner, A., Reddy, V. S., & Bauschert, T. (2015). Combined Virtual Mobile Core Network Function Placement and Topology Optimization with Latency Bounds. *IEEE Communication Networks*, pp. 97-102.
- Baumgartner, A., Reddy, V. S., & Bauschert, T. (2015). Mobile Core Network Virtualization: A Model for combined Virtual Core Network Function Placement and Topology Optimization. *IEEE Communication Networks*.
- Ben-Ameur, W., & Kerivin, H. (2005). Routing of Uncertain Traffic Demands. *Optimization and Engineering*, 6(3), 283-313.
- Bessaou, M., & Siarry, P. (2001). A genetic algorithm with real-value coding to optimize multimodal continuous functions. *Struct Multidisc Optim*, 23(1), 63-74.
- CantoDosSantos, J. V., & Barreto, M. B. (2011). Computacional System Based on Genetic Algorithm for Planning and Restoration of Telecommunication Networks. *International Conference Applied Computing (IADIS)*, Único, pp. 241-248.
- Couëtoux, B., Gourvès, L., Monnot, J., & Telelis, O. A. (11 de Março de 2010). Labeled Traveling Salesman Problems: Complexity and approximation. *Discrete Optimization*, 7(1), pp. 74-85. doi:doi:10.1016/j.disopt.2010.02.003
- Goldberg, D. E. (1989). *Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning*. Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2009). *Introduction to operations research* (9<sup>a</sup> ed.). New York: Mc Graw-Hill Education.
- Holland, J. H. (1975). *Adaptation in Natural and Artificial Systems* (1 ed.). MIT Press.
- Liang, Y., & Leung, K.-S. (2011). Genetic Algorithm with adaptive elitist-population strategies for multimodal function optimization. *Applied Soft Computing*, 11, pp. 2017-2034. Fonte: [www.elsevier.com/locate/asoc](http://www.elsevier.com/locate/asoc)
- Lienig, J., & Thulasiraman, K. (1993). A Genetic Algorithm for Channel Routing in VLSI Circuits. *MIT Press Journals - Evolutionary Computation*, 1(4), pp. 293-311. doi:doi: 10.1162/evco.1993.1.4.293

- Linden, R. (2012). *Algoritmos Genéticos* (3<sup>a</sup> ed.). Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda.
- Miller, B. L., & Goldberg, D. E. (1995). Genetic algorithms, tournament selection, and the effects of noise. *Complex Systems*, 9, pp. 193- 212.
- Orlowski, S., Wessäly, R., Pióro, M., & Tomaszewski, A. (10 de Maio de 2010). SNDlib 1.0 - Survivable Network Design Library. *Networks - An International Journal*, 55(3), 276-286.
- Peralta, R. C., Forghani, A., & Fayad, H. (2014). Multiobjective genetic algorithm conjunctive use optimization for production, cost, and energy with dynamic return flow. *Journal of Hydrology*, 511, pp. 776-785. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.01.044>
- Rodríguez-Martín, I., Salazar-González, J.-J., & Yaman, H. (2016). Hierarchical Survivable Network Design Problems. *Electronic Notes in Discrete Mathematics*, 52, pp. 229-236. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.endm.2016.03.030>
- Soni, N., & Tapas, K. (2014). Study of Various Mutation Operators in Genetic Algorithms. In: International Journal of Computer Science and Information Technologies. Universidade de Lingaya's. Faridabad: , p. 4514-4521. *IJCST - International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 5(3), pp. 4519-4521.
- Tripathy, P. K., Dash, R. K., & Tripathy, C. R. (2012). A Genetic Algorithm Based Approach for Topological Optimization of Interconnection Networks. (N. I. Department of Computer Science & Engineering, Ed.) *2nd International Conference on Communication, Computing & Security - ICCCCS*, 6, pp. 196-205.
- Zuse Institute Berlin (ZIB). (2005). *SNDlib*. Acesso em 26 de Julho de 2016, disponível em Survivable fixed telecommunication network design: <http://sndlib.zib.de/home.action>

# **Artigos Curtos**



# ISENSA - PLATAFORMA TECNOLÓGICA PARA MONITORIZAÇÃO INTELIGENTE

João M. L. P. Caldeira<sup>1,2,3</sup>, Vasco N. G. J. Soares<sup>1,2,3</sup>, Pedro D. Gaspar<sup>4,3</sup> e Ricardo Fontes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Instituto Politécnico de Castelo Branco, Portugal*

<sup>2</sup>*Instituto de Telecomunicações, Portugal*

<sup>3</sup>*InspiringSci, Lda., Castelo Branco, Portugal*

<sup>4</sup>*Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal*

## RESUMO

Este artigo apresenta a definição e o desenvolvimento de uma plataforma tecnológica para integração e recolha de informação proveniente de sensores, baseada num controlador *Arduino* e numa aplicação *web* suportada por uma base de dados relacional. Trata-se de um sistema de aquisição de dados inteligente, para a monitorização e análise de dados, em tempo real ou de histórico, de ambientes e dispositivos numa ampla gama de áreas. Apresenta elevada flexibilidade na integração de requisitos específicos, que dão resposta às necessidades de diferentes sectores, entidades e utilizadores. Esta plataforma desenvolvida pela empresa InspiringSci, Lda., de acordo com a metodologia ICONIX, está na fase final de teste e validação de conceito em cenários reais, com vista à posterior introdução no mercado.

## PALAVRAS-CHAVE

iSensA; *Arduino*; Sensores; Monitorização; Aplicação *Web*

## 1. INTRODUÇÃO

A InspiringSci, Lda. é uma *startup* de base tecnológica que está sediada em Castelo Branco [InspiringSci 2016]. Tem por missão desenvolver e implementar soluções inovadoras e inspiradoras na área das tecnologias de informação, que ajudam os seus clientes a resolver desafios industriais, baixar custos e melhorar o seu desempenho. Foca-se em soluções para cidades inteligentes, em áreas como a mobilidade e a eficiência energética, e para o sector agroindustrial. Com vista a contribuir para a melhoria da eficiência energética dos sistemas e processos, possibilitando o controlo e monitorização de parâmetros em equipamentos em funcionamento e em tempo real, a InspiringSci identificou a oportunidade de aplicar tecnologias inovadoras emergentes, apoiadas pelo uso de ferramentas computacionais para desenvolver uma solução de monitorização que visa auxiliar no processo de tomada de decisão dos seus clientes.

Neste âmbito, pretende-se com este artigo apresentar o protótipo da plataforma iSensA, baseado num controlador *Arduino* e seus periféricos (sensores) e numa aplicação *web* suportada por uma base de dados que recorre a tecnologias de uso livre, que dão resposta aos seguintes requisitos:

- Aplicável a diversos ambientes e realidades, atendendo a necessidades de diferentes sectores, entidades e utilizadores;
- Aquisição e envio de dados para servidores remotos via *Ethernet* ou *GSM/GPRS*;
- Configuração de regras de funcionamento e controlo com base em parâmetros e requisitos específicos;
- Ferramentas estatísticas de apoio à gestão e análise de dados em tempo real ou histórico, elaboração de relatórios de análise de tendências, e possibilidade de correlação de dados;
- Configuração de relatórios, alarmes/notificações e reenvio por *e-mail* e/ou *SMS*;
- Alta escalabilidade e capacidade de expansão;
- Plataforma online acessível através de computador, *tablet* ou *smartphone*, em qualquer lugar;
- Salvaguarda de dados (*Backup*) completo e seguro na nuvem.

Este artigo encontra-se estruturado da seguinte forma. Na segunda secção, apresenta-se uma visão geral sobre a plataforma tecnológica para monitorização inteligente - iSensA. Na terceira secção, são apresentados dois cenários reais de aplicação onde o protótipo foi testado e validado. Finalmente, na quarta secção, apresentam-se as conclusões e trabalho futuro.

## 2. PROTÓTIPO ISENSA

O desenvolvimento do protótipo iSensA envolveu: (1) a construção de um módulo de controlo e aquisição de dados, realizado através de um controlador, sensores e circuitos eletrónicos necessários aos cenários em questão; (2) a implementação de uma interface de aquisição e tratamento de dados e de uma aplicação *web* suportada por uma base de dados relacional, para a interface de visualização, administração e armazenamento de dados. A Figura 1, apresenta a visão geral da arquitetura iSensA.

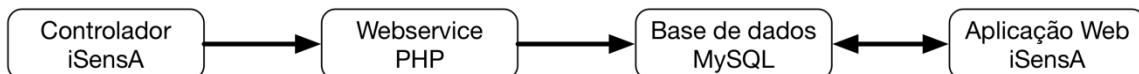


Figura 1. Visão geral da arquitetura iSensA

Para o desenvolvimento adotou-se a metodologia ICONIX [iconixsw 2016], por se tratar de uma metodologia prática e simples, mas também poderosa com uma componente de análise e representação de problemas sólida e eficaz [Silva and Videira 2001]. As subsecções seguintes, detalham a plataforma *web* e o controlador.

### 2.1 Aplicação Web e Base de Dados

As linguagens que foram utilizadas para o desenvolvimento da aplicação *web* foram: o PHP que é executado do lado do servidor [PHP 2016], sendo embebido no HTML [Costa 2007]; o *Javascript* que é uma linguagem de *script* executada do lado do cliente [JavaScript 2016], sendo interpretada pelo navegador *web*, e que permite a criação de páginas interativas [Costa 2007]; o *jQuery* que se trata de uma API em *Javascript*, rápida, pequena e rica em recursos, tornando o HTML e a manipulação de eventos, animações e Ajax muito mais simples e fácil de usar [jQuery 2016]. No lado do cliente é também utilizado uma *framework front-end* chamada *Bootstrap* que permite um desenvolvimento ágil em projetos *web* responsivos [Bootstrap 2016]. Permite integração do *jQuery* com outras tecnologias tais como CSS [w3schools 2016] e LESS [lesscss 2016], para o dinamismo pretendido na interação com o utilizador. É também utilizado no desenvolvimento do *design* da plataforma por exemplo na tipografia, botões e formulários.

A aplicação *web* desenvolvida está preparada para ser executada em diferentes plataformas, adaptando-se a ecrãs de diferentes dimensões (i.e., computador, *tablet* ou *smartphone*). Para a criação da base de dados foi elaborado o modelo de entidade-relacionamento e o modelo relacional, posteriormente implementado num Sistema de Gestão de Base de Dados MySQL [MySQL 2016].

Por questões de limitação de espaço do artigo, são ilustradas na Figura 2 apenas algumas das funcionalidades disponibilizadas pela aplicação *web*. O leitor interessado pode aceder e testar a mesma na íntegra a partir da hiperligação “<http://app.isensa.net>”, utilizando como credenciais de acesso (*login* e *password*) de utilizador registado: “demonstracao@demo.com” “demo.96”.

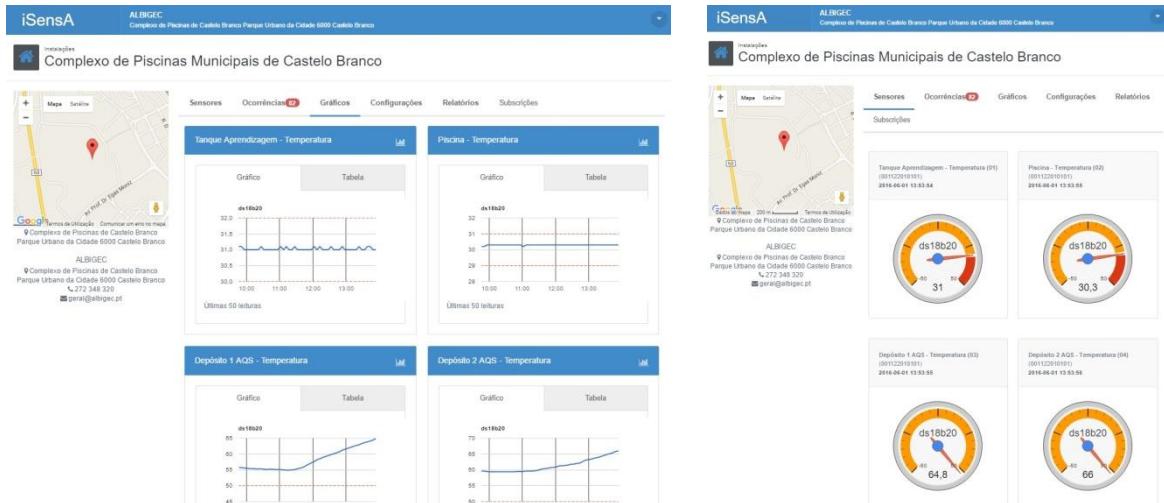


Figura 2. Exemplos de vistas da aplicação web iSensA

## 2.2 Controlador

O controlador iSensA é uma plataforma de *hardware* baseada em *Arduino* [Arduino 2016]. A adoção desta plataforma em ambientes de desenvolvimento permite uma rápida prototipagem de soluções funcionais. Caracterizada pelo uso de microcontroladores *Atmel ARV*, com programação intuitiva baseada na linguagem de programação C, esta plataforma está a tornar-se um verdadeiro concorrente de sistemas de controlo mais complexos usados atualmente pelas empresas. Uma grande vantagem deste tipo de plataformas é a sua flexibilidade. Disponibilizando várias entradas e saídas, digitais e analógicas, estas plataformas tornam-se adaptáveis à aquisição de qualquer tipo de sinais. Com o sucesso crescente e o baixo custo destas plataformas, vários sensores vão sendo disponibilizados para medição e recolha de variados parâmetros. Sensores para medição de parâmetros, que até há relativamente pouco tempo apenas existiam para controladores industriais, estão hoje disponíveis para uso em plataformas de baixo custo, como o *Arduino*. A modularidade é outra característica destas plataformas, pelo que, estas podem ser construídas de acordo com as necessidades específicas da sua aplicação em concreto.

Figura 3. Protótipo do controlador iSensA, na versão *Ethernet*, com quatro entradas

Tirando partido de todas estas características, o controlador iSensA é na sua génese constituído por uma plataforma *Arduino*. Em função das necessidades requeridas em cada cenário de aplicação, ao controlador iSensA será adicionado um módulo de comunicação *Ethernet*, sem fios (Wi-Fi) ou móvel usando redes Sistema Global para Comunicações Móveis (GSM). Este módulo é essencial para a comunicação entre o

controlador e a aplicação *web* iSensA. O tipo de sensores a usar é um dos requisitos do cenário de aplicação em concreto, não havendo quaisquer limitações. O uso do módulo de comunicação móvel GSM, permite ainda ao controlador a possibilidade de envio de Serviço de Mensagens Curtas (SMSs) de notificação de ocorrências específicas programáveis. Estes SMSs poderão ser enviados a diferentes utilizadores, com diferentes responsabilidades, em função das necessidades. A Figura 3 apresenta o protótipo do controlador iSensA, na versão *Ethernet*, com quatro entradas disponíveis.

### 3. CENÁRIOS DE APLICAÇÃO

Nesta secção apresenta-se a descrição de dois cenários reais de aplicação utilizados para teste e validação do protótipo iSensA. A Figura 4 ilustra o processo de instalação e configuração dos controladores iSensA nos mesmos.

#### 3.1 Monitorização e Controlo de Piscinas

A ALBIGENCE - Empresa de Gestão de Equipamentos Culturais, Desportivos e de Lazer, E. M. [ALBIGENCE 2016], empresa responsável pela gestão do complexo de piscinas da cidade de Castelo Branco, pretendia a monitorização e controlo remoto da temperatura das águas dos tanques de aprendizagem, da temperatura das águas sanitárias e da temperatura e humidade nos balneários, femininos e masculinos, de apoio às piscinas. Neste contexto, surgiu a possibilidade do iSensA dar resposta a estes requisitos com a instalação do seu primeiro protótipo. Após um estudo detalhado do local e reunidos os requisitos, concluiu-se que seria necessário instalar dois controladores iSensA. Um destes controladores seria instalado junto à nave das piscinas, para monitorização da temperatura e humidade ambiente dos balneários e da própria nave central. Para este propósito foram usados três sensores de medição conjunta temperatura/humidade em cada um dos locais referidos. Para a monitorização da temperatura da água dos dois tanques de aprendizagem e das águas sanitárias dos dois balneários foi instalado um controlador na zona técnica das piscinas (na cave), junto aos depósitos de água. Neste caso, foram colocados quatro sensores de temperatura nas tubagens de saída dos depósitos de água para os tanques de aprendizagem e dos depósitos de águas sanitárias para os balneários. Os dois controladores comunicam com os *webservices* iSensA via *Ethernet* uma vez que o complexo dispunha de uma ligação deste tipo, tendo sido apenas necessário estender um cabo *unshielded twisted pair* (UTP) até junto de cada um dos controladores. Na Figura 2, pode observar-se a plataforma *web* iSensA a mostrar os valores recolhidos nesta instalação.

Uma vez demonstrada a mais valia do iSensA e o sucesso do mesmo, a empresa ALBIGENCE propôs a sua extensão ao complexo de piscinas de Alcains, o qual também gere. Neste caso, a solução pretendida foi em tudo semelhante à já instalada em Castelo Branco. No entanto, tratando-se de um empreendimento mais pequeno, e após análise detalhada da situação, chegou-se à conclusão que apenas seria necessário um controlador. Os parâmetros a serem monitorizados, neste caso em concreto, foram a temperatura e humidade em dois balneários (feminino e masculino), a temperatura da água da piscina de aprendizagem e a temperatura das águas sanitárias dos balneários. Devido ao facto deste complexo não ter disponível uma ligação *Ethernet*, a solução para a comunicação com os *webservices* iSensA passou pelo uso de um modem GSM ligado ao controlador via *Ethernet*. A Figura 4 b) mostra a instalação do controlador neste cenário.

As funcionalidades disponibilizadas pelo iSensA, permitiram à ALBIGENCE a configuração de alarmes associados a determinados limites superiores e inferiores dos parâmetros medidos. Estes alarmes, dispõem de alertas notificados por *e-mail* e permitem à empresa uma rápida resposta em caso de necessidade. Estas notificações podem ajudar a evitar eventuais períodos de inatividade do complexo, devido por exemplo, a temperaturas da água inadequadas. O iSensA, permite ainda a emissão de relatórios estatísticos, essenciais ao controlo interno por parte da empresa de manutenção, os quais até ao momento eram realizados periodicamente por funcionários que registavam os valores observados em papel.

#### 3.2 Monitorização e Controlo de Estações Elevatórias de Águas Residuais

O segundo cenário de aplicação descreve a instalação do iSensA numa das estações elevatórias de águas residuais da empresa Serviços Municipalizados de Castelo Branco (SMAS) [SM-CASTELOBRANCO

2016]. As estações elevatórias de águas residuais são um elemento essencial no escoamento das águas residuais. Estas são usadas sempre que é necessário elevar o fluxo das águas de um nível mais baixo para um mais elevado. Estas estações são operadas por eletrobombas, para bombeamento da água a partir de um poço de admissão. As eletrobombas apenas entram em funcionamento quando a água no poço de admissão atinge um determinado nível. Atualmente, para monitorização e controlo destas estações, os SMAS têm funcionários a fazer rondas, que em média ocorrem uma vez por dia. Desta forma, avarias ocorridas (por exemplo, nas eletrobombas) entre rondas, apenas são detetadas na próxima visita do funcionário. Estas situações levam a transbordos dos poços de admissão e consequentemente à dispersão pela via pública das águas residuais.



Figura 4. Cenários reais de aplicação do iSensA: a) Serviços Municipalizados de Castelo Branco; b) ALBIGEC

Neste contexto, o iSensA foi instalado numa das estações elevatórias dos SMAS para avaliação na deteção, controlo e monitorização remota de situações ocorridas neste tipo de instalações. O sistema instalado é compreendido por um controlador iSensA ligado a três pinças ampermétricas e um sensor de nível. As pinças ampermétricas são usadas para medição do consumo instantâneo de corrente de cada uma das fases da eletrobomba (tratando-se neste caso de uma eletrobomba trifásica). O sensor de nível mede, em tempo real, a altura da água no poço de admissão. Considerando a possibilidade de configuração de alarmes na aplicação web, é assim possível definir valores de alerta tanto para os valores medidos pelas pinças ampermétricas como para o nível de água no poço, sendo estes alarmes depois notificados por e-mail. Adicionalmente, o controlador tem ligados três relés. Um desses relés é disparado sempre que a boia mecânica do poço de admissão é tombada, ou seja, permite a deteção de transbordos. Outro dos relés é disparado sempre que houver uma avaria no arrancador suave da eletrobomba. Finalmente, o terceiro relé é disparado quando houver um disparo do diferencial. A ativação destes dois últimos relés permite detetar situações de não arranque da eletrobomba. Sempre que ocorrer o disparo de um dos relés, é enviada uma notificação SMS para os números de telefone pré-programados no controlador, permitindo assim a indicação imediata de ocorrências aos funcionários e/ou outros responsáveis. A comunicação deste controlador com os webservices iSensA está a ser efetuada com recurso à rede GSM, através do acoplamento ao controlador de um módulo GSM. Esta solução garante atualmente aos SMAS uma mais rápida resposta em caso de anomalias nos equipamentos das estações, evitando situações indesejáveis como as que ocorriam anteriormente. A Figura 4 a) mostra a instalação do controlador neste cenário.

## 4. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Neste artigo, apresentou-se uma plataforma tecnológica de leitura e aquisição de dados de sensores – iSensA – que tem por base um controlador *Arduino* e uma aplicação *web* suportada por uma base de dados relacional. O iSensA permite a monitorização e análise de dados, de ambientes e dispositivos numa ampla gama de áreas.

O teste e validação do protótipo em dois cenários reais, com características e propriedades diferentes, permitiu concluir sobre a operacionalidade e mais valias do iSensA para as organizações em questão. A solução aqui apresentada, totalmente desenvolvida sobre tecnologias *open source*, contribui de forma eficiente para a deteção de incidentes, gestão de recursos, e para a redução de custos dos clientes da InspiringSci. Este protótipo será lançado comercialmente em breve. Para esse efeito está a ser desenvolvido um invólucro industrial para o controlador.

A arquitetura modular e extensível do iSensA permite o desenvolvimento futuro de novas funcionalidades na plataforma *web*, algumas das quais potencializadas por outras existentes, tais como a implementação de modelos preditivos. Estão também em fase de desenvolvimento aplicações móveis para *Android* e *iOS*, que visam complementar os serviços oferecidos pela plataforma *web*.

## AGRADECIMENTOS

Os autores expressam o seu agradecimento às empresas Enérgico Balanço Unipessoal Lda, ALBIGEC - Empresa de Gestão de Equipamentos Culturais, Desportivos e de Lazer, E. M., e aos Serviços Municipalizados de Castelo Branco pelo interesse e contribuição, determinantes para a concretização da presente versão da plataforma iSensA.

## REFERÊNCIAS

- ALBIGEC, (2016). *ALBIGEC*. [online] Available at: <http://www.albigec.pt/> [Accessed 5 outubro 2016].
- Arduino, (2016). *Arduino - Home*. [online] Available at: <https://www.arduino.cc/> [Accessed 5 outubro 2016].
- Bootstrap, (2016). *Bootstrap - The world's most popular mobile-first and responsive front-end framework*. [online] Available at: <http://getbootstrap.com/> [Accessed 5 outubro 2016].
- Costa, Carlos J. (2007). *Desenvolvimento para Web*. Editora Lusocredito, Ltda. Pr. Mota Veiga – Lisboa. Portugal.
- iconixsw, (2016). *ICONIX - Better Agile Project Management*. [online] Available at: <http://www.iconixsw.com/> [Accessed 5 outubro 2016].
- InspiringSci, (2016). *InspiringSci*. [online] Available at: <http://www.inspiringsci.pt/> [Accessed 5 outubro 2016].
- JavaScript, (2016). *JavaScript.com*. [online] Available at: <https://www.javascript.com/> [Accessed 5 outubro 2016].
- jQuery, (2016). *jQuery*. [online] Available at: <https://jquery.com/> [Accessed 5 outubro 2016].
- lesscss, (2016). *Getting started / Less.js*. [online] Available at: <http://lesscss.org/> [Accessed 5 outubro 2016].
- MySQL, (2016). *MySQL*. [online] Available at: <https://www.mysql.com/> [Accessed 5 outubro 2016].
- PHP, (2016). *PHP: Hypertext Preprocessor*. [online] Available at: <https://secure.php.net/> [Accessed 5 outubro 2016].
- Silva, A. and Videira, C. (2001). *UML, Metodologias e Ferramentas CASE (1ª edição ed.)*. Portugal: Edições Centro Atlântico.
- SM-CASTELOBRANCO, (2016). *Serviços Municipalizados de Castelo Branco*. [online] Available at: <http://www.sm-castelobranco.pt/> [Accessed 5 outubro 2016].
- w3schools, (2016). *CSS Introduction*. [online] Available at: [http://www.w3schools.com/css/css\\_intro.asp](http://www.w3schools.com/css/css_intro.asp) [Accessed 5 outubro 2016].

# **SOFTWARE LIBRE Y APRENDIZAJE MÓVIL EN CONTEXTOS COLABORATIVOS PARA LA ENSEÑANZA DE PROGRAMACIÓN EN EL PRIMER AÑO UNIVERSITARIO**

María Laura Massé Palermo, Carina Jimena Reyes, Jorge Federico Ramírez,

Claudio Ariel Vargas y Cecilia Natalia Espinoza

*Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta (CIUNSa), Av. Bolivia 5150, Salta, Argentina*

## **RESUMEN**

Presentamos resultados del proyecto “Dispositivos móviles como soporte para el aprendizaje colaborativo de Programación en el nivel universitario inicial”, cuya finalidad se orienta a generar en los estudiantes que se inician en carreras de informática capacidades específicas para la programación estructurada, en un contexto colaborativo en interacción con un software educativo de código abierto desarrollado por esta investigación. Se pone a consideración el diseño didáctico utilizado, los avances concretados y las dificultades detectadas.

## **PALABRAS CLAVES**

Aprendizaje móvil, contextos colaborativos, Moodle, Software Libre, enseñanza de programación

## **1. INTRODUCCIÓN Y MOTIVACIONES**

El presente trabajo presenta resultados parciales del Proyecto de Investigación N° 2248 “Dispositivos móviles como soporte para el aprendizaje colaborativo de Programación en el nivel universitario inicial” en colaboración con el proyecto de investigación N° 2154 “Estrategias didácticas apoyadas por tecnología, tendientes a reducir índices de deserción en el primer año de carreras informáticas”, (CIUNSa), ambos integrados por docentes de primer año de las carreras Licenciatura en Análisis de Sistemas y Tecnicatura Universitaria en Programación de la Universidad Nacional de Salta (UNSa). En el primer año de ambas carreras los planes de estudio incluyen la asignatura “Elementos de Programación” que abordan principalmente contenidos vinculados con conceptos básicos de programación estructurada. La estrategia didáctica utilizada se basa en la resolución de problemas computacionales a través del diseño de algoritmos, utilizando diagramas Nassi – Schneiderman (N-S). La transferencia del grupo de I+D+i se concreta en el desarrollo y utilización de una aplicación que interpreta algoritmos (Mac Gaul, M. 2014). La primera versión de este software educativo Diagramar es privativa y solo se ejecuta sobre plataformas Windows para PC de escritorio. En el proyecto que acá nos ocupa, “Dispositivos móviles...”, se desarrolla una nueva versión multiplataforma y de código abierto, pensada para la implementación de estrategias didácticas basadas en aprendizaje móvil colaborativo. Se encuentra en vinculación con el Grupo de Investigación en Ingeniería, Reutilización y Análisis de Software Libre (GIIRASOL) para la educación superior.

Para dar cuenta de ello se describe en primer lugar el rol del Software Libre en las Universidades Nacionales poniendo énfasis en su uso como soporte para la implementación de estrategias de enseñanza-aprendizaje móviles en contextos colaborativos. A continuación se describe en una primera instancia la herramienta en desarrollo para dispositivos móviles Open Diagramar; luego se detalla la metodología utilizada para el diseño del contexto colaborativo utilizando la plataforma Moodle como entorno de trabajo; se sintetizan luego algunas experiencias con estudiantes de primer año para, finalmente, concluir y proponer trabajos a futuro.

## 2. SOFTWARE LIBRE COMO SOPORTE PARA EL APRENDIZAJE MÓVIL EN CONTEXTOS COLABORATIVOS

La Universidad cumple un rol fundamental en la sociedad en la cual se encuentra inserta, siendo ésta un actor principal en la construcción de nuevos conocimientos que permitan a nuestra sociedad encontrar respuestas a sus necesidades locales. Para esto se requiere que la Universidad se conciba con y para los miembros de la comunidad que la contiene, promoviendo no solo el libre acceso al conocimiento que allí se construye sino propiciando espacios de enseñanza-aprendizaje respetuosos de las trayectorias sociales, culturales y económicas de sus estudiantes (Litwin, E.; 2008). Este rol se potencia en la nueva era de revolución tecnológica y del conocimiento que, como plantean B. Busaniche y D. Saravia, “ponen a la sociedad en las puertas de nuevas y diversas culturas y sociedades, que complementan, potencian o cambian las preexistentes.” (Busaniche, B. 2005).

Es aquí y ahora que la Universidad requeriría comprometerse en la formación de ciudadanos libres y críticos. Las ciencias de la computación o informática no se encuentran exentas de ello, todo lo contrario pues “En nuestras sociedades mediatizadas por máquinas, el software se aplica en forma de ley.... El código - software- es ley de una forma muy profunda. El software cuando se ejecuta en automatismos de puntos de transacción, reemplaza al ser humano en la aplicación de la ley. Se ejecuta sin discusión” (Busaniche, B. 2005) ¿Cómo pueden las ciencias de la computación contribuir entonces a la construcción de una sociedad libre y democrática en esta nueva era? Principalmente promoviendo el desarrollo de esta Ciencia en el marco de libertades fundamentales: 1) usar software para los fines que cada usuario requiera; 2) estudiar cómo funcionan las aplicaciones y adaptarlas a cada necesidad, para lo que es condición previa el libre acceso al código fuente; 3) distribuir copias, para ayudar a otros; 4) mejorar las aplicaciones existentes y hacer públicas las mejoras, de modo que toda la comunidad pueda beneficiarse. Estas libertades se formalizan en el uso y desarrollo de Software Libre (Saravia, D. 2005).

O'Hara y Kay han señalado que el uso de software de código abierto en la educación informática ofrece a los estudiantes un laboratorio en todo el mundo (O'Hara, K.J. 2003). Amatriain resume con precisión las principales similitudes entre el software libre y la enseñanza gratuita, afirmando que los valores que una institución educativa requiere ofrecer están estrechamente relacionados con los que promueve el software libre: la libertad de pensamiento y de expresión, la igualdad de oportunidades, el esfuerzo y los beneficios colectivos en lugar de la ganancia individual (Amatriain, X. 2004). De hecho, la libertad debería ser la finalidad central de la educación pues ésta sin libertad se transforma en adoctrinamiento. El Software Libre reafirma el concepto de construcción del conocimiento de forma colectiva y colaborativa, pues es muy difícil pensar que una persona genera su producción sin conocimiento previo, sin intercambio con otros.

El aprendizaje colaborativo promueve que los estudiantes junto al docente, definan los objetivos específicos dentro de la temática general de lo que se busca enseñar/aprender, dando lugar a la búsqueda de actividades y estrategias que logren atraer su entusiasmo e interés por lograr las metas propuestas. Serán ellos mismos quienes, junto al docente, evalúen los logros obtenidos. Es fundamental entonces que la participación del docente tienda a lograr que todos los integrantes del grupo compartan sus conocimientos, interactúen con respeto, escuchen opiniones diferentes para que, de esta manera, alcancen la construcción de un pensamiento crítico y logren una participación abierta y significativa para todos (Collazos, C. 2001).

El avance tecnológico ha posibilitado que pequeños dispositivos ofrezcan las mismas funcionalidades que una computadora de escritorio o portátil a bajo costo, con capacidad de interactuar utilizando redes inalámbricas o servicios de acceso a Internet ofrecidos por las empresas de telefonía celular. Permitiendo crear ambientes educativos basados en la tecnología móvil. De una encuesta realizada a los estudiantes de la cátedra Elementos de Programación en el año 2014 se obtiene que el 90% posee un dispositivo móvil que les permite acceder a la información requerida en cualquier momento, generar descargas e intercambios de archivos y participar activamente en el escenario educativo. A partir de esta encuesta se planificó el desarrollo de una nueva versión de Diagramar multiplataforma con el objetivo de lograr que la aplicación brinde un valor agregado a estudiantes y profesores en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

## 2.1 Herramientas para el Aprendizaje Móvil Colaborativo

Diagramar en su versión original es una aplicación de escritorio privativa desarrollada a medida en el año 2009 para la enseñanza de programación estructurada utilizando diagramas N-S. El aspecto central de la aplicación reside en la posibilidad que brinda para la depuración de algoritmos; visualización de la prueba de escritorio, documentación de los casos de prueba, documentación de la justificación del diseño y el almacenamiento del algoritmo diseñado. También permite su exportación como archivo de imagen bajo diferentes formatos, lo que facilita la socialización de las producciones a través del espacio virtual de la cátedra. Sin embargo, cuenta con algunos problemas a resolver: accesibilidad de uso del software: al ser una aplicación exclusiva para PCs de escritorio con plataforma Windows se reduce el abanico de posibilidades en cuanto al diseño de actividades que involucren su uso y además excluye a quienes no utilicen el Sistema Operativo Windows o, más aún, a quienes no poseen acceso continuo a una PC de escritorio; estructura interna de la aplicación: la arquitectura interna del software no cuenta con el diseño de una Gramática para la implementación del análisis léxico-sintáctico de las estructuras de control, lo que genera en algunas ocasiones errores en la ejecución de los diagramas; alto costo en el mantenimiento de la aplicación: al ser un software de código cerrado y desarrollado con un lenguaje con licencia paga limita la posibilidad de mejorar funcionalidades y corregir errores, pues ya no se cuenta con la licencia.

Para el desarrollo de la nueva aplicación se trabajó en la elaboración de una Gramática Libre de Contexto (GLC) para el desarrollo del analizador léxico-sintáctico del proceso de traducción en código ejecutable. El diseño funcional de Open Diagramar permitirá analizar los diagramas construidos y a partir de ellos y en base a la GLC diseñada, generar código ejecutable en el lenguaje C. Las fases de desarrollo de un algoritmo en Open Diagramar son tres: declaración de variables, implementación del algoritmo y prueba. Estas fases se desarrollan de forma espiralada, esto es, una vez definidas las variables y avanzado el desarrollo del algoritmo, se podrán agregar o modificar las variables declaradas; otro tanto ocurre con la fase de prueba (Fig. 1). Además, la aplicación permitirá visualizar en forma sincrónica al desarrollo del algoritmo, su traducción a pseudocódigo basado en C (Figura 1).



Figura 1. Pantalla de declaración de variables, diseño de algoritmos y visualización del algoritmo en pseudocódigo y descarga del archivo

Esta nueva versión busca mejorar las funcionalidades ya provistas por la primera versión de Diagramar generando una aplicación más robusta y confiable en base al diseño del analizador léxico-sintáctico, brindando la posibilidad de ejecución en diversas plataformas. Por esto, las funcionalidades ya implementadas se incorporan en la nueva aplicación: repositorio de componentes (algoritmos básicos ya probados como búsquedas, ordenamientos, etc.), documentación y prueba[del Olmo, P. 2010].

Así también, para poner en práctica el aprendizaje móvil colaborativo se requiere además de un módulo colaborativo de Moodle que presente características funcionales específicas que favorezcan la construcción de conocimientos individuales y grupales basadas en el intercambio de ideas, experiencias y conocimientos previos a través de actividades comunes en un entorno compartido en espacio y tiempo. Teniendo en cuenta lo señalado y el diseño didáctico de las actividades colaborativas, el equipo de investigación definió un listado de funcionalidades específicas y asignó a cada una de ellas un nivel de relevancia: Negociable (1), Importante (2), Muy importante (3) e Imprescindible (4). Luego de identificadas las funcionalidades se buscaron en el repositorio oficial de Moodle módulos ya implementados que pudieran cumplir con los requerimientos listados más abajo. Se realizaron pruebas con cada uno de los módulos descargados para analizar su adecuación.

Tabla 1. Funcionalidades del módulo colaborativo y su relevancia

| Funcionalidad   | Relevancia |   |   |   |
|---|------------|---|---|---|
|   | 1          | 2 | 3 | 4 |
| Creación de grupos de participantes                                 |            |   |   | x |
| Creación de tareas (problemas a resolver)                           |            |   |   | x |
| Definición de fases de resolución de problemas computacionales      |            |   |   | x |
| Comunicación de los integrantes de forma síncrona                   | x          |   |   |   |
| Asignar plazos (fechas de entrega) a cada fase                      |            | x |   |   |
| Comunicación de los integrantes de forma asíncrona                  |            |   | x |   |
| Comunicación de los integrantes de forma síncrona.                  | x          |   |   |   |
| Registro de todas las comunicaciones realizadas por los integrantes |            | x |   |   |
| Asignación de tareas a grupos                                       |            |   | x |   |
| Asignación un entorno de comunicación a una determinada tarea       | x          |   |   |   |
| Visualización la propuesta de solución de una determinada tarea     |            | x |   |   |
| Visualización del seguimiento.                                      |            | x |   |   |
| Asignación de calificaciones al equipo y a cada integrante          |            | x |   |   |
| Permitir que el moderador aporte en cualquier tarea                 |            | x |   |   |
| Proveer de un espacio de socialización del diagrama elaborado       | x          |   |   |   |
| Permitir asignar subtareas a subgrupos                              | x          |   |   |   |

Los módulos seleccionados del repositorio fueron: Editor de Colaboración en tiempo real, los bloques de Sesión Collab EJSApp y PBLTool (CLPMTTool) y las herramientas Design Project y Technical Project. Se descartó la posibilidad de utilizar alguna de estas herramientas porque ninguna de ellas aporta una mejora significativa en cuanto a las funcionalidades requeridas para la implementación del contexto colaborativo en comparación con las herramientas estándares que provee la plataforma (foros, wikis, tareas, etc.). En consecuencia, el contexto colaborativo se diseño en base a la utilización de foros y una tarea. Los foros se utilizaron para la comunicación asíncrona entre los estudiantes y el tutor; para la asignación de tareas, la visualización y prueba de las propuestas de solución de cada sub-problema y el armado del algoritmo final y se utilizó por último una tarea como instancia formal de entrega del trabajo de cada grupo. Estas herramientas permiten el registro de todas las participaciones de los estudiantes, como así también de la tarea de tutoría realizada por los docentes. Con estas dos herramientas se logran cumplir con las funcionalidades señaladas en la Tabla 1 como Imprescindibles o Muy Importantes.

### 3. DISEÑO DIDÁCTICO EN EL MARCO COLABORATIVO

El principal objetivo de la asignatura es que el estudiante resuelva problemas computacionales aplicando algoritmos fundamentales. Los docentes-investigadores, en el marco de diversos proyectos de investigación, vienen incorporando paulatinamente las TIC desde el año 2008 y, al mismo tiempo, los docentes fueron adoptando nuevos roles de tutoría en instancias presenciales y en otras mediadas por plataformas de educación a distancia. (López M.F. 2009). La aplicación Open Diagramar combinada con la plataforma Moodle dinamiza el trabajo colaborativo permitiendo a los estudiantes socializar sus producciones a partir de los archivos gráficos y ejecutables que la herramienta genera. Los diagramas N-S se utilizan para realizar la especificación algorítmica, presentando gráficamente el diseño de programas bajo el paradigma estructurado. La estrategia propuesta para la resolución de un problema se basa en el diseño top-down que divide el problema en sub-problemas cada vez más pequeños y simples. La metodología de diseño se completa al incorporar el concepto de reutilización de código. Los estudiantes reutilizan algoritmos elementales llamados componentes, los cuales se encuentran definidos y documentados en forma previa e integran una galería de la aplicación Open Diagramar. El diseño del contexto colaborativo para Moodle se basó principalmente en dos aspectos: 1) Organización de los estudiantes en grupos de cinco integrantes con un docente asignado a cada grupo como tutor virtual y 2) Las actividades colaborativas en sí. Se desarrollan cuatro de ellas, una por cada guía de Trabajos Prácticos a modo de cierre de cada uno de ellos, en seis pasos o etapas:

- Paso 1. Elección del ejercicio. En esta primera instancia se proponen dos situaciones problemáticas de similar complejidad para que los estudiantes analicen y elijan cuál de ellas les resulta más atractiva o motivadora. Para publicar ambas situaciones problemáticas se utiliza el recurso 'etiqueta' en el bloque

correspondiente. A través de un foro tipo Debate Sencillo interactúan y acuerdan la elección y avanzan a la siguiente etapa.

- Paso 2. Definición de los datos de entrada (DE) y datos de salida (DS). A través de un foro tipo PyR (pregunta y respuesta), definen los DE y DS del problema seleccionado. Con el uso de un foro PyR se busca promover una primera instancia de razonamiento individual en la que se pone de manifiesto el propio análisis. Luego se pueden ver los aportes de todo el grupo y seguir el debate hasta alcanzar un acuerdo. Esta fase es importante, pues se inicia el proceso de análisis del problema, momento que genera resistencia ya que se pone en evidencia las dificultades para la interpretación de textos. Requiere de mucha presencia del tutor que guía el razonamiento y genera situaciones reflexivas; de ello surge el primer acuerdo: los nombres de algunas variables que serán necesarias para la implementación del algoritmo.

- Paso 3. Elaboración de Casos de Prueba (CP). Los estudiantes trabajan en la construcción de al menos dos casos de prueba. Los CP son utilizados en la última fase de validación del algoritmo para comprobar su funcionamiento. Acá se utiliza un foro de debate sencillo para profundizar el análisis del problema, pues en la definición de la salida esperada se realizan cálculos y procedimientos que son la base del proceso algorítmico a concretarse en el paso siguiente.

- Paso 4. Determinación y resolución de sub-problemas. Se basa en el concepto ‘divide y vencerás’ aplicando una estrategia de diseño top-down. Los estudiantes trabajan en un foro de debate sencillo las siguientes actividades: 1) División del problema en sub-problemas. Esta actividad consiste en la elaboración de un listado de sub-problemas con la descripción de la/las componentes necesarias para construir una solución. Esta etapa puede requerir de varias instancias hasta llegar a un nivel de abstracción adecuado. El tutor es quien guía el análisis y da el visto bueno cuando se alcanza una partición adecuada; 2) Distribución de los sub-problemas entre los integrantes del grupo. Entre todos los integrantes eligen a uno como responsable del armado final del algoritmo. Éste tendrá menos tareas asignadas pero será quien trabaje más en la siguiente fase. Este rol se rota entre los integrantes en cada uno de los trabajos colaborativos que se desarrollan durante el cursado. Cada integrante propone una solución para el sub-problema que le toca. Su propuesta debe incluir un análisis completo de cada sub-problema. Éstas son subidas al foro donde todos la analizan, prueban y redefinen en caso de ser necesario.

- Paso 5. Armado de la solución final. Esta fase utiliza un foro de debate sencillo en el que se presenta la solución final para ser analizada por el equipo completo. En este proceso el rol más importante es el del estudiante asignado como responsable, quien debe unir las soluciones de cada uno de los sub-problemas y armar un único algoritmo. Cuando se da el visto bueno, el responsable sube el algoritmo definitivo y una prueba de escritorio en la tarea definida en el Paso 6. Entrega del trabajo final.

- Paso 6. Devolución y evaluación del trabajo colaborativo. Finalmente se agrega un foro de solo lectura en el que el docente-tutor realiza una devolución poniendo énfasis en el proceso, la calidad y la oportunidad de las participaciones, agregando las observaciones necesarias sobre el diseño y construcción de la solución obtenida. La evaluación se realiza sobre el proceso de resolución y participación de los integrantes del grupo pues el objetivo es el fortalecimiento del compromiso individual y grupal más el refuerzo de conceptos.

## 4. CONCLUSIONES Y PASOS FUTUROS

Los resultados hasta el momento obtenidos en la aplicación de la estrategia colaborativa en el marco del redictado de Elementos de Programación durante los meses de Julio y Agosto de 2016 muestran una mejoría en el rendimiento académico de los estudiantes. De 54 inscriptos, 27 lograron regularizar la asignatura (el 50%) mientras que la tasa de regularización histórica de la asignatura y sus respectivos redictados ronda el 30%. Los primeros análisis realizados respecto de la experiencia colaborativa muestran que los estudiantes requieren de un proceso de adquisición de habilidades propias de espacios colaborativos; en un primer momento en el que tuvieron absoluta libertad para regular los tiempos y definir el momento adecuado de avanzar en cada una de las fases, se observaron las siguientes cuestiones: dificultad para organizar y planificar los tiempos; poca o nula interacción entre los integrantes del grupo; avance desorganizado en los pasos de resolución del problema; resistencia a realizar cada paso antes de construir un algoritmo completo para todo el problema y poco compromiso grupal e individual. En una segunda etapa se pautaron nuevas estrategias: para avanzar en cada paso los estudiantes debían esperar el visto bueno del tutor. Esta nueva modalidad incrementó las intervenciones de los tutores con el objetivo de motivar en cada paso a avanzar en

el análisis con preguntas orientadoras. Se observaron mejoras debido a la insistencia de los tutores en no avanzar hasta concluir cada paso de manera consensuada; sin embargo, en la mayoría de los casos no respetaron la nueva pauta de participación. En la tercera y cuarta actividad, no se habilitaron los foros de los pasos siguientes hasta que cada tarea no estuviese concluida. Si bien el ideal buscado es que sean ellos mismos quienes puedan organizar sus tareas y acordar junto al tutor el avance en las diferentes etapas, consideramos que el trabajo colaborativo requiere de un proceso de incorporación de aptitudes que permitan vencer obstáculos (inseguridad, timidez) y respetar los tiempos del otro colaborando en la comprensión grupal de las situaciones planteadas, como así también respetar las reglas de trabajo. Creemos que a medida que se incremente la experiencia de trabajo virtual y colaborativo se observarán mejoras en el proceso de desarrollo de los ejercicios propuestos.

A futuro se prevé realizar: a) un relevamiento de los resultados obtenidos aplicando instrumentos adecuados y entrevistas individuales; b) un seguimiento de los estudiantes durante el segundo cuatrimestre para observar su desempeño en la siguiente asignatura del plan de estudios; c) finalizar el desarrollo de Open Diagramar. Con el nuevo software completamente desarrollado y con la información relevada de esta primera experiencia se aplicará una segunda instancia del contexto colaborativo corregido en base a la información relevada y con el soporte de Open Diagramar. Con la información que se releve de la segunda experiencia y de la obtenida hasta el momento se podrá realizar un análisis de la incidencia en el rendimiento y permanencia de los estudiantes y de las estrategias didácticas utilizadas. El análisis y triangulación de la información con todas las fases del proyecto, permitirán elaborar conclusiones que, junto a las debilidades y fortalezas que se detecten de las estrategias didácticas utilizadas, darán lugar a nuevas experiencias áulicas con prácticas docentes fortalecidas y a nuevas instancias investigativas que fortalezcan políticas de socialización y democratización del conocimiento.

## REFERENCIAS

- Litwin, E.; 2008; Las configuraciones didácticas. Una nueva agenda para la enseñanza superior. *Paidos, Buenos Aires*
- Mac Gaul, M. et al, 2014; Estrategia didáctica y recursos tecnológicos para la enseñanza de los sistemas de numeración. *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación Especial*, Volumen N°12, pp. 81–91. ISSN 1851-0086, Red de Universidades Nacionales con Carrera en Informática, Universidad Nacional de La Plata (RedUNCI – UNLP).
- O'Hara, K.J et al, 2003; Open source software and computer science education. *Journal of Computing Sciences in Colleges*. n.18, n.3, pp.1--7.
- Busaniche, B et al, 2005; La contradicción fundamental de la Sociedad del Conocimiento. <http://www.voltairenet.org/article125559.html>
- Saravia, D.; 2005; Ontología de la libertad del conocimiento y del software libre: luchas y debates. <http://docs.hipatia.net/ontologia/>
- Amatriain, X.; 2004; Free software in education: a guide for its justification and implementation. <http://www.iua.upf.es/~xamat/FreeSoftware/FreeSoftwareEducation.pdf>.
- Collazos, C. et al, 2001; Aprendizaje Colaborativo: un cambio en el rol del profesor. *Memorias del 3er Congreso de Educación Superior en Computación*, Jornadas Chilenas de la Computación. Punta Arenas, Chile. .
- del Olmo, P et al, 2010; Software que permite crear software: una experiencia de intervención didáctica con alumnos de primer año. *Segundas Jornadas de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas*.
- López M.F. et al, 2009; Aprender a programar en talleres colaborativo. *IV Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*.
- López M.F. et al, 2009; Grupos de aprendizaje colaborativo en programación. *XV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*.

# PAINEL DE INDICADORES DE DESEMPENHO PARA AS IFES – INSTITUIÇÕES FEDERAIS DE ENSINO SUPERIOR BRASILEIRAS

Paulo Henrique Santini e José Gilson de Almeida Teixeira Filho

*UFPE-Universidade Federal de Pernambuco*

*Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE*

## RESUMO

Neste artigo são apresentados os resultados iniciais de um estudo destinado a propor um conjunto de indicadores de desempenho estratégicos e táticos para serem utilizados pelas IFES – Instituições Federais de Ensino Superior Brasileiras, abrangendo notadamente os Institutos Federais e as Universidades Federais. Estes indicadores poderão ser utilizados pelas IFES durante a elaboração/revisão do planejamento estratégico institucional de longo e médio prazo, e/ou planejamento estratégico de SI/TI com objetivo de facilitar a mensuração do atingimento das metas estratégicas e táticas, bem como apoiar as decisões dos gestores determinando os requisitos de informação para um futuro Sistema de Apoio à Tomada de Decisões. Para a construção deste conjunto de indicadores está sendo utilizada uma adaptação da *Grounded Theory* cujo método busca a construção de teoria com fundamentação em dados dentro de uma abordagem qualitativa. Dado que o estudo está em andamento, os principais resultados obtidos são parciais e se constituem em pré-testes, mas que fornecem um quadro inicial do conjunto de indicadores desejados.

## PALAVRAS-CHAVE

Indicadores, Sistemas de Suporte à Tomada de Decisões, Sistemas de Informação para Governo, *Grounded Theory*

## 1. INTRODUÇÃO

As organizações carecem cada vez mais de Sistemas de Informação e de Tecnologia da Informação para apoiar a tomada de decisões (REZENDE, 2008).

Por outro lado, criar medidas e instrumentos de desempenho padronizados sempre foi um desafio para a humanidade. Todas as organizações, independente do segmento empresarial, precisam de medidas confiáveis e indicadores que permitam mensurar o desempenho de suas atividades (SONNEBORN, 2004).

No Brasil, as IFES estão situadas em um contexto onde existe muitas dificuldades para gerenciar seus recursos e avaliar o resultados de suas ações dentro de um planejamento estratégico elaborado.

Neste campo, o início deste século tem como característica um forte crescimento na quantidade de vagas ofertadas pelas instituições superiores de ensino, o que por si só, nos indica a necessidade de aprimoramento da gestão das instituições ofertantes (INEP, 2015).

Além disso, outras fortes mudanças e variações também são observadas. Na tabela 1, compilada através de informações do Portal de Transparência Brasileiro, é possível observar as variações dos valores destinados ao Ministério da Educação, à uma determinada Instituição, no caso o IFSC (Instituto Federal de Santa Catarina), ou à Assistência Estudantil desta instituição a cada ano, desde 2004.

Tabela 1. Gastos Federais com Educação, uma Instituição e um Programa Específico

| Ano  | MEC          | %     | IFSC         | %     | Assist. Estudantil | %     |
|------|--------------|-------|--------------|-------|--------------------|-------|
| 2004 | 14,9 bilhões |       | 38,2 milhões |       | 217 mil            |       |
| 2005 | 15,9 bilhões | 7,15  | 38,4 milhões | 0,56  | 234 mil            | 7,89  |
| 2006 | 19,2 bilhões | 20,42 | 57,5 milhões | 49,80 | 336 mil            | 43,12 |
| 2007 | 21,1 bilhões | 9,98  | 70,9 milhões | 23,48 | 388 mil            | 15,41 |
| 2008 | 25,6 bilhões | 20,97 | 88,6 milhões | 24,92 | 692 mil            | 78,55 |

|      |              |       |               |       |              |        |
|------|--------------|-------|---------------|-------|--------------|--------|
| 2009 | 31.4 bilhões | 22,67 | 131.7 milhões | 48,64 | 1.1 milhões  | 58,16  |
| 2010 | 32.2 bilhões | 2,85  | 136.8 milhões | 3,85  | 1.3 milhões  | 23,53  |
| 2011 | 44.5 bilhões | 37,83 | 200.1 milhões | 46,23 | 4.4 milhões  | 223,02 |
| 2012 | 51.3 bilhões | 15,45 | 237.2 milhões | 18,58 | 6.6 milhões  | 52,32  |
| 2013 | 65.1 bilhões | 26,95 | 300.1 milhões | 26,48 | 9.1 milhões  | 36,33  |
| 2014 | 80.6 bilhões | 23,68 | 383.3 milhões | 27,72 | 12.1 milhões | 33,83  |
| 2015 | 85.1 bilhões | 5,59  | 408.7 milhões | 6,64  | 11.5 milhões | -4,93  |
| 2016 |              |       |               |       | *7.2 milhões | -37,62 |

\* Previsão informada em 2016 pela DAE-IFSC

Também, em várias áreas da administração pública e principalmente das IFES, são identificadas dificuldades de gestão em decorrência de suporte informacional sobre a realidade das mesmas. Seja por falta de monitoração ou mesmo por falta de definição clara de objetivos.

Isto é demonstrado pelo TCU (2013) em seu acórdão 3023, onde demonstra sérios problemas na área de gestão de pessoas incluindo a inexistência de publicação de diretrizes para gestão de riscos relacionadas ao capital humano em 86% das instituições, ou mesmo a existência de apenas 51% de instituições monitorando regularmente seu desempenho. O mesmo TCU (2014) observa que nas IFES, apenas 11% delas possui e aplica integralmente uma prática relacionada ao alinhamento estratégico da gestão de pessoas.

Igualmente, conforme figura abaixo de Garcia e Garcia (2016), se vê que mesmo na área de TI das instituições públicas federais, onde se esperaria um desempenho maior, ainda em 2014, apenas 54% das organizações fazem vínculo de suas ações de TI a indicadores de negócio.

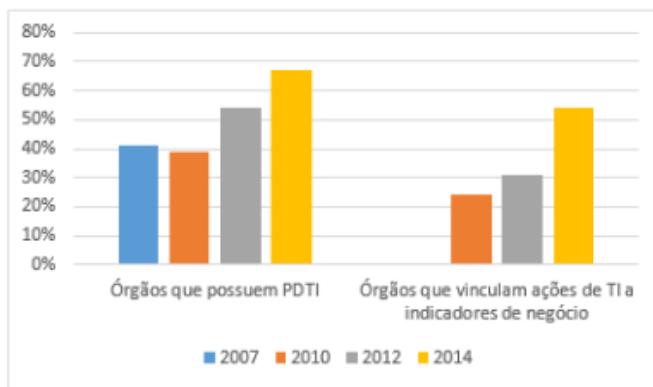


Figura 1. Evolução dos PDTI's e Vinculação das ações com Indicadores

Observando estes exemplos e dentro deste contexto, esta pesquisa pretende contribuir no âmbito da aplicação de métodos e ferramentas para evoluir esta situação.

Para tal, o artigo apresentará o problema principal a resolver e o método determinado para buscar esta solução e os resultados até o presente alcançados.

## 2. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

A carência demonstrada até aqui, reside muito em indicadores de desempenho que permitam aos gestores, dentro das suas instituições, tomarem as decisões necessárias para o atingimento do planejamento estratégico já existente e que permita avaliar, através do *feedback*, os resultados obtidos, realimentando o processo decisório.

São reconhecidos alguns indicadores preexistentes, principalmente no âmbito do governo federal brasileiro. Entretanto, Sonneborn (2004), em seu estudo sobre as IES privadas, identificou problema semelhante quando nos diz que muitas delas adotam como estratégia de gestão, tão somente o acompanhamento dos indicadores financeiros tradicionais e o atendimento às exigências legais.

Sendo assim, mesmo que os objetivos estratégicos das IFES's possam e devam estar alinhados aos objetivos estratégicos gerais da política de educação do governo, as informações que irão compor o conjunto de conhecimento das instituições, deve nascer das necessidades destas no seu processo de decisão, e em direção aos objetivos definidos em seus próprios planejamentos.

Pesquisando o planejamento institucional já existente nos documentos estratégicos das IFES, no conhecimento dos gestores, e na bibliografia da área, a pesquisa pretende identificar elementos estratégicos que orientem este grupo de instituições. E a partir destes elementos, é desejado determinar o conjunto de informações, em formato de indicadores, que permitam aos gestores acompanhar a execução e os reflexos das ações gerenciais na realidade da instituição e da comunidade que a cerca.

O problema da pesquisa busca compreender quais seriam os possíveis indicadores de desempenho que agrupados e sistematizados, poderiam se transformar em um Painel de Indicadores para monitorar o grau de consecução dos objetivos estratégicos das Instituições Federais de Ensino Superior no Brasil.

### 3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Quanto a procedimentos técnicos, além da pesquisa bibliográfica que é quando a pesquisa é elaborada a partir de material já publicado, é utilizada na pesquisa a análise documental (GIL, 1991).

O método é indutivo, já que o conhecimento adquirido neste trabalho é fundamentado na experiência, nas generalizações que derivam de observações de casos da realidade concreta e em constatações particulares que levam à elaboração de generalizações (GIL, 1999; LAKATOS; MARCONI, 1993).

Com base em Garcia e Garcia (2016), as abordagens quantitativas são muito úteis para elencar indicadores. Entretanto, como a maior fonte fornecedora de conteúdo são os planos estratégicos das instituições, a utilização de uma abordagem qualitativa na pesquisa destes planos é a mais adequada. Desta forma, a opção foi adaptar *Grounded Theory*, ou Teoria Fundamentada em Dados, como técnica utilizada na análise dos documentos.

A análise dos dados é realizada através da busca por similaridades e diversidades entre os dados, coletando um número de códigos significativos que apontem para múltiplos aspectos qualitativos de um conceito potencialmente significativo (MONTONI, 2010).

A seguir, a figura 2, nos mostra a adaptação inicial, em diagrama de atividades e de classes. No caso, está representada apenas a fase inicial da *Grounded Theory* que é a Codificação Aberta.

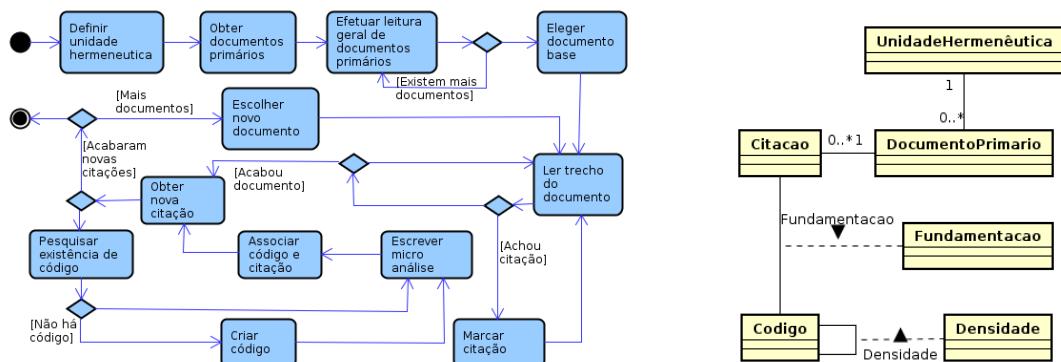


Figura 2. Diagramas de Atividades e de Classes

O diagrama de classes que modela o conjunto de informações obtidas está implementado em banco de dados relacional (MySQL).

A segunda fase, denominada como Codificação Axial ainda será modelada. E a terceira fase que é a Codificação Seletiva, será suprimida por não se aplicar. Em seu lugar será proposta a adequação à um modelo BSC (*Balanced ScoreCard*) ou GQM (*Goal – Question – Metric*), ou um conjunto de dimensões de algum ou alguns modelos de avaliação, para representar o Painel de Indicadores desejado.

## 4. PROPOSTA DE SOLUÇÃO

A solução do problema será orientada por conceitos advindos da área de *Business Intelligence* (BI) aqui chamada de Inteligência Organizacional. Este termo surgiu na década de 80 no *Gartner Group* e faz referência ao processo inteligente de coleta, organização, análise, compartilhamento e monitoramento de dados contidos em um *Data Warehouse*, gerando informações para o suporte à tomada de decisões.

Inteligência Empresarial, ou de Negócio, segundo Cunha (2012), também é o processo que uma organização pode utilizar para converter todos os seus recursos em conhecimento, dando as informações certas às pessoas certas e no momento certo; produzindo grandes quantidades de informação, levando ao desenvolvimento de novas oportunidades para a organização.

Já, segundo Ferreira, Cassiolato e Gonzalez (2009), um indicador seria: “uma medida, de ordem quantitativa ou qualitativa, dotada de significado particular e utilizada para organizar e captar as informações relevantes dos elementos que compõem o objeto da observação. É um recurso metodológico que informa empiricamente sobre a evolução do aspecto observado.”

Considerando este conceito de indicadores e o entendimento apresentado do que significa inteligência empresarial, se deduz que a construção de indicadores para qualquer atividade, inclusive a educação, pode ser considerada uma ação de inteligência empresarial, uma vez que indicadores são métricas obtidas no dia a dia que, em sendo observados ao longo do tempo, podem demonstrar comportamentos, tendências, etc...

Sendo assim, constituem-se em importantes elementos de suporte à tomada de decisão. Ou seja, são informações, que derivadas dos dados dos sistemas transacionais, se transformam em conhecimento (SANTINI, 2014).

## 5. PASSOS DESENVOLVIDOS

A pesquisa iniciou com uma revisão bibliográfica para obter literatura relevante, relativa a construção de indicadores e requisitos de informação para sistemas de apoio a decisões. Os trabalhos, posteriores a 2010, foram selecionados, após pesquisa principalmente nos repositórios CAPES e *Google Scholar*, além de “snowball”. Após a seleção, os trabalhos foram classificados usando uma escala de aderência, com base em Likert, à alguns critérios de referência como: Indicadores; Objetivos Estratégicos; Planejamento Estratégico; Plano de Desenvolvimento Institucional; BSC, GQM ou outro método de avaliação; IES; e IFES.

Determinada a adaptação do método, foram implementadas em tabelas de banco de dados relacional, as representações das classes necessárias à aplicação do método e extração do conhecimento.

A definição da análise documental dos PDI's das IFES, como segunda fonte de dados, e um pré-teste com a utilização da *Grounded Theory* na análise documental, nos possibilitou identificar sua aplicação ao estudo.

No presente momento está concluída, de forma experimental, como pré-teste, a fase de codificação aberta sobre os Planos de Desenvolvimento Institucional de duas IFES, sendo uma um Instituto Federal e outra uma Universidade Federal. Ambas foram escolhidas por apresentarem características diferenciadas de definição jurídica (IF/UF), de localização geográfica (Sul/Nordeste), de tamanho da cidade onde se instalaram (média/grande cidade) e de tempo de existência (100/50 anos).

Um exemplo simplificado de registro de código de indicador pode ser visto na tabela 2, tendo como fonte o quadro geral do levantamento efetuado pelos autores.

Tabela 2. Exemplo do levantamento\*

| Modelo de Avaliação | Dimensão analítica | Indicador                                   | Dimensão do Indicador                             | Rastreamento                      | Fundamentação |
|---------------------|--------------------|---|---|-----------------------------------|---------------|
| Galvão              | Processo Chave     | Quantidade de professores                   | Por aluno, titulação, campus, curso, modalidade   | PDI-IFSC pg 99;<br>PDI-UFPE pg 99 | 7             |
| Galvão              | Capital Social     | Afastamento de servidor por motivo de saúde | Por campus, tipo afastamento, dias de afastamento | PDI-IFSC pg 99;<br>PDI-UFPE pg 99 | 3             |

\*Quadro geral e tabelas do banco de dados podem ser encontrados em:  
<https://drive.google.com/drive/folders/0B5xTP1Fgr0nDN1dYRnVxNmduRIU>

A pesquisa deve classificar os diversos indicadores por dimensões analíticas. Estas dimensões analíticas, dentro de cada modelo de avaliação são diferenciadas e portanto agrupam os indicadores também de forma diferenciadas. Neste quadro, tendo em vista que utilizamos apenas o modelo de avaliação proposto por Galvão (2011), os indicadores sempre terão apenas uma ocorrência.

As dimensões do indicador constituem os diversos pontos de vista para análise. Sempre existirá uma dimensão temporal para cada indicador, que pela presença constante, não necessita ser apresentada. As dimensões podem ser utilizadas de forma unitária ou em combinação.

A coluna Rastreamento representa onde as citações que geraram o indicador podem ser encontradas.

Já a coluna Fundamentação representa a quantidade de citações encontradas para o indicador. Este valor pode dar suporte a priorização de implementação prática dos indicadores nas IFES.

## 6. PRÓXIMOS PASSOS E CONCLUSÕES

Realizando a codificação aberta, que corresponde a primeira fase do método, e tendo obtido sucesso, se pode concluir que é possível aplicar o método ao conjunto de IFES brasileiras que somam hoje 102 instituições (39 IF's e 63 UF's).

O resultado da codificação aberta, apresentando códigos relevantes e fundamentados em citações extraídas dos dois planejamentos institucionais, permite concluir que é possível evoluir para o passo da codificação axial em pré-teste. Isto porque todos os elementos para a realização da fase de seleção axial estão presentes.

A conclusão do pré-teste nas duas fases permitirá elencar um farto e sólido conjunto de elementos de planejamento estratégico embasados na produção das duas instituições.

O conjunto de documentos final será determinado com base em critérios de relevância e objetividade de conteúdo e será considerada uma amostra de quantidade cientificamente aceita.

## REFERÊNCIAS

- Cunha, Renato. 2012. *O Sucesso da Inteligência Empresarial*. Projetos e Ti, www, p.1-1.BR
- INEP-Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. 2015. *Resumo Técnico - Censo da Educação Superior 2013*. Brasília, BR.
- Ferreira, H.; Cassiolato, M.; Gonzalez, R.. 2009. *Uma Experiência de Desenvolvimento Metodológico para Avaliação de Programas: O Modelo Lógico do Programa Segundo Tempo*. IPEA. Rio de Janeiro, BR.
- Galvão, Henrique M.; Corrêa, Hamilton L.; Alves, José L.. 2011, *Modelo de Avaliação de Desempenho Global para Instituição de Ensino Superior*. Revista de Administração UFSM, v.4, n.3. SantaMaria, BR.
- Garcia, Plínio A.; Garcia, Vinícius C.. 2016. *Aplicando Grounded Theory para compreender as dificuldades de Planejamento de TI em Órgãos Federais*. Anais do IX SBSI, Florianópolis, BR.
- Gil, Antonio Carlos. 1991, *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. Atlas. São Paulo, BR.
- Gil, Antonio Carlos. 1999, *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. Atlas. São Paulo, BR.
- Lakatos, Eva M.; Marconi, Marina de A.. 1993. *Fundamentos de Metodologia Científica*. Atlas. São Paulo, BR.
- Montoni, Mariano A.; Rocha, Ana R.C.. 2010. *Aplicação de Grounded Theory para Investigar Iniciativas de Implementação de Melhorias em Processos de Software*. Anais do IX SBQS. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, BR.
- Rezende, D. A.; Abreu, A. F. de. 2011. *Tecnologia da Informação Aplicada a Sistemas de Informação Empresariais*. Editora Atlas Ltda, São Paulo, BR.
- Santini, Paulo H.. 2014 *Aplicação de Ferramentas de Inteligência Empresarial (BI) na Construção de Indicadores Educacionais no IFSC – Monografia Escola Superior Aberta do Brasil*. Vila Velha, BR
- Sonneborn, M. J.. 2004, *Desenvolvimento de um modelo de apoio à gestão para uma instituição de educação superior baseado em indicadores de desempenho*. Dissertação — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Lume-Repositório Digital. BR.
- TCU-TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. 2013, *Acórdão 3023/2013*. BR.
- TCU-TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. 2014. *Relatório de Levantamento – TC020.808/2014-3*. BR.

# **GESTÃO DO CONHECIMENTO: UMA ANÁLISE DA INTERAÇÃO EM UM AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM**

Leandro do Nascimento Lima da Silva<sup>1</sup>, Cristine Martins Gomes de Gusmão<sup>2</sup>,  
e Ana Rafaela da Costa Ribeiro Lins<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica,*

<sup>2</sup>*Saber Tecnologias Educacionais e Sociais, Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica,*

<sup>3</sup>*Departamento de Engenharia Biomédica,*

*Universidade Federal de Pernambuco - Recife- PE - Brasil*

## **RESUMO**

O crescimento da Educação a Distância (EAD) exige cada vez mais o conhecimento sobre padrões das interações dentro do ambiente de ensino-aprendizagem. Com o objetivo de melhorar a qualidade das interações dos usuários com o ambiente virtual de aprendizagem, esse estudo apresenta uma análise das interações entre os profissionais de saúde de uma disciplina do curso de especialização da Saúde da Família da Universidade Aberta do Sistema Único de Saúde (SUS), executado pelo SABER Tecnologias Sociais e Educacionais, através dos arquivos de Log, no qual permite conhecer alguns padrões dos usuários com a plataforma, propondo medidas preventivas e corretivas.

## **PALAVRAS-CHAVES**

Capacitação; e-Learning; Gestão; Profissionais; Saúde

## **1. INTRODUÇÃO**

As tecnologias de informação utilizadas na área de saúde têm contribuído para o crescimento e também credibilidade da Educação a Distância (EAD). A EAD permite um aumento nos processos de formação, compartilhamento de informações e conhecimentos em ambientes virtuais e interativos de aprendizagem, que se refletem em novos desafios e alternativas nos processos formativos e de capacitação (GODOY et al, 2013).

Considerando as dificuldades que os profissionais de saúde enfrentam, relacionado ao acesso à formação continuada, a EAD surge como uma estratégia para a educação permanente frente às tecnologias e também como uma inovação pedagógica na educação (Filho, 2011).

Além dos fatores cotidianos de cada indivíduo, o comportamento desses usuários nesses ambientes virtuais, pode ser decisivo à relevância da ferramenta. A partir da problematização do processo, da qualidade e do uso da tecnologia de informação em saúde, são identificadas as reais necessidades de capacitação, garantindo a aplicabilidade e a importância dos conteúdos (Freitas, 2011).

Nesse contexto, os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs), são caracterizados pelas interações entre os usuários, baseados em tecnologia *e-Learning*. Assim, os que buscam conhecimentos através dessa plataforma, são estimulados à troca de informações por meios dos recursos de comunicação e gestão de conteúdo. Nesse caso, eles podem incluir, excluir, alterar ou listar, suas experiências e informações, a fim de proporcionar o compartilhamento de ideias, conceitos, soluções, sentimentos e emoções, ou até mesmo conhecimento (Gasque e Costa, 2010).

O Moodle é um sistema de fonte aberta, desenvolvido através de conceitos pedagógicos para dar assistência a educadores na criação dos AVAs. O Moodle possibilita a gerência do curso (Course Management System – CMS) (Muzinatti, 2005).

Uma das técnicas que pode ser utilizada para otimizar os processos de aprendizagem é fazer uso do conhecimento obtido a partir de análise de dados históricos, em particular, de informações educacionais nos

períodos de interesse (arquivos de Log). Essa análise de log pode ajudar a compreender o comportamento dos usuários com relação à interface, e a melhorar a qualidade das interações com o usuário. Em alguns estudos relacionados os resultados foram alcançados utilizando essa técnica (Mazza, 2011).

Este artigo tem como objetivo apresentar uma análise das interações entre profissionais de saúde com o ambiente de aprendizagem, através dos arquivos de log, no qual permite compreender o comportamento dos usuários com à interface. Desta forma, após esta seção introdutória, a Seção 2 apresenta os conceitos que norteiam este estudo, a Seção 3 a metodologia utilizada, a Seção 4 discute os resultados alcançados e por fim, a Seção 5 faz considerações finais.

## 2. CONCEITOS UTILIZADOS

A educação a distância oferece recursos de estudo que atende as necessidades dos profissionais em saúde, mas vale enfatizar que os mesmos precisam também se ajustar à forma de estudo dessa modalidade. Contudo, atualmente procura-se usar a gestão do conhecimento com o objetivo de melhorar os processos da educação a distância. Mas saber a necessidade de melhorias na formação, nos processos de informação da educação a distância não é o suficiente, é necessário entender como a gestão do conhecimento pode auxiliar os processos (Schuelter, Coelho, 2010).

Discutir sobre interação e interatividade é uma tarefa difícil, principalmente quando os mesmos estão relacionados com Educação a Distância, tendo em vista, que tantos os objetivos, as ferramentas disponibilizadas de interação, os usuários e as formas de interagir possuem características singulares. Dentro do ambiente educacional, interatividade seria uma relação que é mediada por computadores, enquanto que interação é a “ação entre” os usuários expostos ao sistema educacional (Primo, 2005).

Outro fator determinante para a gestão do conhecimento é a tecnologia, pois essas tecnologias podem apoiar em dois pontos principais: primeiro, é a de oferecer meios para que as pessoas possam organizar, armazenar e acessar informações e conhecimento; segundo, conectar as pessoas para que elas possam compartilhar os conhecimentos adquiridos (Servin, 2005).

## 3. METODOLOGIA

A análise dos arquivos Log foi realizada em componente curricular do curso de Especialização em Saúde da Família oferecida SABER Tecnologias. O período utilizado corresponde de 10 de dezembro de 2013 à 9 de setembro de 2014, contemplando 306 alunos, 7 tutores, 1 supervisora AVA, 1 coordenadora técnica, 1 coordenadora de EAD.

É importante enfatizar que a análise de Log no Moodle, teve todos os aspectos éticos e o cuidado necessário, para que nos resultados apresentados não houvesse nenhuma menção aos alunos. A análise foi realizada através do software Excel da Microsoft versão 2013.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, é possível observar o número de interações dentro do ambiente de ensino de acordo com a função. Por um lado, se formos levantar a média de acessos pelos 306 alunos do estudo, iremos obter uma média de 4 acessos por aluno, o que segundo Zhang e outros autores (2006), é um número inferior ao esperado para acessos de uma disciplina. O autor aponta que a média ideal é de 60 acessos por aluno em uma unidade disciplinar.

Por uma outra visão, como foi citado anteriormente que esses fatores diferem muito do fator humano e dos fatores pedagógicos. Por serem disciplinas não correlacionadas, é importante que para conclusões científicamente sejam estudadas outras disciplinas do mesmo curso para a fim de comparação.

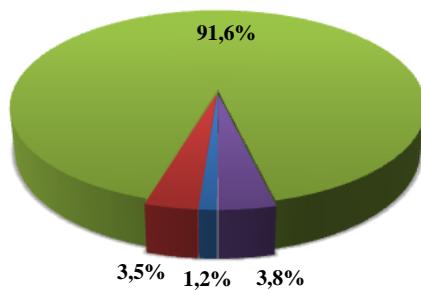
A distribuição percentual do número de acessos pela ação do usuário na plataforma se encontra na Figura 1. A ação mais efetuada foi discussão, com a porcentagem de 91,6%. Esse dado também sugere uma grande

interação entre eles, uma vez que na literatura é colocado como indicador de colaboração entre os alunos, sugerindo dessa forma a construção do conhecimento (Oliveira et al, 2012).

Tabela 1. Distribuição do perfil de acesso dos usuários do AVA- UFPE

| Usuários            | n    | %    | p-valor       |
|---------------------|------|------|---------------|
| Estudante           | 1295 | 74,8 |               |
| Tutor               | 358  | 20,7 |               |
| Coordenador Técnico | 27   | 1,6  | $p = < 0,001$ |
| Coordenador de EAD  | 26   | 1,5  |               |
| UNASUS UFPE         | 24   | 1,3  |               |
| Supervisor - AVA    | 1    | 0,1  |               |

■ Dúvida ■ Comentário ■ Discussão ■ Avaliação

Figura 1. Distribuição das ações realizadas no *Moodle*

Portanto, a aprendizagem deixa de ter um aspecto individual e passa a ser uma aprendizagem em conjunto. Com isso o aluno na gestão do seu conhecimento acaba sendo devidamente estimulado a ser um usuário que pergunta, procura, discute e colabora com o seu próprio conhecimento. (ANDRADE e SANTOS, 2010). Para otimização do sistema relacionados a dúvidas, pode ser sugerido dentro do ambiente um recurso de perguntas frequentes. Neste canal podem ficar arquivados as principais perguntas que se repetem durante a disciplina no qual são apresentadas as dúvidas.

Para garantir as proposições acerca do resultado acima em relação a ação de discussão, foram contabilizados especificamente o que seriam publicações realizados por alunos dentro do ambiente virtual (Figura 2), separando-os das postagens realizadas pelos tutores. Os resultados se apresentaram de forma que os estudantes correspondem a 1229 postagens e os tutores 351, totalizando 1580. As outras restante 5 interações contabilizadas no resultado anterior foi realizada pela equipe técnica do AVA.

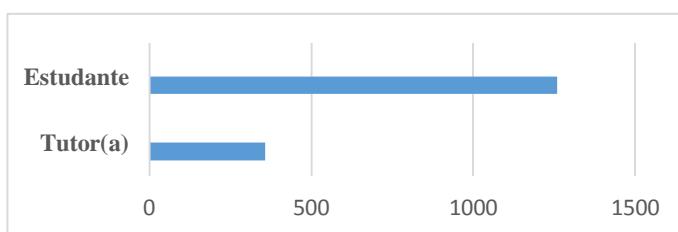


Figura 2. Número de postagens realizada por tutores e estudantes

Essa proporção da relação tutor-aluno é um forte indicador para os responsáveis da Gestão do Conhecimento, segundo Riccardo e demais autores (2012). Proporcionalmente ao número de tutores e alunos envolvidos no curso, a maior participação dos alunos nas discussões sugere autoria no argumento mediada pelos alunos. Outro ponto discutido nessa interação tutor-aluno, é relevante justamente porque é nesse momento que pode auxiliar na diminuição da evasão nos cursos EAD (MARTINS et al, 2013), sendo assim um ponto preventivo para quem participa do processo de capacitação através dessa tecnologia educacional.

Os parâmetros analisados de acordo com o tempo foi o número de acessos por hora. Através do mapeamento (Figura 3), é possível identificar que a maior demanda de interatividade com o sistema ocorre de 23:00 - 23:59hs, com 162 acessos à plataforma de ensino. Pode-se observar que no período noturno, existe um crescimento na utilização do ambiente de aprendizagem a partir das 18:00hs, o que pode sugerir um maior compartilhamento de informações, tendo em vista que nesse período teríamos o maior número de usuários expostos à plataforma de ensino.

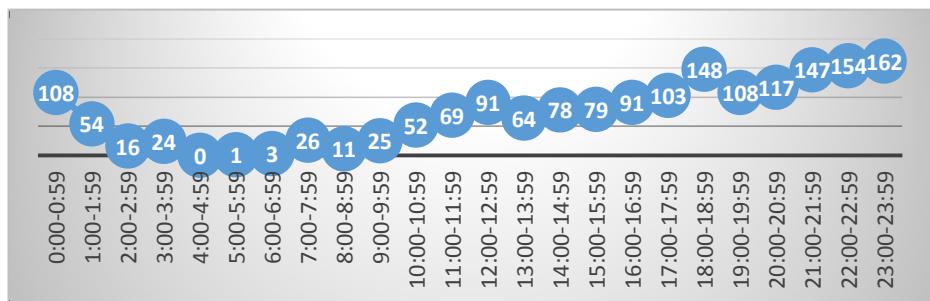


Figura 3. Mapeamento dos usuários por intervalo de tempo

Essa informação se torna relevante, pois ela oferece como medida que sejam alocados tutores em horários estratégicos para uma melhoria no atendimento aos usuários que buscam conhecimento. Por exemplo, pode ser oferecido plantões de atendimento através do *chat* em horários e turnos de maior utilização (Júnior et al, 2014). Dessa forma, além de otimizar as interações do profissional com o sistema, estaria sendo utilizado mais um recurso que essa plataforma disponibiliza.

É possível ser observado (Figura 4) que a maior utilização do AVA foi realizada nos finais de semana. Esses números da sexta e do domingo (20,5% e 17%, respectivamente) por exemplo, refletem sobre o comportamento na gestão do conhecimento desses profissionais.

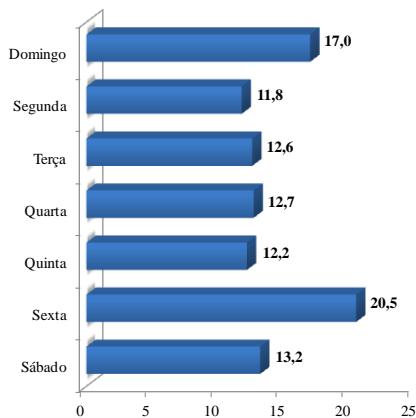


Figura 4. Distribuição de acessos por dia da semana

Este resultado pode sugerir um indicativo de falta de esforço na realização de atividades dentro do ambiente, quando se aproxima o final da semana os profissionais de saúde voltam a acessar o AVA com uma maior frequência. Isso pode acontecer devido aos alunos buscarem recuperar o ritmo de estudo ou dependendo da proposta pedagógica da disciplina, evitar até mesmo reprovão na disciplina devido a sua participação.

De acordo com esses achados, é possível traçar estratégias dentro da tutoria de ensino para as disciplinas durante o curso. Por exemplo, um reforço dos tutores nos dias da semana que apresentam diminuição de acessos, pode permitir uma participação constante e ativa dos profissionais durante toda a disciplina. Consequentemente, evitaria uma sobrecarga de informações e postagens em determinados dias com mais atividades, comportamento esse que os profissionais apresentam na tentativa de recuperar estudos e discussões em que esteve ausente.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do momento que ambientes de aprendizado apresentam esses valores ou que buscam identificar padrões de usabilidade, acaba trazendo consigo um grande diferencial para a educação a distância possibilitando uma interação maior com o sistema. Quando se apresenta uma preocupação também com o sujeito social, vendo dessa forma que na aprendizagem de um conhecimento virtual, os padrões do cotidiano do usuário devem ser levados em consideração. Com essas informações, pode-se construir um aprendizado colaborativo de forma planejada e facilitada, consequentemente teremos objetivos com uma maior probabilidade de serem alcançados.

Recomendamos para trabalhos futuros, a inclusão de outras disciplinas para mais tipos de análises, como a opção de visualizar os acessos aos exercícios e material complementar, também análises das interações síncronas dos usuários, ou seja, a interação entre os usuários simultaneamente. A análise dessas interações pode favorecer conceitos da gestão do conhecimento em um ambiente de educação a distância.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio para o desenvolvimento do estudo.

## REFERÊNCIAS

- Andrade, A.; Santos, Â. (2010) Análise das Interações no Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle no Âmbito da Tutoria. Alagoas, 2010.
- Filho, P.A. (2011) Educação à distância: uma abordagem metodológica e didática a partir dos ambientes virtuais. *Educação em Revista*. 2011 ago; 27(2): 4172.
- Freitas, M.W. O modo de pensar a educação permanente em Saúde em uma região da cidade de São Paulo. [tese]. Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- Gasque, Kelley Cristine Gonçalves Dias; Costa, Sely Maria de Souza. Evolução teórico-metodológica dos estudos de comportamento informacional de usuários. *Ciência da Informação*, Brasília, DF, v. 39 n. 1, p.21-32, jan./abr., 2010.
- Godoy, S.; Guimarães, E.; Assis, A. (2013) Telenfermagem: Impactos da Educação a Distância. Minas Gerais, 2013.
- Júnior, José Jorge Lima Dias de; Serrano, Ricardo; Anjos, Eudisley dos; Cabral, Lucídio, Leite, Jan Edson Rodrigues; Oliveira, Estêvão Domingos Soares de; Sousa, Hercílio de Medeiros. Melhorias de Gestão de Cursos a Distância Através da Análise de Acessos ao AVA. Paraíba, Brasil, 2014.
- Martins, R. X; Santos, T. L. P; Frade, E. G; Serafim, L. B. Por que eles desistem? Estudo sobre a evasão em cursos de licenciatura a distância. X Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância – ESUD 2013.
- Mazza, R; *Visualization in Educational Environments. Handbook of Educational Data Mining*. Ed. CRC Press. 2011.
- Moran, J. M. Disponível em: <[www.ecausp.br/prof/moran](http://www.ecausp.br/prof/moran)>. Acesso em: 17/05/2016.
- Muzinatti, C. M. A. Mundo moodle: conhecimento em construção. In: MARI, Hugo et al. (Org.). Fundamentos e dimensões da análise do discurso. Belo Horizonte: Núcleo de Análise do Discurso, FALE/ UFMG; Carol Borges, 2005. 475 p.
- Oliveira, Edmundo Alves de; Cerdas, Luciene; Mauro, Ricardo Arruda. A Importância do trabalho do professor-tutore no processo de ensino aprendizagem. São Paulo, Brasil 2012.
- Primo, Lane. Avaliação de competências em cursos de ead: relato de experiência. *Boletim Técnico do Senac*, v. 31, n. 3, p. 62-77, set./dez. 2005. Disponível em: <<http://www.senac.br/informativo/BTS/313/boltec313f.html>>. Acesso em: 9 ago. 2016.
- Schuelter, Giovana. Coelho, Christianne. Gestão do conhecimento nos sistemas de educação a distância: técnicas e ferramentas para melhorar o processo de produção. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2010/cd/152010184116.pdf>> Acesso em 04/05/2016.
- Servin, Géraud. *ABC of Knowledge Management, Freely extracted from the NHS National Library for Health at . Contributor: Caroline De Brún*. Julho, 2005. Disponível em: <http://www.library.nhs.uk/knowledgemanagement>. Acesso em 26/11/2015.
- Zhang, H.; Almeroth, K.; Knight, A. (2006) *Moodog: Tracking Students' Online Learning Activities*.

# PROPOSTA DE ESTRUTURA PARA SISTEMA DE INFORMAÇÃO COM BASE EM ESTUDO DE PROTOCOLOS DE QUEDA

Cristine Martins Gomes de Gusmão<sup>1</sup>, Leandro do Nascimento Lima da Silva<sup>2</sup>,  
Ingrid Bruno Nunes<sup>3</sup> e Pablo Ramon Amorim Pessoa e Silva<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*SABER Tecnologias, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE.*

*Centro de Convenções (Teatro) da Universidade Federal de Pernambuco, Sala 04  
Av. dos Reitores, s/n | Cidade Universitária | Recife – PE  
CEP 50.741-000*

<sup>2</sup>*Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE.  
Rua General Polidoro, Nº 380. Bloco G 303, Recife, PE.*

<sup>3</sup>*Graduanda em Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE  
Rua Laurindo Rodrigues Campelo, Nº75, Recife, PE*

<sup>4</sup>*Graduanda em Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE.  
Rua Marechal Manoel Luis Osório, Nº 170, Apt. 101, Recife, PE  
Brasil*

## RESUMO

É inegável o potencial das inovações tecnológicas para a melhoria da qualidade de vida. Um exemplo bastante atual é a utilização de aplicativos na educação e cuidados em saúde. A população idosa tem especial atenção na promoção da qualidade tendo em vista o envelhecimento com autonomia. Devido às consequências que as quedas promovem na vida da população idosa, existem diferentes protocolos que avaliam a possibilidade de um idoso ser suscetível à queda. Este artigo apresenta a experiência no estudo de protocolo de queda e propõe implementação em um Sistema de Informação.

## PALAVRAS-CHAVE

Queda; Idosos; Protocolos; Sistema de informação

## 1. INTRODUÇÃO

O envelhecimento é um processo natural caracterizado pela diminuição de funções fisiológicas. Uma das consequências desse processo é a alteração ou perda da mobilidade e do equilíbrio corporal, que na população idosa pode favorecer as quedas. Quedas são consideradas um tipo de acidente bastante comum entre a população idosa, o que faz com que sejam consideradas como um fator epidemiológico social e econômico (REBELATTO et al, 2008).

Devido ao impacto e as consequências que as quedas podem ocasionar na vida dos idosos, existem diferentes maneiras de avaliação para identificar se um idoso é suscetível a cair ou não, são os chamados de protocolos de queda. Uma forma de potencializar a execução desses protocolos é sua aplicação em um Sistema de Informação para dar suporte ao profissional de saúde, por exemplo.

Dentro deste contexto, este estudo realizou a análise de cinco protocolos de queda, por meio de critérios definidos previamente e propôs estrutura de sistema de informação em saúde. A análise permitiu visualizar o protocolo que melhor se adaptaria para aplicação portátil.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido inicialmente com a realização de uma pesquisa bibliográfica, através de uma revisão literária ampla para conhecimento do problema. A revisão da literatura teve como objetivo geral, realizar um estudo em que fosse possível descobrir qual a melhor proposta de questionário para ser utilizado no sistema de informação em saúde, na área de protocolo de quedas.

A análise do protocolo de queda, que teve a melhor avaliação para os Sistemas de Informações, foi realizada com critérios relacionados às principais características e à experiência de utilização pelo grupo de pesquisa desse trabalho. Os dados levantados foram analisados e apresentados de forma descritiva para melhor compreensão.

## 3. ESTUDO ANALÍTICO: PROTOCOLOS DE QUEDA

Foi realizado levantamento bibliográfico e cinco abordagens foram analisadas: (i) o Minisexame do Estado Mental (MEEM); (ii) Escala de equilíbrio de Berg (EEB); (iii) *Performance Oriented Mobility Assessment* (POMA), idealizado por Tinetti; (iv) *Time Up and Go* (TUG); (v) Teste de Alcance Funcional anterior (TAF). A Tabela 1 apresenta um sumário das características de cada um dos testes.

O MEEM é um questionário de avaliação com o objetivo de rastrear alguma incapacidade cognitiva através das diferentes dimensões avaliadas. Entre algumas delas estão: coordenação perceptivo-motora, orientação espaço-temporal, compreensão de instruções. (CRUM et al, 1993).

A EEB foi adaptada para a realidade cultural brasileira, constituído de 14 tarefas divididas em equilíbrio estático e dinâmico, sendo atribuídos valores de zero a quatro. (MIYAMOTO et al, 2004).

O POMA é o instrumento de avaliação que está dividido em duas dimensões: equilíbrio e marcha. Na dimensão de equilíbrio, tem-se 13 atividades. (TINETTI, 1986).

O teste *Time Up and Go* possui uma boa relação entre as habilidades funcionais e o equilíbrio. A aplicação é realizada de acordo com o tempo que o indivíduo leva para levantar-se, caminhar e sentar-se novamente na posição inicial, em um percurso de três metros. (PODSIADLO e RICHARDSON, 1991).

Por fim, o TAF, avalia a capacidade do indivíduo de se deslocar dentro do limite da estabilidade anterior. O teste é realizado com a fita métrica presa à parede e posicionada na altura do acrônio. O indivíduo, descalço, é posicionado próximo ao início da fita métrica. Os punhos devem estar em posição apoiados nos braços da cadeira, cotovelos estendidos e ombro com flexão de 90°. O avaliador realiza o comando verbal para a execução de uma inclinação para frente sem tocar na fita e, em seguida, deve-se verificar o deslocamento sobre ela. Após três tentativas, a média aritmética obtida entre elas é avaliada. (GAI et al, 2010).

Tabela 1. Características dos Testes – Protocolos de Queda

| Protocolos | Características    |          |                      |                   |                                   |
|------------|--------------------|----------|----------------------|-------------------|-----------------------------------|
|            | Dados Demográficos | Anamnese | Número de Atividades | Tipo de Cálculo   | Material Necessário               |
| MEEM       | Não                | Não      | 11                   | Adição            | Lápis                             |
| EEB        | Não                | Não      | 14                   | Adição            | Não necessita                     |
| POMA       | Não                | Não      | 13                   | Adição            | Não necessita                     |
| TUG        | Não                | Não      | 1                    | Cronometrar tempo | Cronômetro, cadeira, fita métrica |
| TAF        | Não                | Não      | 1                    | Média aritmética  | Fita métrica                      |

### 3.1 Seleção do Protocolo de Queda

Diante da avaliação realizada, é importante realçar alguns pontos com ênfase na aplicação do protocolo de queda. O Mini Exame do Estado Mental (MEEM) é um questionário envolvendo questões de aritmética, memória e orientação com tempo de duração de cerca de 10 minutos.

A escala de equilíbrio de Berg (EEB) é um teste simples de aplicar, requer materiais acessíveis, como um cronômetro e uma régua; sua execução dura em torno de 15 minutos. O teste *Time Up and Go* (TUG) é utilizado para avaliar a marcha do indivíduo, de fácil aplicabilidade. Sua dificuldade para quem está aplicando é a necessidade de diversos materiais.

Bastante utilizado para detectar o risco de queda em idosos, o Teste de Alcance Funcional Anterior (TAF) é uma avaliação baseada na média aritmética de três exercícios. O Performance Oriented Mobility Assessment (POMA) é dividido em avaliações de marcha e equilíbrio. Não requer materiais e é um questionário de avaliação mais global.

## 4. PROPOSTA DE ESTRUTURA PARA SISTEMA DE INFORMAÇÃO

Utilizando o modelo de linguagem UML (Unified Modeling Language), foi iniciado um estudo de proposta de estrutura para o sistema de informação, conforme mostra a Figura 1. Os usuários ou atores do sistema serão os profissionais de saúde: educador físico, fisioterapeuta e terapeuta ocupacional, por exemplo. Os requisitos funcionais do sistema serão: (i) questionário e (ii) cronômetro. Os requisitos não funcionais constituem: (i) usabilidade, com interface simples e objetiva; (ii) desempenho ágil; (iii) distribuição para aplicativos móveis; (iv) hardware e software compatíveis para os dispositivos móveis; (v) segurança. Os dados dos pacientes não serão armazenados. O sistema funcionará como uma calculadora.

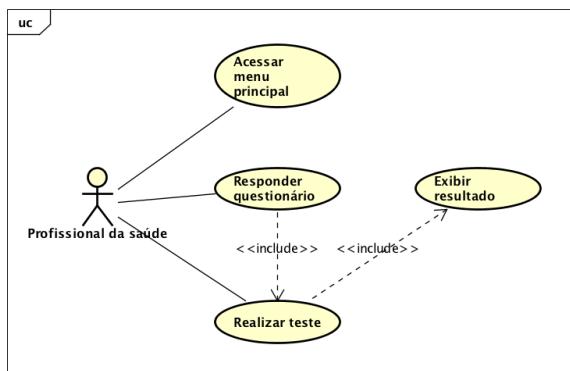


Figura 2. Diagrama de Casos de Uso

O profissional dará início ao aplicativo através de um menu principal, que terá acesso ao questionário que será respondido pelo paciente idoso. Logo após o questionário, será realizado o teste *Time Up and Go* com o paciente. No final, o profissional terá o resultado exibido em tela. A partir do resultado ele pode retornar ao menu principal para realização de novo teste ou sair do aplicativo.

No aplicativo não será necessário armazenar os dados do paciente e após o fim da realização da aplicação do questionário e teste, os dados capturados serão apagados, sem armazenamento para posterior acesso. Desta forma preserva-se a integridade do paciente. Importante salientar que o aplicativo será apenas uma calculadora para identificar se o idoso avaliado tem propensão a cair ou não. Também não será necessária conexão Internet, nem realizar *login* pelo usuário.

### 4.1 Fluxo de Informações

Ao inicializar o aplicativo o usuário irá acessar o menu principal, onde terá duas opções: (i) informações gerais sobre o aplicativo; ou (ii) iniciar o questionário. Caso escolha visualizar as informações do sistema será apresentada uma tela contendo descrição e aplicação do sistema. Ao iniciar o questionário, o usuário terá acesso a cinco telas deslizáveis com perguntas relacionadas a quedas, as quais poderão ser múltipla escolha ou somatório (mais de um item pode ser selecionado). A primeira tela apresenta duas perguntas de múltipla escolha (questões 1 e 2) que tratam sobre idade e sexo, já a segunda tela contém mais duas perguntas de múltipla escolha (questões 3 e 4), que falam em relação a atividade do paciente, se mora sozinho ou acompanhado, além de perguntar se o paciente já sofreu alguma queda.

A terceira tela do aplicativo apresenta também duas perguntas (questões 5 e 6) que podem conter mais de um item escolhido. A primeira delas se refere ao uso de próteses ou órteses. A segunda consiste em uma descrição do local onde mora. A quarta tela é composta por duas perguntas (questões 7 e 8), onde buscam levantar informações sobre o uso de medicamentos ou drogas (incluindo álcool e tabagismo) e se procura outros atendimentos. Na última tela é questionado se o paciente foi diagnosticado de osteoporose (questão 9) e disponibiliza a realização do teste, com uma imagem autoexplicativa de como o teste deve ser realizado e um cronômetro para a contagem de tempo do teste.

Essas perguntas ajudarão o profissional a determinar a probabilidade de o paciente vir a sofrer uma queda. Após realizado o teste – *Time Up and Go* – e todas as questões respondidas, o aplicativo disponibiliza o botão de resultado. Caso contrário, o botão não é habilitado. Antes de acessar o resultado, o usuário poderá, a qualquer tempo retornar questões e rever respostas ou alterá-las. Após a finalizar o questionário e pressionar o botão de resultado, o usuário será levado para a tela de resultados, que poderá apresentar as três seguintes possíveis frases: “Baixa probabilidade de cair”, “Média probabilidade de cair” ou “Alta probabilidade de cair”. Na parte inferior da página estará mostrando um botão para sair. Ao clicar nele, o usuário voltará para a tela principal.

## 4.2 Questionário

### Questão 1 – Qual a idade do paciente?

- 60 a 69 anos: Estima-se que há uma queda para um em cada três indivíduos nessa faixa etária e, que um em vinte daqueles que sofreram uma queda venha a sofrer uma fratura de fêmur. Oitava causa de internação em pessoas com 60 anos ou mais.
- 70 a 79 anos: Nesta faixa etária, a lesão accidental é a sexta causa de morte entre idosos e a queda é responsável por 70% desta mortalidade.
- 80 a 89 anos: A lesão accidental por queda é a sexta causa. Cerca de 30% dos idosos caem ao menos uma vez ao ano e para os idosos acima de 80 anos, essa proporção chega a 48%.
- Mais de 90 anos: A incidência de quedas aumenta com o avançar da idade, variando de 34% entre os idosos com 65 e 80 anos, e chegando a 50% acima dos 90 anos.

### Questão 2 – Qual o sexo do paciente?

O sexo feminino sofre o dobro de fraturas de fêmur do que o sexo masculino. Importante ressaltar que a osteoporose, considerada fator de risco para fraturas, tem maior incidência entre as mulheres.

### Questão 3 – O paciente é uma pessoa ativa?

Há evidências para sugerir que exercícios são efetivos em reduzir o risco de quedas em idosos. Melhorar a aptidão física e impedir a inatividade e a imobilidade, também contribui na prevenção de quedas. O idoso viver sozinho em sua residência pode aumentar tanto a incidência de quedas quanto as suas consequências, visto que o idoso não irá ter auxílio de uma pessoa para lhe socorrer.

### Questão 4 – O paciente já sofreu queda anteriormente?

Após a primeira queda, aumenta-se muito o risco de cair novamente. Isso acontece em virtude do idoso desenvolver o medo de cair novamente, além de que ele pode ter sofrido algum tipo de fratura. Leves escoriações, fraturas, perda de funções motoras, ou até mesmo a morte são algumas das consequências das quedas. A falta de equilíbrio é uma condição que altera a qualidade de vida do idoso, podendo gerar: isolamento social, diminuição na realização de atividades cotidianas e depressão (KARUKA et al, 2011).

### Questão 5 – O paciente necessita de dispositivo de apoio?

Os dispositivos auxiliares de marcha ajudam no equilíbrio e na movimentação dos pacientes. O estresse repetitivo nas articulações, principalmente dos membros superiores, pode causar lesões nos tendões, osteoartrose e síndromes de compressão nervosa e vascular, o que pode ocasionar quedas.

### Questão 6 – Como é o local onde o paciente mora?

Ambientes inseguros, com fatores intrínsecos, como piso escorregadio ou molhado, superfícies desuniformes aumentam a probabilidade de cair, pois levam as pessoas a escorregar, tropeçar, errar o passo,

pisar em falso e tombar, criando desafios ao equilíbrio. Os riscos dependem da frequência de exposição ao ambiente inseguro (como, por exemplo, sem barras de apoio no banheiro e pisos sem elevações) e do estado funcional do idoso.

**Questão 7 – O paciente utiliza drogas?**

A polimedicação (quatro ou mais medicamentos), ou medicamentos que causem sedação, alteração do equilíbrio, hipoglicemia ou hipotensão, poderão vir a favorecer as quedas. O consumo de álcool pode trazer malefícios no equilíbrio e interferir a eficácia dos medicamentos. Já o tabagismo pode ocasionar problemas respiratórios, colaborando de forma indireta para uma queda.

**Questão 8 – O paciente procura outros atendimentos?**

Em torno de 80% dos idosos apresentam pelo menos uma enfermidade crônica, sendo necessária a visita ao médico com frequência. Doenças acarretam tonturas e falta de equilíbrio, caso não tratadas.

**Questão 9 – O paciente apresenta osteoporose?**

As quedas em pessoas idosas estão relacionadas também a questões do próprio idoso (instabilidade postural, polifarmácia e osteoporose).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS EM ANDAMENTO

Com os avanços das tecnologias de apoio, é primordial a aplicação de metodologias de construção de recursos assistenciais de maneira apropriada. Mais especificamente no caso da modernização do suporte à atividade do profissional de saúde, é importante considerar que as tecnologias desenvolvidas promovem a inclusão digital e social. Diante disto, uma proposta de aplicativo foi desenvolvida tendo como conteúdo ações associadas à qualidade de vida no contexto da educação física, tendo como público alvo fisioterapeutas, educadores físicos e terapeutas ocupacionais.

Os resultados apresentados são fundamentais para a evolução da proposta. A metodologia utilizada se mostra útil e certamente foi um diferencial da proposta, como pode ser visto pelos resultados preliminares. Como trabalhos em andamento, após estes resultados, atividades de pesquisa para prova de conceito estão sendo realizadas por meio de simulações da aplicação do questionário.

## REFERÊNCIAS

- Crum, R.M., Anthony, J.C., Bassett S.S., Folstein, M.F. 1993. Population –based norms for Mini-Mental State Examinitition by age and educational level. *Journal of the American Medical Association (JAMA)*, Vol. 269, No. 18,pp 2420-1.
- Gai, J., Gomes, L., Nóbrega, O.T., Rodrigues, M.P. 2010. Fatores associados a quedas em mulheres idosas residentes na comunidade. *Revista da Associação Médica Brasileira (RAMB)*, Vol. 56, No. 3,pp 327-32.
- Karuka, A.H., Silva, J.A.M., Navega. M.T. 2011. Análise da concordância entre instrumentos de avaliação do equilíbrio corporal em idosos. *Revista Brasileira Fisioterapia*, Vol. 15, No. 6,pp 460-6.
- Miyamoto, S.T., Berg, K.O., Lombardi Júnior, I., Ramos, L.R., Natour, J. 2004 *Brazilian version of the Berg Balance Scale*.
- Podsiadlo, D., Richardson, S., 1991. The time up and go: a test of basic functional mobility for trail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, Vol. 39,pp 142.
- Rebelatto, J.R., Castro, A.P., Sako, F.K., Aurichio, T.R. 2008. Equilíbrio estático e dinâmico em indivíduos senescentes e o índice de massa corporal. *Revista Fisioterapia em Movimento*, Vol. 21, No. 3,pp 69-75.
- Tinetti, M.E. 2003. Preventing Falls in Elderly Persons. *New England Journal of Medicine*, Vol. 348,pp 42-8.
- Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF, 1988. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *New England Journal of Medicine*, Vol. 319, No. 26,pp 1701-1707.

# OS SISTEMAS E TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E OS CLUSTERS. UMA ABORDAGEM AO CLUSTER DE ENERGIA OFFSHORE EM PORTUGAL

Ana Pego

*Centre for Interdisciplinary Social Science (CICS), School of Social Science and Humanities,  
Universidade Nova de Lisboa, Portugal*

## RESUMO

O uso de sistemas e tecnologias de informação no cluster é utilizado com o objectivo das organizações estabeleceram benefícios entre elas, através da cooperação de conhecimento, tecnologias e recursos humanos. Os clusters são aglomerações industriais que produzem benefícios em determinado território onde estão inseridos. Esta relação de cooperação entre empresas permite desenvolver ligações, facilitada pela transferência de tecnologia e de conhecimento entre os setores agregados, e desenvolver situações de competição de bens e serviços não disponíveis no mercado. A relação entre os sistemas e tecnologias de informação, as organizações e o cluster são fundamentais para melhorar decisões, o desempenho organizacional e, a cooperação entre empresas. O potencial cluster offshore é um setor que assenta essencialmente na relação entre tecnologia e desempenho organizacional, por esta razão os sistemas e tecnologias desempenham um papel fundamental na tomada de decisões, na especialização do setor, e na competitividade do mercado.

## PALAVRAS-CHAVE

Cluster, sistemas e tecnologias de informação, organização, energia offshore

## 1. INTRODUÇÃO

O presente artigo tem como objetivo questionar quanto à importância dos sistemas e tecnologias de informação (STI) nas organizações que pertencem ao possível cluster de energia offshore. O desenvolvimento da utilização dos STI nas organizações está relacionado com um melhor desempenho organizacional numa determinada região. Quer isto dizer que, a organização é o motor de desenvolvimento das relações que se estabelecem entre os indivíduos, sendo que, a transferência do conhecimento entre estes e as organizações são fatores determinantes para a competitividade e cooperação. Tratando-se de um setor bastante recente, o estudo baseia-se no estudo dos setores que fizeram parte da construção de energia offshore em Portugal (ondas e vento). A investigação realizada pretende explicar a questão relacional entre clusters/ STI / organizações no potencial cluster de energia offshore. Apresenta-se os seguintes pontos: os STI e os benefícios nas organizações; o conceito de cluster; a análise da utilização dos STI no potencial cluster offshore em Portugal, e as conclusões sobre a relação entre organizações pertencentes ao cluster de energia offshore, com o objectivo de explicar as decisões na gestão, competitividade organizacional e as vantagens competitivas do setor.

## 2. OS SISTEMAS E TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO

Os sistemas e tecnologias de informação (STI) constituem uma das ferramentas mais importantes na abordagem das competências organizacionais. O seu estudo indica a capacidade das organizações se adaptarem ao meio empresarial onde estão inseridas e, desenvolverem competências de competitividade, cooperação e concorrência. Contudo, é necessário questionar quanto às decisões tomadas com base no STI, de modo a que sejam as mais ajustadas à resolução de problemas e rapidez da tomada de decisão.

## 2.1 Os Sistemas e Tecnologias de Informação

O desenvolvimento do uso dos STI está relacionado com a análise de decisões assente em problemas de resolução dentro da organização. Alguns autores como Swanson (1994), Bernardo (2006), Turban, Rainer e Potter (2007) identificam os sistemas de informação com a administração de dados e apoio à vinculação entre os dados de fluxo, na perspetiva de maior eficiência na qualidade e tratamento de dados. O processo de relação entre conhecimento e STI permite à organização alcançar um melhor desempenho da sua actividade. O conhecimento é a chave para que na relação que se estabelece entre pessoas e o procedimento de dados através dos STI, se consiga resolver problemas e minimizar o tempo de resposta nos vários departamentos (Turban, Rainer e Potter, 2007). Os benefícios do uso dos STI estão relacionados na organização com os *elementos* (ideias, coisas, pessoas), *tarefas* (design, administração, liderança), *funções contínuas* (fazer a análise de decisão, problemas, comunicar) e *atividades* (planeamento, controle, adquirir recursos, organização). A tipologia dos STI apresentada por Lopez (2013), Alturas (2013), Turban, Rainer e Potter (2007) relaciona a sua importância na organização com o seu valor de desenvolvimento, e, por isso, a sua utilização deve ser adaptada aos seus utilizadores de modo a minimizar erros e o tempo de resposta. Shapiro e Varian (1998:2) destacam que, as tecnologias de informação apresentam um desenvolvimento "caótico", sendo difícil identificar padrões de desenvolvimento de negócios. O progresso tecnológico na última década permitiu à organização obter competitividade através do aumento da comunicação e do acesso à informação (Bhatt, Grover e Grover, 2005), estabelecer estratégias de gestão e decisão (Haux et al, 2013) e, transmitir conhecimento, inovação digital e progresso (Reis, 1999; Lopez, 2013).

## 2.2 Os Benefícios dos STI nas Organizações

Os STI utilizados dentro de uma organização estão relacionados com o negócio e com o seu desempenho, pelo que, a sua utilização se traduz na competitividade através do processo digital e especialização de recursos humanos. Isto significa que, a utilização do processo digital com o recurso ao trabalho especializado, aumenta as vantagens competitivas relativamente a outra organização que não as utilize no mesmo setor. Numa perspectiva de gestão, a utilização dos STI permite obter mais competitividade, em termos de mercado (Pereira, 2005). A estratégia da utilização dos STI da organização tem como objectivo a competitividade e cooperação, através da captação de informação quer interna ou externa, e, cujo conteúdo dos processos organizativos se traduzem numa informação correcta e atempada na tomada de decisão e melhor desempenho (Pego, 2014). De acordo com Mehrtens et al. (2001) os STI utilizados criam benefícios e promovem competitividade, e complementam-se com a informação de dados, sistemas de rede, desenvolvimento de software, implementação de base de dados, clareza, e oportunidade de melhor uso da informação disponível (Lopez, 2013). Por fim, a utilização dos STI nas organizações permite gerar benefícios, através do acesso à informação necessária para a resolução dos problemas identificados, melhor performance organizacional e aproveitamento de recursos humanos, técnicos ou financeiros.

## 3. OS STI E O CLUSTER ENERGÉTICO

O conceito de cluster está relacionado com a dinâmica organizacional. O cluster reflete as ligações entre as organizações /instituições numa perspectiva de mercado. A teoria dos clusters reflete o modelo de atividade de uma determinada região (Simões, 2013). O conceito de cluster relaciona-se com a inovação económica, organização económica, geografia económica e economia. Como tal, o cluster está correlacionados com o desenvolvimento económico (Menzel e Fornahl, 2009; Porter 2000), identificação no espaço geográfico, ligações horizontais ou verticais (Simões, 2013; Piekasrki e Torkomian, 2005; Vlederyte, 2013) e as organizações incluídas (Ianca e Patrinca, 2010). De acordo com Porter (2000) as tecnologias, a especialização dos recursos, a informação, o marketing e as necessidades dos consumidores perfazem o cluster. Krugman (1992) apontam três razões que existência do cluster: a concentração de organização num só trás benefícios para o empregador e empregado; permite uma maior variedade de produtos com baixo custo de fatores; os fluxos de informação em um pequeno espaço rapidamente e pode ser aparecem *externalidades tecnológicas* (tecnologias de osmose). Na perspetiva tecnológica, o cluster surge na relação que se estabelece entre os indivíduos através da troca de conhecimentos na perspetiva de inovação tecnológica (Lages et al., 2004) necessário à concretização de uma dinâmica territorial. Na perspetiva energética, o cluster surge como uma associação de vários elementos, instituições, actores e canais de

distribuição. Os sistemas tecnológicos devem ter presentes várias situações: a criação e difusão do conhecimento, oferta de recursos de capital e competências, criação de externalidades positivas no mercado, formação de um mercado energético, e, uma relação positiva entre fornecedores e consumidores de tecnologia (Jacobsson & Bergek, 2004). O cluster energético é um somatório de vários atores que interagem si num sistema de distribuição de energia, em que se promove qualificações, processo de decisão, financiamento e o próprio mercado.

#### 4. OS STI E O CLUSTER DE ENERGIA OFFSHORE EM PORTUGAL

O mundo da energia, o negócio energético alterou-se profundamente na última década, fruto da *energy business*. Partimos do princípio que a energia é a moeda de conversão da tecnologia ( Dincer, 2000: 158), a energia transforma-se num bem útil e necessário ao desenvolvimento da sociedade através da tecnologia. A tecnologia e os STI são fatores determinantes no desenvolvimento e transformação da energia. A utilização das tecnologias nas energias renováveis é importante, e constitui um fator de decisão de investimento nas empresas. Variáveis como, infraestrutura dos STI ( existência de rede entre as várias organizações), ativos em TI ( capital investido em STI), e software ( inovação em STI) são importantes para a obtenção de competitividade e cooperação entre empresas ( Pego, 2014). No caso das energias offshore, por se tratar de um setor em franca expansão e, onde as empresas estão numa fase de cooperação/ colaboração inicial, a utilização da tecnologia ainda é pouco significativa se comparada com outros tipos de energia renovável. Contudo, os investimentos neste tipo de energia assentam em dois pontos, por um lado são direcionados para a especialização de STI e capital humano, e por outro, dependem da política energética seguida em cada país onde são implementados parques de energia offshore. No caso português, a política energética offshore, assenta nas permissões europeias para o desenvolvimento e sustentabilidade económica e social ( 2014-2020), em que se prevê a sustentabilidade do setor em tecnologias offshore por forma a constituir um cluster ( 2020), maximização de produtos e serviços com valor acrescentado for forma a garantir a exportação no mercado energético offshore ( 2030) e, o reconhecimento de Portugal, como um líder no setor de tecnologias offshore ( 2050).

Os projectos de energia renovável em Portugal começaram em 2000, com o projecto da energia das ondas nos Açores, seguido de três projectos, dois na Aguçadoura ( AWS, 2004 e Pelamis em 2008), e o waveroller em 2007 em Peniche. Relativamente à energia eólica offshore o primeiro ( WF1) foi implementado em 2011 na Aguçadoura, e o segundo está previsto para 2017 ( WF2) na costa de Viana do Castelo.

Ao considerarmos que estamos perante um setor inovador e que são utilizadas tecnologias que promovem o seu desenvolvimento, estamos a considerar que existe uma transferência de conhecimento entre os vários participantes (tabela 1 e 2).

Tabela 1. Fornecedores da energia eólica offshore ( WF1- 2011-2016, Costa da Aguçadoura)

| NACE  | Produtos  | Organizações           | Localização (NUT III)        |
|-------|---|------------------------|------------------------------|
| 3511  | Produção, distribuição e comercialização de electricidade | EDP Renováveis         | Area Metropolitana de Lisboa |
| 25110 | Estrutura metálica  | A. Silva Matos         | Aveiro                       |
| 27320 | Cabos elétricos   | Solidal                | Cávado                       |
| 33150 | Estaleiro de construção da infra-estrutura                | Lisnave                | Area Metropolitana de Lisboa |
| 52220 | Barcos de apoio   | Rebova                 | Area Metropolitana de Lisboa |
| 52220 | Barcos de apoio   | Tinita                 | Alto Minho                   |
| 52220 | Instalação da turbina                                     | Porto de Sines         | Alentejo                     |
| 71120 | Barcos de apoio   | Multisub               | Area Metropolitana do Porto  |
| 72190 | Estudos geográficos                                       | Instituto Hidrográfico | Area Metropolitana de Lisboa |
| 74900 | Entidade certificadora                                    | ABS                    | Area Metropolitana de Lisboa |

fonte : Elaboração própria

Tabela 2. Fornecedores da energia das ondas (2000- Ilha do Pico)

| NACE  | Produtos   | Organizações             | Localização (NUT III)        |
|-------|--|--------------------------|------------------------------|
| 3511  | Produção, distribuição e comercialização de eletricidade | ENERSIS                  | Area Metropolitana de Lisboa |
| 3511  | Produção, distribuição e comercialização de eletricidade | EDP                      | Area Metropolitana de Lisboa |
| 3511  | Produção, distribuição e comercialização de eletricidade | Electricidade dos Açores | Ilha dos Açores              |
| 71120 | Serviços de engenharia                                   | PROFABRIL                | Area Metropolitana de Lisboa |
| 43290 | Construção Civil   | Marques, SA              | Ilha dos Açores              |
| 71120 | Sistemas electrónicos                                    | EFACEC                   | Area Metropolitana do Porto  |

fonte : Elaboração própria

A análise das tabelas reflecte a dinâmica das tecnologias na implementação de ambas as tipologias de energia. A avaliação feita a cada uma das organizações identifica com clareza que sendo um setor onde os STI estão presentes, o conceito de tomada de decisão, as vantagens competitivas, e cooperação, desempenham um fator determinante na implementação do futuro cluster de energia offshore. Os recursos técnicos e humanos, utilizados na construção de futuros parques de energia offshore (ondas e vento), em colaboração com entidades públicas e privadas, constituem um valor acrescentado para o desenvolvimento do setor, mas também para a utilização dos STI, com o objetivo de maior rentabilidade e sustabilidade de energias renováveis offshore.

## 5. CONCLUSÃO

O artigo conclui quanto à necessidade das organizações e, especialmente os clusters valorizarem o uso dos STI, e, contribui para a promoção e análise dos benefícios da sua utilização. Apresentam-se dois tipos de conclusões, por um lado os STI são importantes no desenvolvimento das organizações em termos de cooperação e colaboração, e nas relações que estas estabelecem no mercado; a transferência de conhecimento e a inovação são fatores determinantes para estas relações consigam ser benéficas dentro de determinado cluster, através da dinâmica entre indivíduos e organizações, com o objectivo de melhorar decisões atendendo às necessidades do mercado. Por outro lado, o setor de energia offshore em Portugal apresenta-se como uma alternativa à produção de energia; os STI apresentam-se como um dos fatores de competitividade deste setor. Quanto às limitações, tratando-se de um setor inovador em Portugal, não existem estudos sobre o cluster offshore em Portugal, por isso a metodologia adotada seguiu apenas dados exploratórios. Sugere-se que em trabalhos futuros sejam desenvolvidas as implicações dos STI com o recurso a entrevistas no setor de energia offshore por forma a avaliar a sua utilização como fator determinante da competitividade e benefícios do setor.

## REFERÊNCIAS

- Alturas, B., 2013. *Introdução aos sistemas de informação organizacionais*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Bernardo, M.D.R.A.D , 2006. Os agentes de software e o processo de tomada de decisão: estudo empírico do impacto de um shopbot. Tese de doutoramento. Instituto Superior de Economia e Gestão. Lisboa: Universidade Técnica.
- Bhatt, G. D., Grover, V. & Grover, V. ,2005. Types of information technology capabilities and their role in competitive advantage: an empirical study. *Journal of management* , Vol 22, No.2, pp 253-277.
- Dincer, I., 2000. Renewable energy and sustainable development: a crucial review. *Renewable and Sustainable Energy review*, Vol 4, No.2, pp 157-175
- Ianca, C., &Batinca, G. (2010).*Towards a Romanian maritime cluster*.In *Proceedings of the 3rd WSEAS International Conference on Maritime and Naval Science and Engineering*.Constantza. Romania, pp 94-99.

- Haux, R., Winter, A., Ammenwerth, E., & Brigl, B., 2013. *Strategic information management in hospitals: an introduction to hospital information systems*. Springer Science & Business Media.
- Krugman, P., 1992. *Geografía y comercio*. Traducción de Alfons Méndez. Barcelona: Editor AntoniBosh
- Jacobsson, S., & Bergek, A., 2004. Transforming the energy setor: the evolution of technological systems in renewable energy technology. *Industrial and corporate change*, Vol.13, No. 5, pp 815-849.
- Lages, V. N., Braga, C., & Morelli, G., 2004. *Territórios em movimento: cultura e identidade como estratégia de inserção competitiva*. Brasília: SEBRAE
- López, Y., 2013. *Sistemas de informação para gestão*. Lisboa: Escolar editora
- Menzel, M. P., & Fornahl, D., 2009. Cluster life cycles—dimensions and rationales of cluster evolution. *Industrial and corporate change*, dtp036.
- Mehrtens, J., Cragg, P.B. e Mills, A.M., 2001. A model of internet adoptions by SME's. *Information and Management*, Vol. 39, 165-176.
- Pego, A., 2014. Sistemas e tecnologias de informação no turismo em espaço rural. Estudo da região Algarve. Dissertação de mestrado. Lisboa: Universidade Aberta
- Pereira, M.J., 2005. *Sistemas de informação: uma abordagem sistémica*. Lisboa: Campus do saber- Universidade Católica Portuguesa.
- Piekarski, A. E. T., & Torkomian, A. L. V., 2005. Identificação de clusters industriais: uma análise de métodos quantitativos. *Revista GEPROS*, Vol.1, pp 40.
- Porter, M. E., 2000. Location, competition, and economic development: Local clusters in a global economy. *Economic development quarterly*, Vol. 14, No. 1, pp 15-34.
- Raffestin, C., 1984. Territoriality A Reflection of the Discrepancies Between the Organization of Space and Individual Liberty. *InternationalPoliticalScienceReview*, Vol.5, No.2, pp 139-146.
- Reis, A. P., 1999. *Sistemas de decisão*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Shapiro, C. & Varian, H. R., 1999. *Information rules: a strategic guide to the network Economy*. Cambridge: Harvard Business School Press.
- Simões, A. S. , 2013. *O e-Planning como Instrumento na Construção do Cluster do Mar em Portugal - Quantificação, Participação e Envolvimento dos Setores Socioeconómicos Nacionais*. Tese de doutoramento em e-planeamento. Faculdade de Ciências Sociais e Humanas. Lisboa : Universidade Nova de Lisboa
- Swanson, E. B. , 1994. Information systemamong organisations. *Management Science Review*, Vol. 40, No. 9, pp 1069-1092.
- Turban, E., Rainer, R. K. & Potter, R. E., 2007. *Introdução a sistemas de informação*. São Paulo: Editora Campos Elsivier.
- Viederyte, R. , 2013. Maritime cluster organizations: enhancing role of maritime industry development. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Vol. 81, pp 624-631.

# ESTUDO DE CASO DE PROCESSAMENTO DE ETL EM PLATAFORMA BIG DATA

Maurício Tavares Santana Lins e Leandro Mendes Ferreira

*Everis do Brasil – Divisão de Tecnologia – Laboratório de Big Data  
Av. das Nações Unidas, 14171, São Paulo - SP, 04794-000, Brasil*

## RESUMO

O processamento realizado entre sistemas legados e transacionais para os sistemas de tomada de decisões gerenciais, atualmente possui suas tecnologias amplamente consolidadas nas empresas. Adicionalmente, as metodologias e as práticas utilizadas neste tipo de processamento são conceitos bem desenvolvidos no mercado. O aumento de volume de dados gerados pelas mídias sociais, aplicativos móveis, sensores, entre outros, alavancou o surgimento de novas tecnologias que viabilizassem o processamento tradicional com este novo e imenso volume de dados, permitindo também o cruzamento com os dados já conhecidos, gerando vantagens estratégicas para as empresas. Com o aumento no volume de dados, aumentou-se também a exigência para atualização das tecnologias tradicionais. Destaca-se que a velocidade não atinge o que se espera na maioria dos casos, e com isto eleva-se muito o custo com aumento da infraestrutura e licenciamento de *software*. Em contrapartida, as novas tecnologias, intituladas como *Big Data*, possuem um poder computacional que permitem o processamento rápido de grandes volumes de dados, com elevados níveis de complexidade de processamento, e com um baixo custo, por se tratarem de tecnologias *open source*. O objetivo geral deste artigo é apresentar um estudo de caso de ganhos reais e altamente relevantes com as tecnologias de *Big Data*.

## PALAVRAS-CHAVE

Extract Transform Load, Apache Hadoop, Apache Spark, Data Warehouse

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com Grus (2016), vive-se em um mundo com grande volume de dados. Dados estes que se fazem necessários para o enriquecimento das análises de negócios das organizações ou até mesmo para trazer novos *insights* sobre o comportamento de clientes e do próprio negócio. O autor conclui que a partir destes dados estão as respostas para as inúmeras questões, as quais nunca foram levantadas.

Quando se fala de processamento de dados, pode-se elencar uma série de tecnologias capazes de realizar esta tarefa. Estas tecnologias, atualmente, possuem suas arquiteturas bem definidas, principalmente quando focamos nos sistemas de informações gerenciais (Bazzotti e Garcia, 2005) ou o *Business Intelligence (BI)*.

O BI permite que as organizações obtenham vantagens competitivas criando conhecimento de suas próprias informações, analisando descritivamente seus dados, organizando os dados em *Data Warehouse (DWs)*, que por sua vez são providos por Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados (SGBDs). Os SGBDs tradicionais de mercados possuem problemas de escalabilidade, pois para seus fornecedores atenderem as demandas das organizações, disponibilizam *appliances*. Estes são arquiteturas que possuem *hardware* e *software* customizados para obterem eficiência, seja de armazenamento ou processamento, porém estas estruturas possuem alto custo de implantação, manutenção e licenciamento (Ferreira, 2016).

Outra característica dos sistemas de BI são as ferramentas utilizadas para processamento de transformações e regras de negócio chamadas de *Extract Transform Load (ETL)* as quais realizam a integração dos dados entre os sistemas legados e um DW central. Assim como os SGBDs, estas ferramentas possuem problemas de escalabilidade e custo elevado.

Atualmente pode-se contar com soluções desenvolvidas para este ambiente de grande volume de dados que possuem uma arquitetura para processamento e armazenamento distribuído disponíveis de forma gratuita e aberta. Pode-se citar como uma das principais ferramentas para processamento e armazenamento de grande volume de dados o *Apache Hadoop* (Achari, 2015).

*Hadoop* é uma composição de *softwares* que atuam como um *framework* para permitir o processamento de grandes volumes de dados, podendo ser utilizado poucos computadores ou até milhares de computadores, os quais trabalham em paralelo e compartilham recursos entre si. Destaca-se que o *framework Hadoop* tem como características principais: a alta disponibilidade e a tolerância a falhas (Hadoop, 2015).

O desenvolvimento deste artigo é baseado na forma de prova de conceito POC (acrônimo em inglês de *Proof of Concept*), onde o objetivo foi desenvolver com tecnologias do *framework Hadoop* o processo de integração de dados de sistemas legados que originalmente utilizava tecnologias tradicionais como SGBDs relacionais e ferramentas de processamento ETL. Este trabalho foi implementado em uma empresa multinacional bancária de grande porte.

A ferramenta de processamento ETL utilizada no processo original é o *Informatica Powercenter*<sup>1</sup> e para comparação na prova de conceito utilizou-se a distribuição de ferramentas do *framework Hadoop* da empresa *Cloudera*<sup>2</sup>, na versão *open source*, com o objetivo de comparar e avaliar o tempo de desenvolvimento, a performance do processamento, o custo relacionado a licenciamento e o da composição da arquitetura.

Na seção 2 descreve-se a arquitetura tradicional de BI, na seção 3 descrevem-se algumas das principais tecnologias que compõem o *framework Hadoop*, na seção 4 é apresentada uma comparação de arquitetura tradicional de processamento de ETL com a arquitetura de processamento e integração de dados sobre ferramentas de *Big Data*, que são partes da prova de conceito desenvolvida neste trabalho. Por fim na seção 5 apresentam-se os resultados obtidos e uma análise sobre a performance e o desempenho de cada arquitetura.

## 2. ARQUITETURA TRADICIONAL DE APLICAÇÕES DE BUSINESS INTELLIGENCE

A proposta tradicional de arquitetura de BI foi desenvolvida originalmente por Bill Inmon no final da década de 1970, e os seus conceitos foram difundidos pela IBM através do artigo “*An architecture for a business information system*”<sup>3</sup> onde as principais definições sobre a construção de um DW foi apresentada na época e continua sendo implementadas com poucas alterações até os dias atuais. Ralph Kimball aperfeiçoou o modelo de Inmon introduzindo também o conceito de pequenos DWs, conhecidos como *Data Marts* (DMs) no início dos anos de 1990 (KEMMP, 2012).

Vale mencionar que Kimball *et al.* (2013) e Inmon (2005) definem as seguintes camadas na arquitetura de um sistema de BI:

**Data Source (DSs):** São fontes de dados que podem ser arquivos sequenciais, bancos de dados relacionais de qualquer natureza, sistemas transacionais ou quaisquer outras fontes de dados.

**Extract, Transform and Load (ETL):** Processo que extrai dados dos DSs e realiza transformações, que podem ser uma agregação de dados, limpeza dos dados, realizando uma adaptação nos dados para que os mesmos se adequem com a próxima camada.

**Staging Area:** é uma área temporária para armazenar os dados antes das transformações, utilizada para que o processo ETL não consuma diretamente a fonte de dados de origem. Possui os dados brutos que são acessados por desenvolvedores.

**Operational Data Store (ODS):** é uma área de integração, contém os dados das fontes de dados, porém já transformados e com algumas validações básicas. Por exemplo, se uma empresa possui dois sistemas distintos com informações de produtos, na camada de ODS, os dados destes ambos sistemas são armazenados juntos, onde são transformados e padronizados para que sejam armazenados em um único local.

**Visualização de Dados:** É uma camada composta por ferramentas que apresentam os dados de forma multidimensional ou OLAP (*On-line Analytical Processing*). Aplicações que possibilitam a construção de *Dashboards* (paineis gerenciais), que apresentam os indicadores por meio de gráficos, tabelas com marcadores de performance.

As etapas de construção de um sistema de BI são demonstradas graficamente na Figura 1:

<sup>1</sup> <https://www.informatica.com/br/products/data-integration/powercenter.html>

<sup>2</sup> <http://www.cloudera.com/>

<sup>3</sup> Disponível em <http://ieeexplore.ieee.org/document/5387658/>

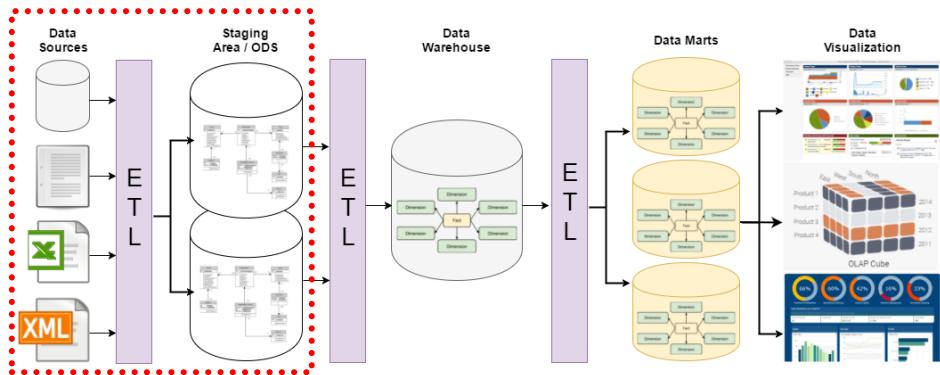


Figura 1. Modelo tradicional de construção de aplicações BI – Fonte: Adaptado de Ferreira (2015)

Observa-se que a Figura 1 apresenta todas as fases do ciclo completo da construção de um sistema de BI. Vale ressaltar que este trabalho tem como foco a primeira camada que está destacada, a qual faz a relação entre DSs e ODS.

### 3. APLICAÇÕES E TECNOLOGIAS BIG DATA

Beyer (2011) define aplicações de *Big Data* como um conjunto de tecnologias para processamento de dados que são baseados em Volume, Velocidade e Variedade. Entende-se assim que tecnologias de *Big Data* tem auto poder de processamento de grandes volumes de dados, nas mais variadas formas com alta velocidade de performance. Dentre as tecnologias de *Big Data* disponíveis hoje, pode-se destacar a plataforma *Hadoop*.

Segundo White (2012), *Hadoop* é mais conhecido pelo *MapReduce* e por seu sistema de arquivos distribuídos (o *HDFS*, *Hadoop Distributed FileSystem*). O termo também é usado para uma família de projetos que estão sob o ecossistema de infraestrutura para a computação distribuída, processamento em larga escala e alta disponibilidade. Vale ressaltar dentre os projetos que pertencem a família *Hadoop* foram utilizadas para a prova de conceito as seguintes ferramentas:

- **MapReduce:** Modelo de processamento de dados distribuídos, foi desenvolvido para processar de forma paralela em múltiplos nós de *clusters* composto por computadores comuns.
- **HDFS:** Sistema de arquivos distribuído que é executado em grandes *clusters* em máquinas comuns.
- **Hive:** Ferramenta que trabalha no formato de um armazém de dados distribuído. Gerencia o armazenamento de dados no HDFS e fornece uma linguagem de consulta baseada em SQL para busca de dados.
- **Impala:** Ferramenta para consulta de dados em linguagem SQL, sob o HDFS, *HBase* e *Hive*.
- **Spark:** É o padrão aberto e flexível para processamento distribuído de dados em memória que permite análises em *batch*, em tempo real e análises avançadas na plataforma sob a plataforma *Hadoop*.
- **Parquet:** É uma biblioteca de agrupamento e compressão para maior eficiência na organização dos dados no formato colunar (Parquet, 2016).

### 4. COMPARAÇÃO ENTRE ARQUITETURA TRADICIONAL DE PROCESSAMENTO DE ETL E ARQUITETURA DE BIG DATA PROPOSTA PARA PROVA DE CONCEITO

A prova de conceito foi desenvolvida a partir de um problema real de uma instituição bancária multinacional que utilizava uma arquitetura tradicional de processamento de ETL para construção de sua camada de ODS que é consumida por diversos sistemas de inteligência de negócios da instituição. Devido ao aumento de volume de dados e o custo de licenciamento de software para atualizar a arquitetura, a instituição decidiu buscar alternativas de processamento mais eficientes e com custos reduzidos.

## 4.1 Arquitetura Utilizada pela Instituição

Para a construção da camada de ODS eram realizadas as seguintes etapas de processamento: Tratamento dos dados originais dos sistemas *Mainframe*, validação dos seus tipos de dados, verificação de duplicidade, validações de domínios, homogeneização de dados, verificação de integridade referencial e disponibilização das bases de dados integradas na camada de ODS para os sistemas consumidores subsequentes.

Este processamento era efetuado em ambiente produtivo utilizando tecnologias tradicionais para processamento de ETL, neste caso utilizando a plataforma *Informatica Powercenter*, cujo fluxo do processo é apresentado na Figura 2.

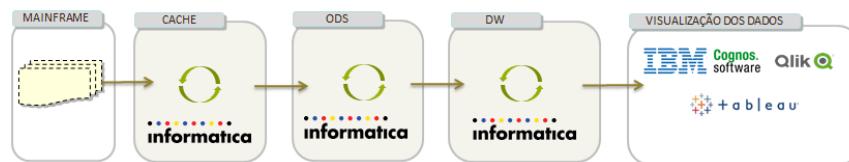


Figura 2. Fluxo do processamento realizado no modelo tradicional

No fluxo apresentado na FIGURA 2 destacam-se as etapas para o processamento dos dados que são: as camadas de *ODS* e *DW* e posteriormente a camada de Visualização de Dados, onde se encontram as ferramentas utilizadas para consumir os dados disponibilizados.

Adicionalmente destaca-se o processamento da camada chamada de *cache*, que é um processo onde os dados mais utilizados de clientes são armazenados em memória para que os processamentos posteriores possam ser executados de forma paralela com maior performance.

## 4.2 Proposta de Arquitetura Big Data para Integração de Dados

Como a prova de conceito visava gerar um processamento de grande volume de dados no menor intervalo de tempo possível optou-se em utilizar a ferramenta *Spark*, que possui seu processamento distribuído em memória. Adicionalmente a ferramenta *Spark* é resiliente no caso de uma possível falha no processamento. Utilizou-se o *HDFS* para a camada de persistência de dados, a ferramenta *Hive* para estruturação dos dados e consulta primária, além da ferramenta *Impala* para consultas *ad-hoc* de dados. Na Figura 3 é apresentado o fluxo do processamento sob a arquitetura proposta.



Figura 3. Fluxo do processamento com o uso das tecnologias de *Big Data*

Conforme apresentado na Figura 3 desenvolveu-se um processamento com uma abordagem diferente da arquitetura que era utilizada pela instituição. O processamento da arquitetura proposta ocorre em memória, que tecnologicamente é mais eficiente, e para a persistência do dado processado usou-se o *HDFS*.

Vale mencionar que se realizou outra mudança no processamento efetuado, onde na nova arquitetura foi retirada a camada de preparação de *cache*, pois todo o processamento em *Spark* é realizado em paralelo e em memória, sendo assim, não se necessita, criar uma camada para possibilitar o paralelismo.

No desenvolvimento deste trabalho foi utilizada a linguagem de programação *Python 2.7* sob o *Spark*. O processo de desenvolvimento da aplicação é representado na Figura 4:

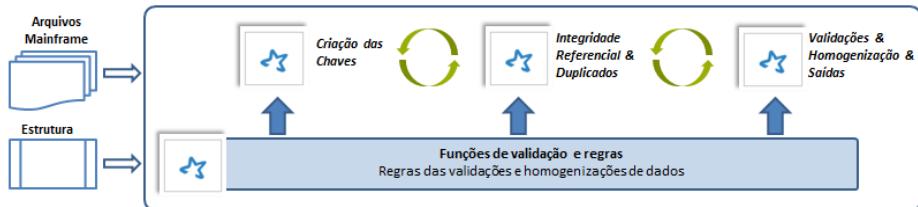


Figura 4. Fluxo do processamento desenvolvido com Spark

Foram desenvolvidas funções para realizar todos os tipos de tratamentos de dados que permitiram de forma simples que o sistema se adequasse a qualquer tipo de dados, tendo como entrada os dados e um arquivo de *metadados* representando sua estrutura, conforme FIGURA 4.

Para a camada de visualização de dados foi realizado um trabalho de preparação e adequação para que os mesmos retornassem no tempo desejável quando consultados por ferramentas de relatórios ou pelas análises de descoberta de dados ou para consultas *ad-hoc*.

Este trabalho consistiu na preparação de duas camadas: os dados brutos resultantes do processamento, sem nenhum tipo de tratamento, dados particionados mensalmente e compactados no formato *Parquet* com compressão do tipo *Snappy*.

Com os dados compactados e particionados permitiu-se que as pesquisas realizadas por ferramentas de visualização de dados retornassem com um ganho significativo de performance. Os dados brutos foram mantidos para comparação de performance.

## 5. RESULTADOS

Para a prova de conceito foi realizado um processamento de aproximadamente 20 dias de dados gerados pela instituição bancária, o que resultou aproximadamente em um volume de 900 Gigabytes de dados. Os dados foram processados tanto na arquitetura proposta como na arquitetura anteriormente utilizada.

Para este trabalho a infraestrutura utilizada em ambas as arquiteturas eram semelhantes, vide abaixo:

- **Cluster Arquitetura Atual (Powercenter):** 6 Máquinas, 63Tb HD, 1.2 Tb RAM, 144 Cores.
- **Cluster Proposto Cloudera Hadoop:** 6 Máquinas, 10Tb HD, 1.2 Tb RAM, 192 Cores.

Como se pode ver, o *cluster* da arquitetura proposta possui 25% de acréscimo na capacidade de processamento, entretanto a quantidade de memória é idêntica e o armazenamento é cerca de 85% menor que a arquitetura atual.

Neste trabalho entendeu-se que os resultados foram satisfatórios no que diz respeito ao tempo de desenvolvimento, já que todos os programas e scripts foram desenvolvidos ao longo de 27 dias corridos, por 2 programadores. Tratando-se da performance de processamento, entendeu-se que os resultados também foram satisfatórios, pois em comparação a arquitetura proposta com a arquitetura tradicional utilizada atualmente obteve-se ganhos significativos nos tempos de processamento dos dados, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Tabela comparativa com o tempo de processamento de cada arquitetura

| Tipo   | Passo                      | Tempo            |
|--|----------------------------|------------------|
| Processamento na Arquitetura Tradicional                 | <b>Cache</b>               | 4 horas          |
|  | <b>Processamento Final</b> | 30 minutos       |
| Processamento na Arquitetura proposta de <i>Big Data</i> | <b>Cache</b>               | -                |
|  | <b>Processamento Final</b> | <b>6 minutos</b> |

Conforme se pode ver na Tabela 1, o processamento na arquitetura *Big Data* foi realizado 98% mais rápido do que a arquitetura tradicional utilizada pela instituição. O processamento na arquitetura tradicional utilizava 4 horas para o processamento de *cache* e mais 30 minutos para processamento final, somando-se no total 270 minutos de processamento. Esse ganho de performance, deve-se ao fato que não é necessária a alocação de dados em memória que ocorre na camada de *cache*, além das plataformas serem otimizadas para processamento paralelo o que não ocorre na arquitetura tradicional. Destaca-se que se obteve uma

ineficiência na camada de visualização e consulta de dados e este problema foi resolvido com o particionamento e compactação dos dados. As consultas sob os dados compactados e particionados retornaram em cerca de 40 segundos. Sem a compactação e o particionamento as consultas não retornavam.

## 6. CONCLUSÃO

O processamento utilizando tecnologias de *Big Data* tem-se tornado uma tendência que traz algumas quebras de paradigmas de processamento de grandes volumes de dados.

Vale ressaltar que as ferramentas utilizadas não foram visuais e todo o processo foi desenvolvido por meio de código, em comparação com a ferramenta *Informatica Power Center*, que faz parte da arquitetura atual, que utiliza uma abordagem de ferramentas de programação visual e esta é uma dificuldade para adequação da empresa devido a diferença de abordagem de desenvolvimento.

Ao avaliar a capacidade de processamento da arquitetura proposta, a robustez, o custo da infraestrutura e de licenciamento, já que todas as ferramentas da arquitetura são *open source* e podem ser executadas em computadores comuns, somando ao tempo de desenvolvimento, pode-se concluir que existe uma grande vantagem na plataforma proposta.

Vale mencionar que a plataforma apresentada possui diversas outras funcionalidades e capacidades, como processamento em *streaming/real time*, capacidades analíticas, de construção de algoritmos para *machine learning* e modelagem estatística, processamento e armazenamento em memória e consultas em SQL, que não foram aplicadas para este trabalho, mas que também apresentam um grande ganho na plataforma proposta e sem custo adicional.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos em primeiro lugar a Deus. Agradecemos a Evandro Luis Armelin, Pablo Sáez e a Everis do Brasil que permitiram que este trabalho fosse desenvolvido. Agradecemos também a Melina Cintra Lins pelo apoio e a Profª MSc. Luciana Maria da Silva pelas contribuições no trabalho.

## REFERÊNCIAS

- Achari, S.. *Hadoop Essentials: Delve into the key concepts of Hadoop and get a thorough understanding of the Hadoop ecosystem*. Packt Publishing, Birmingham, UK, pp 34. 2015.
- Bazzotti, C.; Garcia, E. A importância do sistema de informação gerencial para tomada de decisões, 2005. Disponível em: [http://www.waltenomartins.com.br/sig\\_texto02.pdf](http://www.waltenomartins.com.br/sig_texto02.pdf).
- Beyer, M. Gartner Says Solving 'Big Data' Challenge Involves More Than Just Managing Volumes of Data. STAMFORD, Conn., June 27, 2011. Disponível em: <http://www.gartner.com/newsroom/id/1731916>
- Ferreira, M. L., 2015 Modelo de Processamento para Criação de BI em Bancos de Dados NoSQL Orientado a Colunas. 3<sup>a</sup> Conferência Ibero Americana de Computação Aplicada. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, pp. 1-2
- Gilbert, S., Lynch, N., Brewer's Conjecture and the Feasibility of Consistent, Available, Partition-Tolerant Web-Services. ACM SIGACT News, New York, NY, USA, v.33, n. 2, p.51,59, Junho, 2002.
- Grus, J. 2016. *Data Science do Zero*. Altabooks Editora, Rio de Janeiro, BR.
- Hadoop, A. What Is Apache Hadoop? – Disponível em: <http://hadoop.apache.org/#What+Is+Apache+Hadoop%3F>. Acessado em 02/12/2016, 2016
- Inmon, W. H. *Building the Data Warehouse*, 4º Edition. Wiley Publishing, Inc., 2005.
- Kempe, S. A Short History of Data Warehousing. Disponível em: <http://www.dataversity.net/a-short-history-of-data-warehousing/>. Acessado em: 02/11/2016. 2012
- Kimball, R., R, M., *The Data Warehouse Toolkit: The Definitive Guide to Dimensional Modeling, Third Edition*. John Wiley & Sons, Inc., 2013.
- Parquet, A. Apache Parquet Documentation. Disponível em: <https://parquet.apache.org/documentation/latest/>. Acessado em 02/12/2016, 2016
- White, T. 2012. *Hadoop Definitive Guide, Third Edition*. O'Reilly Media, Inc., Sebastopol, USA.

# ANALISIS DE TECNICAS DE STREAMING DE VIDEO USANDO RASPBERRY PI

Pablo Vera, Rocío Rodríguez, Daniel Julianelli, Pablo Cammarano y Federico Vallés

*Universidad Nacional de La Matanza*

*Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas*

*GIDFIS – Grupo de Investigación, Desarrollo y Formación en Innovación de Software*

*Florencio Varela 1903, San Justo, Buenos Aires, Argentina*

## RESUMEN

Este artículo presenta un análisis de distintas alternativas para realizar streaming de video en tiempo real entre distintos dispositivos Raspberry Pi con el fin de buscar la mejor alternativa para el desarrollo de un sistema de video conferencia autónomo en HD. Se tomó como base la Raspberry Pi ya que la misma consta de hardware suficientemente poderoso para llevar a cabo dicha tarea y además puede incorporar una cámara integrada con un puerto especializado que hace más fluido el acceso al video. Se comparan distintas soluciones existentes contra un desarrollo propio realizado en Java analizando el retardo que surge al enviar el video con distintas resoluciones.

## PALABRAS CLAVE

Streaming de Video, Raspberry PI, Módulo Cámara SCI

## 1. INTRODUCCION

La Raspberry Pi (RPi) es un SBC (Single Board Computer) que tiene el tamaño de una tarjeta de crédito, desarrollada en Reino Unido por la fundación Raspberry Pi. Tiene un interesante poder de procesamiento y por medio del puerto GPIO (General Purpose Input/Output) es posible conectar diversos sensores que puedan requerir las aplicaciones a desarrollar. La tabla 1, muestra las prestaciones en cuanto a hardware de los distintos modelos. El modelo más reciente denominado RPi 3, incorpora WiFi; en los modelos previos era necesario agregarle por USB una pequeña placa externa.

Tabla 1. Características de las Raspberry Pi

|                     | Raspberry Pi Modelos |         |          |                 |                           |
|---------------------|----------------------|---------|----------|-----------------|---------------------------|
|                     | 1 A                  | 1 B     | 1 B+     | 2 B             | 3 B                       |
| RAM                 | 256 MB               | 512 MB  |          |                 | 1 GB                      |
| Almacenamiento      |                      | SD      |          |                 | Micro SD                  |
| Procesador          |                      | ARM11   |          | ARM Cortex - A7 | ARM v8                    |
| Velocidad           |                      | 700 MHz |          | 900 MHz         | 1,2 GHz                   |
| Conectividad de Red | Ninguna              |         | Ethernet |                 | Ethernet, WiFi, Bluetooth |
| Nº puertos USB      | 1                    | 2       |          | 4               |                           |
| Cantidad de GPIO    | 26                   |         |          | 40              |                           |
| Alimentación        |                      |         |          | 5v              |                           |
| Tamaño              |                      |         |          | 85 x 56 x 17 mm |                           |

Por medio de una tarjeta de memoria se le puede instalar un sistema operativo y un software que permita aprovechar este hardware. Existe una distribución de Linux particular para la RPi denominada Raspbian, pero también se pueden instalar otros sistemas operativos existiendo por ejemplo una versión específica de Windows 10 para este dispositivo. En cuanto al uso que se le puede dar, existen diversos trabajos realizados en los últimos años, entre ellos se pueden mencionar aplicaciones dedicadas a: Domótica (Jain et al., 2014),

(Haro et al., 2014), (Öztür et al., 2015), (Zhao et al., 2015); Monitoreo para Seguridad (Ibrahim et al., 2015), (Ahmad et al., 2014), (Snyder, 2014), (Yaldaie, 2016); Simulación de consolas de juegos (Richardson & Wallace, 2012), (Hussain et al., 2016); Estación meteorológica (Salcedo & Cendrós, 2016), (Anchundia & Michael, 2015), (Malfatti et al., 2014); Agro: Riego Automático (Escalas Rodríguez, 2015), Secadora de Granos de Café (Soriano et al., 2015).

Estos trabajos mencionados previamente muestran el gran abanico de acción utilizando la Raspberry Pi en aplicaciones que requieren el uso de sensores ó hardware específico.

Un uso de interés para nuestro grupo de I+D (Investigación y Desarrollo) es utilizar las RPi como nodos de una red P2P (punto a punto) en donde cada una de ellas por medio de la cámara integrada (conectada al puerto SCI) puedan transmitir o reproducir video en tiempo real. Esto será el punto inicial que permitirá la construcción de un sistema de video-conferencia que sea de bajo costo y de tamaño reducido el cual se podrá conectar a un televisor o monitor con entrada HDMI.

El presente artículo está organizado de la siguiente manera, en la sección 2 se aborda la temática de streaming, presentando las técnicas de streaming sobre RPi; en la sección 3 análisis de resultados y finalmente en la sección 4 las conclusiones.

## 2. STREAMING

El streaming de video puede realizarse de dos maneras: (1) En tiempo real ó (2) Bajo Demanda. El interés nuestro caso recae sobre el video en tiempo real.

La raspberry pi tiene una aplicación de consola que permite capturar fácilmente el video de la cámara incorporada. Esta aplicación se denomina raspivid (Raspberry, 2016) y soporta numerosos parámetros de configuración entre los cuales se encuentra la calidad del video a capturar, los cuadros por segundo y la posibilidad de enviar el resultado a un archivo o a la salida estándar.

Para realizar streaming existen diferentes alternativas:

- 1) Utilización de software especializado para streaming de video como es el caso de VLC o GStreamer. Ambos permiten tomar el video directamente desde raspivid y enviarlo utilizando distintos protocolos por ejemplo: http, rtp, rtsp o mms.
- 2) Utilizar el comando NC de Linux que corresponde a la herramienta NetCat. Esta herramienta permite enviar información directamente a otro equipo a un puerto específico. De esta forma la salida del video de raspivid puede ser enviada directamente por la red hacia otro host, que la toma y puede mostrarla con cualquier reproductor de video como por ejemplo el mplayer.
- 3) Desarrollo de una aplicación: Aprovechando la posibilidad de tomar el video mediante el comando raspivid y enviándolo a la salida estándar es posible capturarlo mediante una aplicación. Por ejemplo desde Java se puede utilizar la clase Process y asignarle al mismo la ejecución del comando raspivid con los parámetros deseados:

```
Process procesoRaspivid = Runtime.getRuntime().exec("raspivid -n -b 15000000 -w 1920 -h 1080 -fps 30 -t 0 -o -");
```

Donde se invoca al comando raspivid con los parámetros presentados en la tabla 2.

Tabla 2. Comandos del raspivid

|             |  |
|-------------|--|
| -w 1920     | Para establecer el ancho del video en 1920 pixel     |
| -h 1080     | Para establecer el alto del video en 1080 pixel      |
| -b 15000000 | Para establecer el bit rate a 15Mbit/s               |
| -n          | Evita que muestre una ventana con el video capturado |
| -fps 30     | Establece la captura a 30 cuadros por segundo        |
| -t 0        | Captura el video indefinidamente                     |
| -o -        | Envía el resultado a la salida estándar              |

Al flujo de video capturado se lo divide en paquetes de información para que puedan ser enviados por la red:

```

byte[] datosVideo = new byte[4096];
while (flujoVideo.read(datosVideo) != -1)
{
    //envío de los paquetes por la red
}

```

Para el manejo de las comunicaciones pueden utilizarse las bibliotecas estándar de java o puede facilitarse el proceso incorporando bibliotecas externas por ejemplo Eneter Messaging Framework (Uzovic, 2010) que es un framework para comunicación entre procesos multiplataforma gratuito para uso no comercial. Ondrej Uzovic ofrece código desarrollado para el Cliente en .NET y el Servidor en Java, su objetivo es hacer streaming entre un cliente computadora y un Servidor RPi. En nuestro caso para formar una red P2P de igual prioridad se utilizaron dos RPi lo que requirió desarrollar el servidor también en Java. Una vez realizado esto se pudo comparar esta alternativa con las anteriores, obteniéndose los resultados que se presentan en la sección siguiente.

### 3. RESULTADOS

Todas las transmisiones generan un retardo, por más pequeño que este sea, es por ello que se efectuaron pruebas midiendo dichos retardos al transmitir. Estas pruebas consideraron las tres alternativas presentadas en la sección anterior:

- 1) Utilización de software especializado para streaming de video – se utilizó VLC
- 2) Utilización el comando NC de Linux que corresponde a la herramienta NetCat.
- 3) Pruebas con una aplicación de desarrollo propio.

Considerándose en todos los casos una cantidad de frames por segundo fija (24 fps), se realizaron las pruebas en 3 resoluciones distintas, para ver que sucedía con streaming a baja calidad inicialmente y luego cuando se va mejorando dicha calidad: 320 x 240, 640 x 480 y 800 x 600. Lo primero a destacar, es que en prácticamente todos los casos siempre se obtuvo menor retardo con la alternativa 3 (A3), salvo contra la A2 en baja resolución en donde existe una ínfima diferencia. Para poder sintetizar los resultados obtenidos se ha tomado en cuenta el retardo de dicha transmisión (Retardo 3, R3) en proporción con los otros retardos originados, por ejemplo, si se toma en consideración una resolución de 800 x 600 casi se disminuye a la tercera parte el retardo con respecto a la alternativa 1, esto se calculó de la siguiente manera:  $R1/R3=2,71$ . En la tabla 3 se muestra la mejora que se obtiene en la disminución de retardo tomando los resultados de la alternativa 3 (A3) frente a las otras alternativas planteadas.

Tabla 3. Comparativas de Disminución de retardo tomando como Base la Alternativa 3 (A3)

| Resoluciones | (A1) VLC | (A2) NC linux |
|--------------|----------|---------------|
| 800 x 600    | 2,71     | 38,89         |
| 640 x 480    | 4,61     | 48,20         |
| 320 x 240    | 4,14     | 0,97          |

Cabe aclarar que a pesar de los retardos, no se pierde fluidez en el streaming transmitido. Tomando VLC que fue la alternativa mejor entre las dos primeras comparadas (A1), se hizo la comparativa de retardo con respecto a A3 en full hd (ya que la cámara integrada soporta este tipo de resolución), dando por resultado: 1,26 a favor de la alternativa 3. Es decir salvo la excepción ínfima a baja resolución (representado en la tabla 3 con un valor menor a 1), en todos los casos restantes la mejor alternativa en cuanto a retardos es la solución propia desarrollada.

En cuanto a la solución propia los retardos obtenidos fueron en todas las resoluciones menores a medio segundo. Las pruebas se realizaron tanto en forma cableada a un router con una LAN destinada sólo a estas pruebas (ethernet), así como por WiFi.

## 4. CONCLUSIONES

La Raspberry permite generar una gran cantidad de aplicaciones que requieran sensores o hardware dedicado, a un bajo costo. En este artículo se presenta el análisis de técnicas de streaming utilizando el módulo de cámara integrado por medio del puerto SCI. Seleccionar la mejor técnica es fundamental al momento de realizar streaming de videos ya que existe una notable disminución de los retardos, resultando la mejor opción hacer uso del comando raspivid y enviarlo en la salida estándar; para luego capturarlo mediante una aplicación desarrollada.

Con esta técnica es posible desarrollar un sistema de video conferencia autónomo en HD que se pueda conectar directamente a un televisor o monitor con HDMI. Además la Raspberry permite conectar sensores de sonido/ultrasonido los cuales pueden detectar sonido y medir distancia, de este modo pueden ser un buen complemento para que a través de servomotores se pueda mover la RPi haciendo de este modo que la cámara pueda seguir al orador.

## REFERENCIAS

- Ahmad, T., Studiawan, H. and Ramadhan, T.T., 2014. Developing a Raspberry Pi-based Monitoring System for Detecting and Securing an Object. <http://kjb.if.its.ac.id/wp-content/uploads/2015/03/2014-IES-PENS.pdf>
- Anchundia, R. and Michael, J., 2015. Telemetría de Estación Meteorológica. <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/31545>
- Escalas Rodríguez, G., 2015. Diseño y desarrollo de un prototipo de riego automático controlado con Raspberry Pi y Arduino. <http://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/25074>
- Haro, L.F.D., Cordoba, R., Rivero, J.I.R., de la Fuente, J.D., Peces, D.A. and Mera, J.M.B., 2014. Low-Cost Speaker and Language Recognition Systems Running on a Raspberry Pi. *IEEE Latin America Transactions*, 12(4), pp.755-763.
- Hussain, S.R., Naidu, K.R., Lokesh, C.R., Vamsikrishna, P. and Rohan, G., 2016, February. 2D-game development using Raspberry Pi. In 2016 International Conference on Information Communication and Embedded Systems (ICICES) (pp. 1-8). IEEE. [http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs\\_all.jsp?arnumber=7518858](http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=7518858)
- Ibrahim, M., Elgamri, A., Babiker, S. and Mohamed, A., 2015, October. Internet of things based smart environmental monitoring using the Raspberry-Pi computer. In Digital Information Processing and Communications (ICDIPC), 2015 Fifth International Conference on (pp. 159-164). IEEE.
- Jain, S., Vaibhav, A. and Goyal, L., 2014, February. Raspberry Pi based interactive home automation system through E-mail. In Optimization, Reliability, and Information Technology (ICROIT), 2014 International Conference on (pp. 277-280). IEEE. <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6798330&isnumber=6798279>
- Malfatti, G.M., Pavan, W. and Cunha, J.M., 2014. Rede de estações meteorológicas automáticas sem fio. <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/133214/1/ID-43372-2014-TCC-MiniColetorDados.pdf>
- Öztürk, T., Albayrak, Y. and Polat, Ö., 2015, May. Object tracking by PI control and image processing on embedded systems. In 2015 23nd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU) (pp. 2178-2181). IEEE. [http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs\\_all.jsp?arnumber=7130305](http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=7130305)
- Raspberry, 2016. Raspivid. <https://www.raspberrypi.org/documentation/usage/camera/raspicam/raspivid.md>
- Richardson, M. and Wallace, S., 2012. Getting started with raspberry PI. " O'Reilly Media, Inc. ".
- Salcedo Tovar, M.L. and Cendrós, J., 2016. Uso del minicomputador de bajo costo "Raspberry Pi" en estaciones meteorológicas. *Télematique*, 15(1), pp.62-84.
- Snyder, R.M., 2014. Power monitoring using the Raspberry Pi. Association Supporting Computer Users in Education "Our Second Quarter Century of Resource Sharing", p.82.
- Soriano A., Alberto J., Acosta V. and Enrique F., 2015. Telecontrol de secadora de granos de cacao con energía solar y biogas. <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/30149>
- Uzovic O., 2010. ENETER Messaging Framework. Cross-Platform Framework for Interprocess Communication <http://www.eneter.net/>
- Yaldaie, A., 2016. Home automation and security system with the Raspberry Pi. <http://www.theseus.fi/handle/10024/106677>
- Zhao, C.W., Jegatheesan, J. and Loon, S.C., 2015. Exploring IOT Application Using Raspberry Pi. *International Journal of Computer Networks and Applications*, 2(1), pp.27-34. <http://www.ijcna.org/Manuscripts%5CVolume-2%5CIssue-1%5CVol-2-issue-1-M-04.pdf>

# MODELO PARA LA GENERACIÓN DE ANIMACIÓN DE PERSONAJES A PARTIR DE TEXTO

Nohora Elizabeth Garzón Morales, Wilman Helioth Sánchez Rodríguez

y Eduard Leonardo Sierra-Ballén

*Grupo de Investigación en Multimedia – GIM*

*Programa de Ingeniería en Multimedia, Universidad Militar Nueva Granada,  
Campus Nueva Granada, km 2 Vía Cajicá – Zipaquirá, Cajicá, Colombia*

## RESUMEN

El artículo presenta el avance en el estudio del problema de la generación de animación basada en texto con fines de apoyo a las labores de dirección asociada a proyectos que requieren el uso de contenido de animación por computador. Se realiza una revisión del avance del área indicando algunos proyectos relevantes y su enfoque de solución, para luego dar un modelo de arquitectura para el desarrollo de un sistema de generación de animación de personajes basado en textos en español.

## PALABRAS CLAVE

Animación por computador, procesamiento de lenguaje natural

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la animación generada por computador es utilizada en diferentes procesos de producción donde se manejan gráficos 3D. Algunos ejemplos de aplicación son los videojuegos, cine, televisión, web, realidad virtual, entre otros medios que son demandados en la industria del entretenimiento, la simulación y la educación. La animación permite representar instrucciones, emociones, historias, crear personajes y recrear situaciones que no se pueden construir fácilmente en la vida real. Este conjunto de características hace de la animación un medio muy útil para dar flexibilidad a los procesos de producción.

La puesta en marcha de este tipo de procesos se caracteriza porque no es una tarea fácil y cuenta con dos problemas principales: el primero, es la cantidad de tiempo que conlleva su realización y el segundo, el nivel de formación de las personas asociadas al proceso que generalmente requiere años de estudio en diferentes áreas y entrenamiento en software especializados. Uno de los elementos para el desarrollo creativo y comunicación dentro de los procesos de animación es el storyboard, el cual define gráficamente la descripción narrativa de la secuencia de las escenas y sus características como tiempo, iluminación, apariencia e interacción entre los personajes, lo cual resulta útil para la interpretación de la idea principal para su producción. En la producción es indispensable que el equipo de trabajo tenga completamente claro los objetivos que tienen el director y/o el escritor; para no perder tiempo y recursos económicos.

Es así como este proyecto plantea apoyar el trabajo de planeación creativa del director, permitiéndole plasmar una idea más clara y precisa sobre el proceso de producción descrito en el storyboard. Es así como se plantea un modelo para la generación de animación de personajes a partir de texto que permita al director, generar automáticamente un boceto de escena en un entorno 3D a partir de la descripción en texto de la escena para guiar el proceso de animación en la producción.

El artículo está organizado de la siguiente manera, en la segunda sección se presenta una revisión del estado de la cuestión con respecto a proyectos que involucran la generación de gráficas tridimensionales con movimiento a partir de entradas basadas en texto, sea por medio de comandos, frases o escritos, para establecer una línea base del área. Luego, en la tercera sección se presenta un diseño de arquitectura para la creación de un sistema que permita solucionar el problema de generación de animaciones basado en texto en español. Finalmente se presentan las conclusiones y el trabajo futuro para la implementación del sistema.

## 2. AVANCES EN LA GENERACIÓN DE ANIMACIÓN BASADA EN PROCESAMIENTO DE LENGUAJE

El primer acercamiento procesamiento de lenguaje natural (PLN) con la animación dio hacia los años 70s con un trabajo denominado SHRDLU (Winograd 1971), este sistema fue pionero en implementar un profundo análisis de PLN acompañado de inteligencia artificial (IA), su desarrollo se llevó a cabo en el laboratorio de inteligencia artificial del M.I.T, liderado por Terry Winograd y su objetivo principal fue crear un sistema para el entendimiento del lenguaje natural en Inglés. El resultado, un sistema el cual recibe una entrada de texto, la analiza, interpreta, y finalmente ejecuta una representación virtual de una mano robótica que seguía las instrucciones del texto dado por el usuario, la mano robótica podía ejecutar exclusivamente 3 acciones de interacción; 1) mover un objeto hacia una localización 2) agarrar un objeto y 3) soltar el objeto.

SHRDLU se caracterizó por ser un sistema pionero basado en conocimiento (KBS del inglés Knowledge Based System), es decir, “programas informáticos capaces de ampliar o consultar una base de conocimientos para extraer conclusiones mediante deducciones” según asevera (Fernández Herrero 2002). Es permitido afirmar que un sistema de estas características es capaz de explicar sus conclusiones y el proceso de razonamiento, lo cual implica que tiene un conocimiento específico del problema y puede construir una metodología para solucionar dicho problema.

A partir de ese momento surgieron diferentes trabajos que se centraron en la construcción de agentes virtuales representados por medio de gráficos 3D específicamente de humanos virtuales. Este tipo de representaciones han tenido una demanda importante para la creación de aplicaciones interactivas que permitan al usuario por medio de PLN dar instrucciones para el control de una animación específica. Esto ocasiona que diferentes grupos de investigación se interesaran por enfocar su trabajo en la generación de animación a partir de texto; un ejemplo de ello es la universidad de Pensilvania que representó la complejidad de los humanos virtuales a través de PLN y por medio de lo que fue llamado *parameterized action representation* o PAR (Badler et al. 2000), un sistema que permitía el control de humanos virtuales utilizando comandos de PLN, los comportamientos del humano virtual se dan por medio de acciones lo cual describe el movimiento, una de las características de este sistema especifica una serie de condiciones complejas antes de llevar a cabo el movimiento como; duración, ruta, propósito y acción anterior entre otras.

En los últimos años se han centrado los desarrollos en la generación de aplicaciones que permitan la interacción hombre-máquina por medio de dispositivos de entrada, como es el caso de SceneMaker (Akser et al. 2016), un sistema que permite la producción automatizada de escenas animadas, según guiones de cine o de teatro. Se caracteriza por destacar contenido afectivo o emocional, da una postura corporal a los personajes, expresiones faciales, voz y composición de la escena, es de resaltar que se trata de un sistema que permite al usuario generar una escena a partir de una entrada de texto en lenguaje natural y automáticamente recibe una visualización 3D, el objetivo es dar una idea a los animadores o directores de cómo debe ir la escena: Los actores principales pueden editar, modificar o realizar cualquier tipo de ajustes por medio de la interfaz y permitiendo que el proceso sea colaborativo.

En la Universidad de Kyushu (Oshita 2010) se desarrolló un sistema que genera animación a partir de textos en lenguaje natural como guiones o historias que se representan por medio de números clips de movimientos almacenados en bases de datos. Cuenta con un método de análisis semántico que extrae información acerca del movimiento y busca el clip apropiado para cada verbo de la entrada de texto, del texto no solo se extrae información de movimiento sino también las restricciones temporales entre los verbos y de esta forma generar y combinar diferentes clips, también utiliza información sobre instrumentos, cambio de postura y movimientos cooperativo. Esto permite que la creación de acciones sea más complejas lo que resulta ser un beneficio de este sistema comparado con otros similares.

La Universidad de Stanford (Chang et al. 2014) se ha encargado de generar herramientas de análisis semántico con diferentes aplicaciones, una de estas es la que permite generar una escena 3D a partir de texto. En el cual el usuario por medio de una descripción textual genera un gráfico que representa una escena estática, la entrada de texto es analizada utilizando Stanford CoreNLP herramienta para el procesamiento de lenguaje natural que permite extraer las palabras que representan objetos. A diferencia de otros sistemas este los supera gracias a su interactividad y capacidad de edición, la base de conocimiento cuenta con un amplio repositorio de modelos 3D que brindan soporte a la generación de la escena.

Recientemente las líneas de investigación en esta área han acumulado esfuerzos al realizar agentes similares a los humanos desde el punto de vista de credibilidad y fiabilidad, con el objetivo de hacer contenidos que sean de utilidad para el usuario; como lo son las aplicaciones que utilizan PLN, por ejemplo sistemas de reconocimiento de voz (SIRI- Iphone) y traductores (Google Translate).

En consecuencia, la generación de animación a partir de PLN, ha generado diferentes variaciones en los sistemas, sobre todo en la forma de representar la salida e interpretación del texto, esto quiere decir que existen aplicaciones o sistemas que generan escenas completas; desde la creación de los elementos (especialmente accesorios) de la escena hasta la animación de personajes que involucran algún tipo de interacción, también sistemas que solo genera la animación, o sistemas que solo genera objetos. Son diferentes herramientas que en definitiva buscan mejorar la comprensión del usuario. Finalmente, la búsqueda sistemática de este tipo de aplicaciones ha arrojado resultados en el idioma inglés, por lo que se presupone no existen con soporte para el idioma español.

### 3. MODELO DE GENERACIÓN DE ANIMACIÓN

En el contexto de producción de animación que apoye la producción y más específicamente el apoyo a la labor creativa del director y el direccionamiento del trabajo de los animadores por computador, se plantea la arquitectura que se ve en la figura 1, esta representa el diseño de un sistema en el cual a partir de una entrada de texto en idioma español, la cual se corresponde a una descripción corta de la acción de un personaje en la escena que ingresa en el primer módulo. Este módulo de procesamiento de texto, implementa una serie de pasos de procesamiento de lenguaje natural, que incluyen, el análisis sintáctico y el análisis semántico de la entrada. El análisis sintáctico consiste en realizar distinción de las palabras en una oración para determinar su estructura gramatical con el objetivo de obtener una estructura de árbol con etiquetas que permitan identificar el tipo de palabra y su papel en la estructura de la oración, este paso es clave para poder identificar dependencias entre las palabras; el análisis semántico se encarga de extraer información acerca de una especificación, en este caso del movimiento descrito en el texto procesado, dando esto paso a la salida de las características de acción (movimiento) de un personaje. El funcionamiento de éste módulo depende de una base de conocimiento conformada por diccionarios, ontologías y redes semánticas en idioma español, la base del procesamiento se desarrolla con la librería FreeLing (Padró & Stanilovsky 2012), por su soporte para el procesamiento de lenguaje en el idioma español, en cuanto a disponibilidad de diccionarios y algoritmos para análisis sintáctico. Sin embargo, el diseño de la extracción de la información correspondiente a las acciones y su relación con el o los personajes animar constituye un reto para frases complejas y párrafos.

Para el segundo módulo, denominado módulo de generación de movimiento, las características de la acción extraídas en el primer módulo se convierten en entradas, este módulo se encarga de tomar esta información y representarla como una escena 3D (personajes y movimientos). Para ello, este módulo se apoya en una base creada previamente, esta base está conformada por modelos 3D de personajes y curvas de movimiento extraídas por métodos de captura de movimiento basados en visión por computador con cámaras y sensores de imágenes con profundidad. Un marco de búsqueda permite tomar la información de acción o movimiento extraída del texto para encontrar en la base de modelos 3D y curvas de movimiento, un modelo de personaje al cual se le asignarán los ciclos de animación que coincidan con la búsqueda. La siguiente parte del módulo integra los movimientos consultados en un generador gráfico con el objetivo de mostrar la animación en una escena final, que se realiza con exportación en formato FBX para tener compatibilidad con el software comercial de animación 3D.

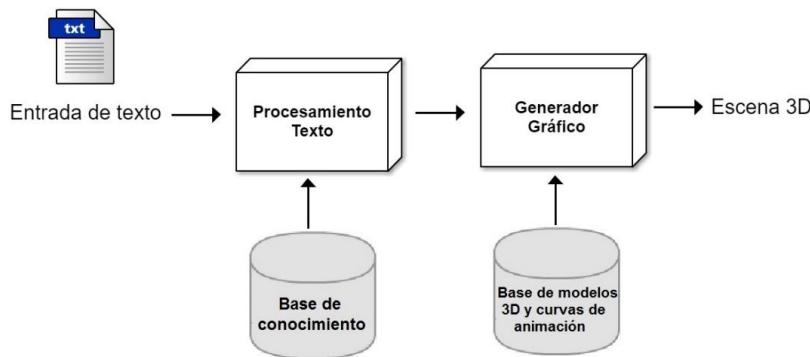


Figura 1. Arquitectura de sistema

## 4. CONCLUSIONES

La producción de animación por computador es un medio muy útil para el desarrollo de aplicaciones de diversa índole, el desarrollo de tecnologías que permitan mejoras en el proceso de generación de animación disminuye la complejidad de la producción en las aplicaciones que incluyen este medio.

El procesamiento de lenguaje natural es una parte del proceso de generación de elementos gráficos que incluyen movimiento y animación, varios de estos avances se han dado en habla inglesa, pero no se han dado con soporte para idioma español. Un reto del desarrollo de esos sistemas es el soporte de idioma con los algoritmos adecuados para extraer las palabras que proveen la información de movimiento necesaria para generar el movimiento del personaje en la escena.

El planteamiento de modelos de este tipo de sistemas debe permitir la expansión y escalamiento de los módulos para complementar no solo procesos de animación sino también de la ampliación en cantidad de modelos 3D, y capturas de curvas para la generación de animación para varias acciones, la cobertura del idioma y desarrollo de técnicas de procesamiento de lenguaje con soporte en español.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca en el proyecto INV\_ING\_2111, “Generación de animación de un personaje a partir de texto”, de 2016, financiado con recursos de la Universidad Militar Nueva Granada, los autores agradecen el apoyo brindado por la UMNG.

## REFERENCIAS

- Akser, M. et al., 2016. SceneMaker: Creative Technology for Digital StoryTelling. En *Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering. 5th EAI International Conference on ArtsIT, Interactivity & Game Creation (ArtsIT-2016)*.
- Badler, N.I. et al., 2000. A Parameterized Action Representation for Virtual Human Agents. In J. Cassell et al., eds. *Embodied Conversational Agents*. MIT Press, pp. 256–284. Disponible en: <https://mitpress.mit.edu/index.php?q=node/190454>.
- Chang, A.X., Savva, M. & Manning, C.D., 2014. Semantic Parsing for Text to 3D Scene Generation. En *Association for Computational Linguistics (ACL) Workshop on Semantic Parsing*.
- Fernández Herrero, F.J., 2002. *Arquitectura artificial o manierismo por computadora: experimentación con nuevos medios para la realización de proyectos arquitectónicos*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Oshita, M., 2010. Generating animation from natural language texts and semantic analysis for motion search and scheduling. *The Visual Computer*, 26(5), pp.339–352. Available at: <http://dx.doi.org/10.1007/s00371-010-0423-4>.
- Padró, L. & Stanilovsky, E., 2012. FreeLing 3.0: Towards Wider Multilinguality. En N. Calzolari et al., eds. *Proceedings of the Eight International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC'12)*. Istanbul, Turkey: European Language Resources Association (ELRA).
- Winograd, T., 1971. *Understanding Natural Language*. Massachusetts Institute of Technology. Disponible en: <http://hci.stanford.edu/winograd/shrdlu/>.

# MONITORAMENTO DA OCUPAÇÃO TERRITORIAL NO NORDESTE DE SANTA CATARINA UTILIZANDO RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS

Filipe João Rodrigues, Pedro P. Ferreira, Rafael Valentim,  
Casemiro José Mota e Joice Seleme Mota  
*Instituto Federal Catarinense*

## RESUMO

Um dos principais desafios no processo de extração de informação em imagens de sensoriamento remoto é como representar e modelar os objetos geográficos que têm suas propriedades alteradas ao longo do tempo. Este projeto propõe a aplicação de um modelo baseado na técnica de Raciocínio Baseado em Casos para monitorar objetos geográficos que representam a ocupação territorial, denominados aqui de objetos de ocupação. A partir de imagens de sensoriamento remoto, da técnica de Raciocínio Baseado em Casos, o método permite monitorar a expansão da ocupação das áreas territoriais para que seja possível predizer e prevenir problemas ocasionados por ocupação territorial indevida.

## PALAVRAS-CHAVE

Sistemas de Monitoramento Ambiental, Raciocínio Baseado em Casos, Ocupação Territorial

## 1. INTRODUÇÃO

A ocupação territorial, visando o desenvolvimento, tem sido foco de diversos segmentos da sociedade como, governos, organizações, ambientalistas, entre outros. Esses segmentos, do Brasil e do exterior, tem estudado a degradação do meio ambiente e a consequente perda de diversidade com o objetivo de analisar o uso e a cobertura da terra para detectar padrões de mudança na biodiversidade, os quais são provocados pelas ações humanas (CAMPOS, 2005).

O monitoramento das mudanças do uso e cobertura da terra pode ser realizado por meio de uma sequência temporal de imagens de satélite (LAMBIN; GEIST, 2003). Apesar da evolução tecnológica para aquisição e disponibilidade de imagens de sensoriamento remoto, ainda existe uma substancial limitação na análise destas imagens. O processo de análise dos dados envolve o uso de técnicas de extração de informações que se torna cada vez mais difícil quando se trata de um grande conjunto de dados. Este conjunto de dados consiste em informações adquiridas em diferentes épocas, diferentes resoluções espacial, espectral, radiométrica ou mesmo adquiridos a partir de sensores óticos e radares (MOTA et. al, 2009).

O Nordeste de Santa Catarina tem aproximadamente 1.090.000 habitantes e quase metade dessa população reside no município de Joinville (IBGE, 2016). Com base nas análises das imagens geográficas dessa região, é possível perceber que grande parte ao redor dos municípios é composta por Áreas de Preservação Ambiental (APAs), terrenos particulares, rios e área de riscos, de um modo geral, áreas que não deveriam ser habitadas. Porém, muitas comunidades desses municípios estão em processo de expansão, trazendo como resultado a ocupação territorial nessas áreas, apresentando riscos para o meio ambiente e para a própria população que nessas áreas reside.

O sistema de monitoramento da ocupação territorial a ser desenvolvido tem como objetivo e é motivado pelo empoderamento e qualificação do indivíduo leigo, líderes comunitários, na tomada de decisões recorrentes relacionadas à expansão populacional. Permitindo a esses indivíduos acesso à sua própria realidade geográfica e histórica, sem depender do poder público ou de organizações terceiras. Aglomerações em risco social e populacional poderão se apropriar do sistema para controlar seu crescimento e desenvolvimento de forma a diminuir seu risco legal e ambiental. Será possível, pois o mapeamento dos objetos como, APAs, nascentes, propriedades públicas e privadas ao redor de sua comunidade, ajudando

também no planejamento de arruamento, acesso à água tratada, iluminação pública, levando à proteção do ambiente e seus arredores. Resultando assim em ocupação territorial sustentável, onde nenhuma lei ambiental é descumprida, a não ser a da própria ocupação.

## 2. RACIOCÍNIO BASEADO EM CASOS E SISTEMAS AMBIENTAIS

O Raciocínio Baseado em Casos (RBC) é uma técnica de Inteligência Artificial (IA), capaz de usar conhecimento específico das experiências problemáticas anteriores e aplica-las para resolver novos problemas. RBC é uma abordagem gradual, ou seja, para cada nova experiência, armazena a solução para utilização em casos futuros (AAMODT; PLAZA, 1994). RBC oferece a capacidade de modelar e analisar o comportamento de aprendizagem e resolução de problemas humanos, e é capaz de integrar a habilidade de aprendizagem e a resolução de problemas de forma construtiva.

De acordo com o Wangenheim e Wangenheim (2003), o RBC é aplicável em uma maneira simples e direta a amplo espectro de problemas e situações reais. Esta técnica foi escolhida porque possui essas características que motivam a sua aplicação na modelagem ambiental. Para Kaster et. al (2000), os problemas ambientais são complexos e geralmente pouco conhecidos e modelados. RBC é uma técnica onde o conhecimento é semelhante ao modelo de casos, ou seja, não é necessário modelar formalmente o conhecimento sobre o ambiente (KASTER et. al, 2000).

Existem estudos que utilizam RBC e o meio ambiente. Mota et. al (2009), propôs um modelo composto por um conjunto de regras que mostram como objetos evoluem. Este modelo é aplicado na Floresta Amazônica, onde mudanças são detectadas através de estudos de territórios e a técnica RBC é utilizada para extrair a evolução. Kaster et. al (2000), criou um sistema de apoio à decisão (SAD) para proporcionar um ambiente computacional que ajuda usuários a executar com maior eficiência atividades necessárias para criação de cenários alternativos que permitam o planejamento ambiental.

Silva et. al (2015), propôs uma forma de monitorar bacias hidrográficas utilizando Raciocínio Baseado em Casos com regras definidas para identificar a qualidade da água e o entorno da paisagem. A partir deste trabalho, propõe uma aplicação web que possibilita ao usuário realizar uma classificação supervisionada. Tal classificação, extrai informações de imagens de satélite a fim de reconhecer padrões e objetos homogêneos constituídos por um conjunto de características espectrais de *pixels*, denominados classes (INPE, 2006). As imagens classificadas resultantes desse processo representam a área de interesse do usuário do sistema a ser desenvolvido, servindo como objeto de apoio durante o registro de cada novo caso.

## 3. METODOLOGIA

As etapas para o desenvolvimento desse trabalho se constituem do estudo das áreas de interesse, estudo da legislação ambiental referente a ocupação territorial, definição das regras que compõem como essa ocupação deve ser monitorada, desenvolvimento da base de casos gerada a partir das regras e o desenvolvimento do sistema de monitoramento de ocupação territorial.

A partir do estudo das áreas de interesse e de acordo com Costa (2012) e Lucas (2010) foram definidos os objetos a serem analisados na ocupação territorial do Nordeste de Santa Catarina que são: Floresta (florestas, matas ciliares, matas-galerias, capões de mata e cerradões); Reflorestamento (eucaliptais); Campo (campos sujos, campos limpos, campo rupestre); Terras áridas (solo exposto); Recursos hídricos (água doce, água salobra); Cultivo (pastos artificiais, áreas de agricultura; Mineração (áreas de mineração, cavas); Área antrópica (áreas urbanas, distritos, estradas, construções, solos antropofizados); Ferrovia; Rodovia.

Para a composição das regras de ocupação territorial, foram inicialmente definidas as relações espaciais que serão consideradas quando os objetos de ocupação forem analisados. A Figura 1 mostra as relações espaciais que serão utilizadas.

Por exemplo, quando um objeto de ocupação do tipo Floresta em uma Área de Preservação Ambiental tocar um objeto de ocupação do tipo Construção pode indicar que a expansão da área ocupada está indo em uma direção que não deveria. Dessa forma os relacionamentos espaciais do tipo *disjunto*, *contém*, *sobrepõe*, *toca*, *contém*, *igual*, *cobre* e *coberto por* são suficientes para representar a ocupação territorial no Nordeste de Santa Catarina.

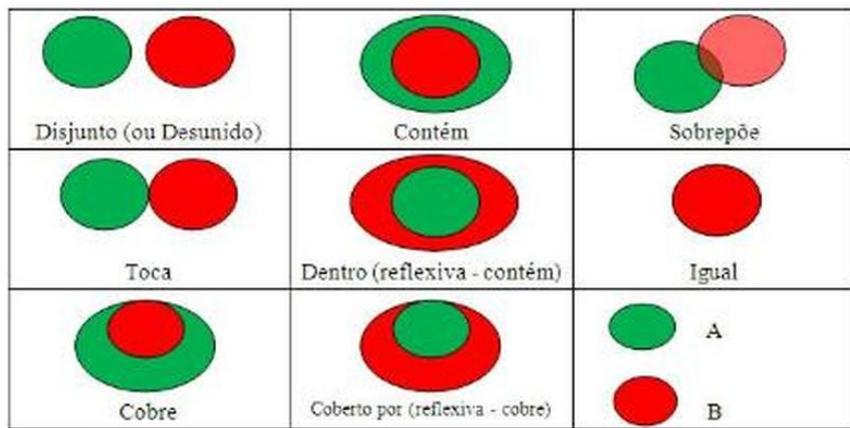


Figura 1. Relacionamentos espaciais a serem considerados entre objetos de ocupação territorial

As relações entre objetos de ocupação são ainda definidas por restrições baseadas em leis de ocupação e uso do solo das regiões onde se encontram as comunidades. No Brasil existem leis ambientais federais, estaduais e municipais que foram analisadas para compor as regras de monitoramento da ocupação territorial. Com o conjunto de objetos de ocupação, relações entre objetos e estudo de legislação foi criado o modelo das regras para monitoramento sendo que o próximo passo será a composição da base de casos e o desenvolvimento do sistema. A Figura 1 mostra a visão geral do sistema de monitoramento da ocupação territorial.

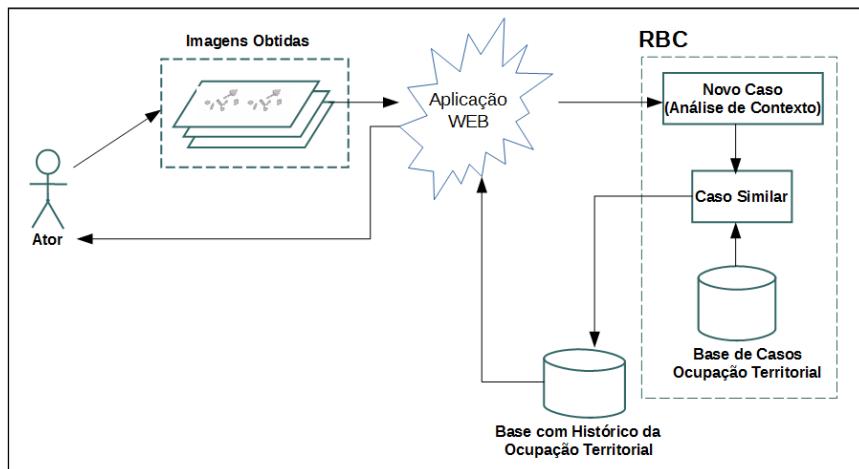


Figura 2. Visão Geral do Sistema de Monitoramento

A aplicação web estará preparada para receber imagens de satélite ou obtidas por veículos aéreos não tripulados para que os objetos de ocupação possam ser identificados. Em um primeiro momento essa identificação será realizada pelo ator do sistema. Após a análise das imagens o módulo de Raciocínio Baseado em Casos será selecionado para que as informações referentes a área de ocupação sejam inseridas. Após a inserção do caso que se deseja analisar o sistema buscará na base de casos de Ocupação Territorial os casos mais similares correspondentes à informação que foi fornecida pelo ator. Se o ator aceitar a sugestão do sistema salvará a imagem, a data e a análise realizada pelo sistema na Base com Histórico da Ocupação Territorial.

## 4. RESULTADOS PRELIMINARES

Atualmente, o projeto está no processo de criação de regras (que geram a base de casos) para monitorar a ocupação territorial. A criação dessas regras parte da análise dos objetos de ocupação e seus relacionamentos espaciais, bem como a aplicação da legislação ambiental. As regras possuem duas partes principais, a problemática e o resultado. A problemática consiste nos atributos que definem o relacionamento entre dois objetos a partir da legislação que foi utilizada para criar a restrição do uso da terra. O resultado indica se no ponto de vista da legislação a ocupação está legal ou não, e também informa um plano de ação caso o relacionamento não esteja de acordo com a legislação. O líder comunitário, por exemplo, pode definir as regras considerando as propriedades dos objetos e a sua relação espacial, como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1. Regras para monitoramento de ocupação territorial

| Objeto 1   | Relacionamento   | Objeto 2 | Restrição | Resultado | Plano de Ação            |
|------------|------------------|----------|-----------|-----------|--------------------------|
| Construção | Perto de > 500m  | Floresta | RES01     | ▶         | Sem mudanças necessárias |
| Construção | Perto de <= 500m | Floresta | RES01     | ▶         | Redirecionar             |
| Construção | Encosta          | Floresta | RES01     | ▶         | Recuar                   |
| Construção | Dentro de        | Floresta | RES01     | ▶         | Retirar                  |

OBS: Na coluna “*Resultado*” a cor verde indica Aceitável, amarelo Zona de Risco e vermelho Irregular  
 Na coluna “*Restrição*” RES1 significa exemplo de restrição baseada na lei que indica que construções devem estar a 500 metros de distância de Floresta

Os resultados variam entre três classes: aceitável, zona de risco e inaceitável ou irregular que são representados respectivamente pelas cores verde, amarelo e vermelho. Dependendo do resultado do conjunto dessas instâncias o plano de ação muda. Se verde, a comunidade está dentro da lei, plano de ação será “não precisa de mudança”, se amarelo, existe risco, e o plano de ação indica “recuar e redirecionar” e se vermelho, a comunidade se encontra em espaço irregular, e o plano de ação indica “retirar”. Outras regras podem ser criadas a partir do desenvolvimento e uso do sistema em consonância com a área, legislação de uso vigente e outras normas de ocupação territorial, e que possam vir a auxiliar em decisões de como essas comunidades podem se expandir com o mínimo de risco ambiental e populacional.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresenta um sistema, em desenvolvimento, de suporte à tomada de decisão utilizando técnicas de RBC para o monitoramento de ocupação territorial no Nordeste de Santa Catarina. O modelo de regras apresentado estabelecerá a base de casos, onde o RBC será aplicado.

O sistema permitirá ao ator o upload de imagem no momento do registro de uma nova problemática; essa imagem será registrada no banco de dados e suportará a exibição do status da área referenciada. Serão analisados os objetos de ocupação que compõem a imagem, e o usuário definirá a nova problemática na busca de uma solução. O sistema fará uma busca por similaridade na base de casos retornando os casos que já foram resolvidos para aquela problemática e que poderão auxiliá-lo na tomada de decisão.

Com o resultado da busca, o ator poderá escolher entre duas opções: selecionar um dos casos semelhantes e utilizar a mesma solução para o seu problema, ou poderá registrar uma nova solução. Após o registro de uma nova solução, essa irá tornar-se um caso resolvido na base de casos.

Além disso, se pode dar ênfase aos benefícios sociais possíveis com este trabalho. Através da capacitação e qualificação dos indivíduos da comunidade para uso e compreensão do sistema, a cultura de uma expansão demográfica sustentável, a melhoria da qualidade ambiental e da qualidade de vida nessas comunidades, ou seja, sistema atingirá um valor significativo para ambos os contextos tecnológicos e sociais.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o financiamento recebido pela FAPESC (Edital 02/2015) para realização desse projeto.

## REFERÊNCIAS

- Aamodt, A.; Plaza, E., 1994. Case-based reasoning: Foundational issues, methodological variations, and system approaches. *AI Communications*, v. 7, p. 39–59.
- Campos, M. A., 2005. Padrão e dinâmica de floresta tropical, através de classificação orientada a objeto e da análise da paisagem com imagens landsat. *Tese (Doutorado)*. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná – BRA.
- Costa, A., 2012. Evolução uso e cobertura do solo e fragmentação da paisagem na serra do gandarela (mg): análise a partir de métricas de paisagem. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais – BRA.
- IBGE, 2016. Informações estatísticas. Nordeste Catarinense. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>.
- Kaster, D. dos S et al, 2000. Aplicação de raciocínio baseado em casos a sistemas de apoio à decisão ambiental. *Proceedings of GeoInfo2000*, São Paulo, Brasil, p. 1–8, 2000.
- Lambin, E. F.; Geist, H. J. L. E., 2003. Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. *Annual Review of Environment and Resources*, 28:205–241.
- Lopes, L. H. M., 2010 Uso e cobertura do solo no município de Tailandia-PA utilizando o tm/landsat e técnicas de classificação supervisionada. *ENGEVISTA*, 10(2).
- Mota J. S. et. al, 2009. Case based reasoning for eliciting the evolution of geospatial objects. *Lecture Notes in Computer Science*, 5756:405–428.
- Silva, N. O. et. al, 2015. Monitoramento de Bacia Hidrográfica Utilizando Raciocínio Baseado em Casos. In: *Conferências Ibero-Americanas www/Internet e Computação Aplicada, 2015, Florianópolis. Atas das Conferências Ibero-Americanas Computação Aplicada*. Florianópolis: IADIS International Association for Development of the Information Society, v. Unico. p. 225-229.
- Wangenheim, C. G; Wangenheim, A., 2003. *Raciocínio Baseado em Casos*. 1. ed. Barueri, SP: Manole Ltda.

# EVACUAÇÃO DA BOATE KISS: UMA SIMULAÇÃO MULTIAGENTE DO CENÁRIO REAL EM RELAÇÃO AO IDEAL

Vinicius M Silva, Marcos V Scholl, Bruna A Corrêa, Diana F Adamatti e Sebastião C P Gomes

*Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional (PPGMC)*

*Universidade Federal do Rio Grande (FURG), RS – Brasil*

## RESUMO

Este artigo propõe uma simulação computacional de três cenários relacionados à boate Kiss, local onde ocorreu um incidente com muitas vítimas fatais e diversos feridos. Um evento em que a imprudência e negligência às normas, ocasionou um grave incidente. As simulações foram criadas através do software NetLogo, utilizando sistemas Multiagente. As situações foram modeladas com base nos dados reais da boate e também em dados considerados ideais para o prédio com base na norma NBR 9077 da ABNT. Os resultados obtidos nos casos e o tempo de evacuação para os três cenários demonstram a importância da aplicação das normas que regem os estabelecimentos e visam a proteção e segurança das pessoas que os frequentam, em específico deste trabalho, a aplicação das normas para as saídas de emergências de prédios no Brasil.

## PALAVRAS-CHAVE

Multiagentes, Evacuação, Kiss, NBR 9077, Prevenção

## 1. INTRODUÇÃO

Qual a importância de respeitar uma norma técnica de segurança? A negligência no projeto de um local de reunião social pode custar vidas? A resposta para essas perguntas mostram-se evidentes no caso da tragédia ocorrida na boate Kiss em 2013, no município de Santa Maria, estado do Rio Grande do Sul (RS), Brasil.

O incêndio na boate Kiss ocorreu em 27 de Janeiro de 2013, e um dos fatores que causou uma maior taxa de vítimas e feridos, foi a superlotação da boate juntamente com a não aplicação de normas de segurança, como o regimento que regula o tamanho mínimo da porta de entrada/saída em relação ao espaço físico do local [Atiyeh, 2012; Luiz, 2015; Souza, 2013].

A proposta deste trabalho é demonstrar através de simulações, a importância das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), tendo como cenário de estudo e motivação, o caso ocorrido na boate Kiss. O principal objetivo a ser satisfeito por tal proposta, é de reforçar o respeito às normas da ABNT em casas noturnas, ditas na resolução como “locais de reunião social”. Para isso, são implementados três cenários de pânico e evacuação diferentes através de simulação Multiagentes: um com os dados realísticos referentes ao ocorrido na Kiss, um respeitando as indicações técnicas de segurança da ABNT para a largura da porta no cenário do incidente e outro com a situação de um cenário visto como “ideal”, onde as dimensões e população foram calculadas com base na NBR 9077 da ABNT.

Para a realização deste trabalho, é utilizada a Norma Brasileira (NBR) 9077, de 2011, que especifica as características de saídas de emergências em edificações [ABNT, 2011]. Como ferramenta de implementação do estudo, utiliza-se a modelagem Multiagentes, que se trata de um sistema computacional em que dois ou mais agentes interagem ou trabalham juntos para desempenhar determinadas tarefas ou objetivos [Wooldridge and Jennings, 1994]. O software escolhido para implementação e simulação dos agentes foi o NetLogo 5.3.1.

O presente artigo está organizado como segue: a seção 2 apresenta a fundamentação teórica que embasa o estudo proposto. Na seção 3, temos o processo de descrição e definição dos cenários das simulações. Na seção 4 temos uma análise dos resultados obtidos. Por fim, a seção 5 apresenta as considerações finais sobre as contribuições do estudo e a possibilidade de trabalhos futuros.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A norma brasileira NBR 9077 [ABNT, 2011], diz respeito à regulamentação de saídas de emergência em edifícios, tal como, classificação das edificações conforme Tabela 1 e Tabela 2, componentes da saída de emergência (escadas, rampas e descarga), cálculo da população, **dimensionamento das saídas de emergência**, áreas de refúgio, entre outras condições específicas.

Tabela 1. Classificação das edificações quanto à sua ocupação – Grupo F [ABNT, 2011]

| Grupo | Ocupação/Uso                 | Divisão | Descrição  | Exemplos  |
|-------|------------------------------|---------|--|---|
| F     | Locais de reunião de público | F-3     | Centros esportivos                                   | Estádios, ginásios e piscinas cobertas com arquibancadas, arenas em geral                                 |
|       |                              | F-4     | Estações e terminais de passageiros                  | Estações rodoviárias, aeroportos, estações de transbordo e outros   |
|       |                              | F-5     | Locais para produção e apresentação de artes cênicas | Teatros em geral, cinemas, óperas, auditórios de estúdios de rádio e televisão e outros                   |
|       |                              | F-6     | Clubes sociais                                       | Boates e clubes noturnos em geral, salões de baile, restaurantes dançantes, clubes sociais e assemelhados |
|       |                              | F-7     | Construções provisórias                              | Circos e assemelhados   |
|       |                              | F-8     | Locais para refeições                                | Restaurantes, lanchonetes, bares, cafés, refeitórios, cantinas e outros                                   |

As saídas de emergência devem ser calculadas em função da população da edificação. A população da edificação é dada pela relação da Tabela 1 com a [ABNT, 2011, Pg. 29 – Anexo. Tabela 5], que apresenta os dados para o dimensionamento das saídas, que neste caso se enquadra na divisão F-6. Exclusivamente para o cálculo da população, as áreas de sanitários nas ocupações E e F são excluídas, porém, nesse estudo, essa regra não é considerada. A largura das saídas é dada pela Equação  $N=P/C$  (1), onde N representa o número de unidades de passagem, arredondado para o primeiro inteiro superior; P é a população e C é a capacidade da unidade de passagem, conforme Tabela 5 da NBR 9077.

A unidade de passagem (UP) é fixada em 0.55m, considerada a largura mínima para a passagem de uma fila de pessoas. Já a capacidade da unidade de passagem (C), é o número de pessoas que passa por esta unidade em 1 minuto. A largura mínima das saídas para ocupações em geral, deve corresponder a duas unidades de passagem, ou seja, 1.10m, exceto para ocupações do grupo H, divisão H-3 [ABNT, 2011].

## 3. SIMULAÇÃO

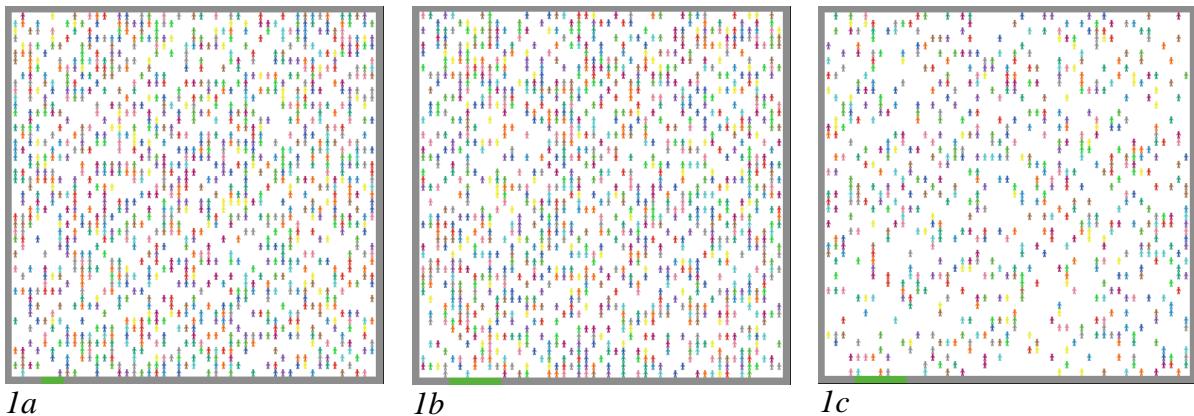
A base da implementação desse trabalho foi o código do estudo de [Almeida, 2012], onde os autores realizaram a simulação da evacuação de pessoas em uma discoteca, utilizando um mesmo cenário com números diferentes de portas, de larguras diversas, relacionando os resultados dos tempos de evacuação para cada cenário simulado.

A simulação proposta no presente trabalho, utiliza dados da boate Kiss em 2013, em escala menores devido a proporção para simulação computacional. A casa tinha dimensão de 615 metros quadrados e capacidade para 691 pessoas, mas apresentava superlotação, segundo relatos, havia cerca de 1200 pessoas no local [Atiyeh, 2012; Luiz, 2015; Souza, 2013]. Na NBR 9077, têm-se que a capacidade de lotação de uma edificação é dada pela divisão da sua área total ocupável pelo fator 0,5m (medida que uma pessoa ocupa em locais de reunião social da divisão F-6), no caso da boate foram excluídas áreas não ocupáveis, como palco e banheiros.

Na boate havia um único acesso com a largura da porta de saída de emergência inferior ao indicado pela NBR 9077, com pouco mais de 2,5m e na ocasião do incidente a casa apresentava superlotação, com aproximadamente 1200 pessoas [Luiz, 2012; Souza, 2013]. Com base na Equação (1) e nas Tabelas 1 e 5 do anexo da NBR 9077 foi realizado o cálculo da largura ideal da porta considerando o limite da casa sendo 691 pessoas (P) e a capacidade da unidade de passagem (C) sendo 100, resultando o valor de 6.91 metros, que

arredondando para o primeiro inteiro superior, conforme indicação da norma, resultou em uma saída de emergência com largura de 7 metros.

A fim de recriar um cenário realista em relação a tragédia, para a simulação em escala computacional, o **Cenário 1** teve suas dimensões de paredes recalculadas, assumindo que a boate tivesse largura e comprimento iguais, obtendo-se o valor de 24.8m por parede. Visto que o *software* NetLogo tem seus valores de medida diferenciados, assumiu-se que as paredes do cenário ocupariam 24.85 *patches*, totalizando 615.05 *patches* ao quadrado e também foi assumida a largura da porta em 3 *patches*. A população dessa simulação foi de 1200 pessoas (*turtles*) no ambiente. Durante o processo de simulação da evacuação à partir do momento de *start* da situação de pânico, é gerado um gráfico da evacuação das pessoas em função do tempo (Figura 1a). Assim que é pressionado o botão de pânico, os *turtles* buscam a saída do ambiente.

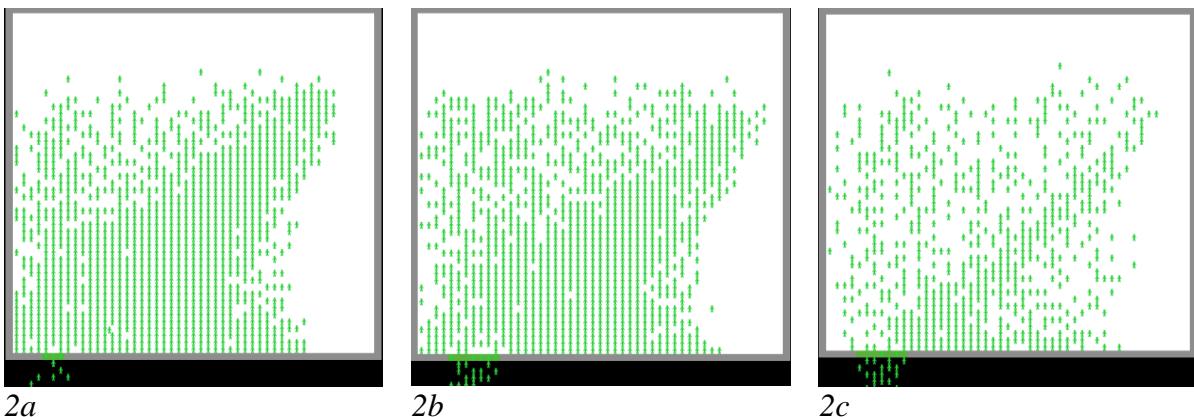


Figuras 1a, 1b e 1c. Cenários 1, 2 e 3, respectivamente, na ferramenta NetLogo

Considerando os parâmetros do Cenário 1 para criar o **Cenário 2**, foi alterada a largura da porta para o valor “ideal”, calculado conforme a Equação (1), a partir da dimensão da boate, ou seja, 7 metros, no caso da simulação: 7 *patches* (Figura 1b).

No **Cenário 3**, consideramos o cenário ideal para as dimensões da boate, a população assumida foi a da capacidade da boate, 691 pessoas e a saída de emergência com largura ideal conforme NBR 9077, sendo de 7 metros, correspondendo a 7 *patches* no NetLogo (Figura 1c).

As Figuras 2a, 2b e 2c mostram o processo de evacuação nas simulações dos Cenários 1, 2 e 3. Os *turtles* se direcionam para a saída mais próxima através do cálculo da distância euclidiana, no caso desse estudo temos apenas uma saída, portanto, os agentes se direcionam para a única saída do cenário.



Figuras 2a, 2b e 2c. Evacuação dos cenários 1, 2 e 3, respectivamente, nas simulações

## 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Ao observar os resultados das três simulações (Figura 3) que apresentam os gráficos obtidos nas simulações dos cenários propostos, fica visível a considerável diferença no tempo total da evacuação do Cenário 1 em relação aos Cenário 2 e 3. Nota-se também, que o simples emprego da norma NBR 9077 (saídas de emergência) na boate (Cenário 2), mostra que a evacuação levou apenas 50% do tempo de evacuação do Cenário 1, o que poderia ter salvo mais vidas no incidente através da evacuação. Este resultado aponta que se no momento do incidente da Kiss, a boate estivesse regulamentada e com as normas de seguranças existentes e pertinentes implementadas, as pessoas teriam uma chance maior de evacuar de forma mais rápida e segura, o que poderia ter salvo mais vidas, diminuindo o número de vítimas.

Comparando o resultado considerado ideal (Cenário 3) em relação ao cenário real (Cenário 1), observa-se que a evacuação no Cenário 3 ocorre, em aproximadamente 32% do tempo decorrido no Cenário 1, também sendo considerado que a evacuação rápida e em segurança, diminuiria o número de vítimas.

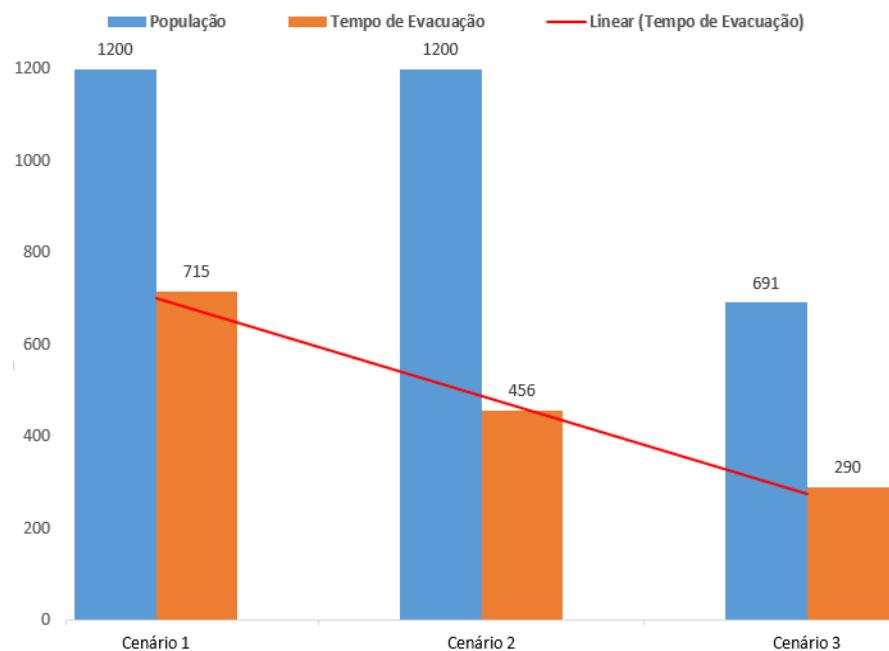


Figura 3. Gráfico da relação dos tempos resultantes de evacuação para os três cenários

## 5. CONCLUSÃO

A simulação Multiagente permite que diferentes cenários sejam estudados e diferentes técnicas aplicadas, em busca de informações e soluções que permitam aos pesquisadores e comunidade acadêmica verificar e validar dados e situações.

De acordo com os resultados obtidos, verifica-se que no Cenário 1, que corresponde ao incidente, tem um tempo de evacuação consideravelmente mais elevado do que nos outros dois cenários. Sendo assim, é possível verificar que a aplicação das normas indicadas pela NBR 9077 são importantes ferramentas para preservar a integridade física das pessoas e prover segurança e efetividade na evacuação de pessoas em locais de reunião social.

A partir desse estudo, os autores visam trazer uma contribuição para a comunidade de pesquisadores no contexto Multiagente, no que diz respeito a modelos de evacuação através de um estudo de caso de um cenário real, além de verificar a importância da norma NBR 9077 da ABNT aplicada à casas noturnas no Brasil.

Como trabalhos futuros, deverão ser estudados e aplicados comportamentos dos seres humanos em agentes no caso de pânico, tal como, dinâmicas de pensamento em grupo e emoções. Tais trabalhos, implementando cenários de evacuação em diferentes contextos.

A evolução deste trabalho utilizará como cenário a planta da Boate Kiss, levando em consideração os ambientes e obstáculos físicos, além de considerar algumas questões cognitivas nos agentes. A Figura 4, apresenta o cenário que está sendo desenvolvido.

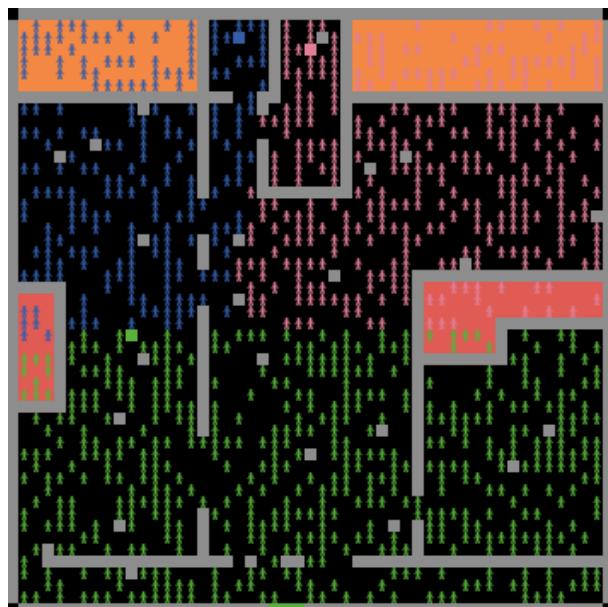


Figura 4. Cenário futuro de simulação baseado na planta baixa da boate Kiss

## REFERÊNCIAS

- Almeida, João Emílio; Kokkinogenis, Zafeiris; Rossetti, Rosaldo JF., 2012. NetLogo implementation of an evacuation scenario. In: Information Systems and Technologies (CISTI), 7th Iberian Conference on. IEEE, p. 1-4.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT:NBR 9077. Rio de Janeiro, Dezembro 2001. [Online]. Disponível em: <[http://www.fau.usp.br/cursos/graduacao/arq\\_urbanismo/disciplinas/aup0150/2014/Norma\\_Brasileira\\_9077\\_-\\_Saidas\\_de\\_Emergencia\\_em\\_Edificios.pdf](http://www.fau.usp.br/cursos/graduacao/arq_urbanismo/disciplinas/aup0150/2014/Norma_Brasileira_9077_-_Saidas_de_Emergencia_em_Edificios.pdf)>. Acesso em Novembro de 2016.
- Atiyeh, Bishara. Desastre na boate Kiss, Brasil. Rev. bras. cir. plást, v. 27, n. 4, p. 502-502, 2012.
- Luiz, Márcio, 2015. Dois anos depois, veja 24 erros que contribuíram para tragédia na Kiss [Online]. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2015/01/dois-anos-depois-veja-24-erros-que-contribuiram-para-tragedia-na-kiss.html>>. Acesso em Novembro de 2016.
- Souza D. V., Machado R. F., Montes R. G. E. e Souza I. C. Incêndio da Boate Kiss: análise da conduta ética dos engenheiros civis. Revista JurisFIB. ISSN 2236-4498. Volume IV, Ano IV, Dezembro 2013. Bauru - SP Kiss [Online]. Disponível em: <<http://www.revistajurisfib.com.br/artigos/1395811460.pdf>>. Acesso em Novembro de 2016.
- Wooldridge, M. and Jennings, N. R., 1994. Intelligent agents: Theory and practice. Knowledge Engineering Review. Submitted to Revised.

# ESPECIFICAÇÃO DE GEOINFORMAÇÃO NO FRAMEWORK DE RASTREABILIDADE

Silvia Ribeiro Mantuani, Mônica Scherer Vaz e Maria Salete Marcon Gomes Vaz

*Programa de Pós Graduação em Computação Aplicada da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG  
Avenida General Carlos Cavalcanti, 4748 - Uvaranas, Ponta Grossa - PR, 84030-900*

## RESUMO

Os consumidores buscam cada vez mais informações em relação à segurança alimentar, desde a origem e procedência dos alimentos, como também fatores relacionados ao sistema de produção e cuidados com o ambiente. Sistemas de rastreabilidade convencional apresentam-se como uma tecnologia adequada para analisar a situação de um produto em qualquer etapa de seu histórico na cadeia produtiva, porém não informa ao decorrer da cadeia de produção, os dados específicos em relação ao meio ambiente onde um lote do produto foi produzido. A georastreabilidade mostra-se como uma forma de complementar essa carência dos sistemas de rastreabilidade, possibilitando abranger informações sobre o produto, agregando valor intrínseco e identidade própria, além de diferenciá-lo em comparação aos seus similares disponíveis no mercado. Este artigo tem por objetivo especificar um módulo de georastreabilidade para o *framework* de rastreabilidade de grãos. Como resultado é apresentado às informações a respeito dos tipos de dados e atributos que a georastreabilidade é capaz de gerenciar.

## PALAVRAS-CHAVES

Segurança alimentar, qualidade, cadeia produtiva, rastreabilidade, georastreabilidade

## 1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da população, a demanda por alimentos torna-se cada vez maior. Por isso tende-se aumentar a produtividade das lavouras, muitas vezes, sem levar em consideração as práticas utilizadas para alcançar tal objetivo, podendo acarretar prejuízos tanto ambientais quanto para os consumidores destes alimentos. Além disso, os consumidores desejam obter informações mais minuciosas em relação ao que compram, principalmente, a origem do produto ou do método de produção utilizado (Comissão Européia, 2004).

A origem e a trajetória de produtos podem ser atestadas por meio de sistemas de rastreabilidade convencional, garantindo a segurança alimentar e a qualidade dos alimentos. A desvantagem disso é que o sistema não informa ao decorrer da cadeia de produção dados específicos em relação ao meio ambiente onde um lote do produto foi produzido. Essas informações ficam ocultas para os agentes da cadeia produtiva e para o consumidor final, porém elas podem fornecer informações adicionais e relevantes em relação à qualidade do produto, como indicadores ambientais e agronômicos em escalas variadas sobre a produção, inocuidade para a saúde humana e especificidades sobre o local de produção, como características do solo e indicadores de clima (MAPA, 2016).

Para complementar os sistemas de rastreabilidade convencional surge o conceito de georastreabilidade que possibilita aplicar a geoinformação na rastreabilidade de cadeias produtivas, vinculando coordenadas geográficas com as informações sobre o produto (EMBRAPA, 2008).

Este artigo tem por objetivo especificar os principais elementos para a aplicação de georastreabilidade no *framework* de rastreabilidade de grãos.

## 2. GEOINFORMAÇÃO

Segundo Câmara (2001), geoinformação é utilizar computadores como recurso de representação de dados espacialmente referenciados, conferindo uma informação a um atributo geográfico e este terá como

características únicas às coordenadas de longitude, latitude e altitude do local a que se refere, tornando-o um atributo georreferenciado.

Com a combinação entre a geoinformação e a rastreabilidade, surge o conceito de georrastreabilidade. Essa tecnologia necessita de informações documentadas da história dos eventos que ocorreram no ambiente de uma unidade de produção agrícola, podendo ter afetado o produto agrícola, desde a sementeira até à colheita, ou seja, que envolvam um número de explorações.

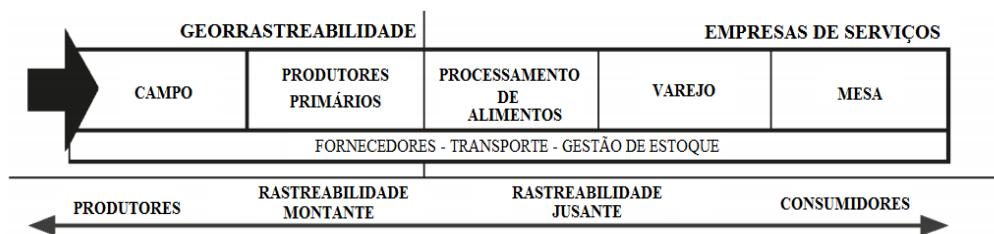


Figura 1. Local de georrastreabilidade na cadeia produtiva de alimentos

Legenda: Adaptado de Oger et. al. (2010) mostra a rastreabilidade na cadeia produtiva de alimentos sendo complementada pela georrastreabilidade no início onde ela é aplicável

Cada ponto de uma unidade de produção é descrita de forma georreferenciada, podendo incluir vários tipos de dados geográficos ou de dados temáticos a serem complementados pelo aspecto temporal (OGER et. al., 2010). Na Figura 1 é ilustrado o local de início do processo de georrastreabilidade na cadeia produtiva.

Com a geoinformação associada à rastreabilidade é possível aumentar o valor agregado dos produtos - diferenciando-os dos demais; mantém as características dos produtos - patrimônio das regiões específicas; incentiva investimentos na própria área de produção - com valorização das propriedades aumento do turismo, do padrão tecnológico e da oferta de emprego; aumenta o vínculo de confiança com o consumidor – e este passa a obter produto de qualidade e com características regionais; além de proporcionar maior competitividade no mercado internacional já que a geoinformação auxilia na garantia institucional da qualidade, reputação e identidade do produto (MAPA, 2016).

### 3. FRAMEWORK DE RASTREABILIDADE DE GRÃOS

A rastreabilidade pode ser definida como o processo para conhecer a origem de um determinado produto, identificar o caminho percorrido por ele ao longo da cadeia produtiva, e apontar o tempo deste percurso até chegar ao consumidor final (ECKSCHMIDT, 2009).

A tecnologia da informação tem um papel essencial para a integração e agilidade da troca das informações entre os agentes da cadeia de produção. Uma vez que temos a informação com qualidade armazenada, é fundamental o uso de sistemas computacionais para a assertividade na tomada de decisão por parte dos envolvidos na gestão da cadeia de produção, para melhorias de processos, pessoas ou produtos.

Visando atender essa demanda por integração dos dados e disponibilidade da informação para o cliente final através da internet, foi especificado o Framework RastroGrão (VAZ, 2014), buscando auxiliar o processo de rastreamento do processo de produção. Por meio da sua estrutura, é possível rastrear os produtos, as fases dos processos de produção de cada produto, além dos dados a serem rastreados em cada fase. De acordo com a estrutura definida, o processo pode auxiliar na rastreabilidade de qualquer tipo de grãos, já que o sistema pode ser gerenciado pelo usuário de acordo com as suas necessidades.

Como o processo de rastreabilidade não é estático e deve abranger todos os agentes da cadeia produtiva, o usuário pode personalizar o processo de acordo com cada necessidade, isto é, com as regras do agronegócio, com as normas que possam surgir e com as constantes pesquisas na área que podem resultar em novas necessidades em um processo de rastreabilidade.

O framework foi definido com uma interface amigável, tanto para a criação da estrutura de rastreabilidade como para o usuário que fará o registro das informações. O acesso é realizado pela internet, permitindo que as informações sejam acessadas por todos os agentes da cadeia. Desta forma, é possível atender às necessidades de cada empresa, visto que não se trata de um sistema com campos pré-definidos, mas sim, customizável e de fácil adaptação às regras de cada agronegócio.

Para especificar a georrastreabilidade para o framework de rastreabilidade de grão será considerado sistemas de rastreabilidade que integrem a geoinformação, regulamentos e leis referentes ao uso da geoinformação para rastreabilidade de alimentos.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em um sistema de rastreabilidade, a informação referente a um determinado produto está vinculada a um código exclusivo, permitindo que o histórico de um produto possa ser consultado em qualquer momento da cadeia produtiva. Para sistemas de rastreabilidade com a geoinformação, o código deve conter informações geográficas e administrativas para caracterizar e identificar, em espaço e tempo, o produto que será consultado. Para tentar garantir que este código possibilite fornecer tais informações, a georrastreabilidade usa conceitos de geoidentificador e de geoindicador.

Um geoidentificador é definido com base em dois componentes. O primeiro componente contém informações sobre as características gerais do objeto geográfico e o segundo é o componente avançado referente ao editor de código ou aos dados de rastreabilidade inseridos pelo agente, para a unidade de produção. O geoindicador é definido como um parâmetro quantitativo ou qualitativo, que fornece uma descrição geral do estado do ambiente ou de um produto, podendo ser usado para fins de inspeção (MAURIZI et al., 2002).

O RastroGrão foi modelado com 5 (cinco) módulos, sendo: 1) Cadastro Geral, compreende a Gestão de Usuários que terão acesso ao *Framework*, Gestão das Empresas, compreende as entidades com o processo de rastreabilidade estruturado e serão as gestoras dos dados e Gestão da Propriedade, compreendendo os locais onde o grão é produzido e de onde parte o processo de rastreabilidade. Essa etapa será complementada com a geoinformação; 2) Gestão da Estrutura da rastreabilidade, relacionada à gestão dos produtos, fases e atributos que farão parte da biblioteca, podendo ser customizada para cada empresa, adicionando geoidentificadores e geoindicadores; 3) Customização, módulo onde cada empresa seleciona os produtos, fases e respectivos atributos, que farão parte da sua estrutura a ser rastreada. Nesta etapa será optativo incluir os dados de geoinformação; 4) Registro dos Dados, módulo onde a empresa fará a inserção dos dados da produção, a rastreabilidade efetiva, com realização da modelagem para dados geoespaciais e, 5) Consulta dos dados e Geração das etiquetas de QRCode , contém as informações que cada empresa inseriu no banco de dados e que ficarão disponíveis para consulta da empresa e/ou usuário final. Na Figura 2 são apresentadas esta estrutura.



Figura 2. Módulos especificados para o *framework* RastroGrão complementados pela geoinformação  
Legenda: Adaptado de Vaz (2014) as bandeiras laranja indicam o local onde a geoinformação será inserida no *framework* de rastreabilidade RastroGrão e no módulo IV o desenho representa a adaptação da modelagem geoespacial que será realizada

A georastreabilidade foi aplicada no Projeto *Otag - Operational Management and Geodecisional Prototype to Track and Trace Agricultural Production*, um protótipo de geodecisão para rastrear a produção agropecuária, desenvolvido em parceria com Cemagref (França), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, Brasil), Université Laval (Canadá) e o Programa Cooperativo para *el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur* (PROCISUR, Argentina), com a finalidade de utilizar equipamentos eletrônicos com tecnologias de georreferenciamento em animais da cadeia de bovino de corte, assim como a aquisição, armazenamento e análise dos dados da movimentação (OTAG, 2008).

A partir do protótipo *OTAG* foi desenvolvido o software *GeoRastro* que visa melhorar o uso de geoinformação, métodos e mecanismos inovadores e economicamente viáveis, capazes de registrar os dados de origem e produção animal (gado de corte), com eficiência e acurácia (EMBRAPA, 2014).

## 5. CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS FUTURAS

A especificação de um módulo de georastreabilidade para um framework de rastreabilidade de grãos possibilita atribuir aos produtos características do seu local de origem, o que lhes garante reputação, valor intrínseco e identidade própria, além de distingui-los em relação aos seus similares disponíveis no mercado. Também, a georastreabilidade pode ser usada na implementação de sistemas de apoio à decisão agrícola, como seleção da melhor área para produção.

Um sistema com georastreabilidade pode controlar a geoinformação de vários produtos agrícolas, utilizando um atributo do tipo geoidentificador para localizar e qualificar a unidade de produção (cultura, talhão, etc), enquanto a especificação geográfica do meio ambiente usa geoindicadores. Os sistemas que utilizam a georastreabilidade são complementares aos sistemas de rastreabilidade presentes na área agrícola.

Como perspectivas futuras pretende-se fazer o levantamento detalhado de *softwares* que utilizam a georastreabilidade e com base nas informações levantadas neste artigo pretende-se fazer um módulo de georastreabilidade para o framework de rastreabilidade de grãos, expondo os principais atributos que serão necessários – geoidentificadores e/ou geoindicadores.

## REFERÊNCIAS

- Eckschmidt, Thomas., et al. O Livro Verde de Rastreamento: conceitos e desafios. 1<sup>a</sup>. edição. São Paulo. Livraria Varela, 2009.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. Disponível em: <<https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/georastro/>> Acesso em: 22 de Agosto de 2016.
- MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/indicacao-geografica>> Acesso em: 02 de Outubro de 2016.
- Maurizi B.; Verrel J.L. Des indicateurs pour les ações de Mestrado des poluições d'origine agricole. *Ingénieries*, v.30, 37-48, 2002.
- Oger, R.; Krafft, A.; Buffet, D.; Debord, M. Geotraceability: an innovative concept to enhance conventional traceability in the agri-food chain. *Biotechnology Agronomy Society Environment*. França, v. 14, 633-642, 2010.
- OTAG REPORT, 2008. Traceability in beef production and crisis management in bovine sector: state of art. OTAG Project Report.
- Vaz, M. C. S. Especificação de um Framework para Rastreabilidade da Cadeia Produtiva de Grãos. 87f. Dissertação de Mestrado em Computação Aplicada, Universidade Estadual de Ponta Grossa, PR, 2014.

# USO DE MÁQUINA DE VETOR DE SUPORTE PARA ESTIMATIVA DE ÍNDICES DE VEGETAÇÃO EM IMAGENS OBTIDAS POR AERONAVE REMOTAMENTE TRIPULADA

Alaine Margarete Guimarães<sup>1</sup>, Gustavo Perin<sup>1</sup>, Malcon Miranda Mikami<sup>1</sup>, Gislaine Gabardo<sup>2</sup>, Silvana Ohse<sup>2</sup> e Marluce Gonçalves Cortez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Ponta Grossa. Departamento de informática. Av. Carlos Cavalcanti, 4748 – 84030-900 - Ponta Grossa – PR – Brasil

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Ponta Grossa. Departamento de Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade. Av. Carlos Cavalcanti, 4748 – 84030-900 - Ponta Grossa – PR – Brasil

## RESUMO

Índices de vegetação (IVs) podem ser obtidos por meio de imagens aéreas obtidas por aeronaves remotamente tripuladas (RPAs) com câmera digital de baixo custo acoplada, sendo esta uma alternativa simples e barata em comparação a IVs obtidos a partir de sensores espectrais portáteis. O objetivo deste estudo foi utilizar algoritmo de máquina de vetor de suporte (SVM) para a estimativa de índices de vegetação (NDVI e VI\_2) na soja, a partir de dados de imagens coletadas por uma RPA, comparando e validando sua aplicação com um espetrômetro portátil terrestre. A aeronave eBee, equipada com uma câmera NIR, foi utilizada, bem como o sensor espectral GreenSeeker. As imagens capturadas pela RPA foram processadas a partir do software Pix4D, gerando um conjunto de dados analisados com o algoritmo de SVM. O modelo de estimativa determinado pelo algoritmo apresentou um coeficiente de determinação de 0,94 e 0,93 para a estimativa do NDVI e do IV, respectivamente, a partir de dados das imagens capturadas pela RPA. Esse elevado coeficiente demonstra que a estimativa do NDVI baseado em SVM e em imagens obtidas por RPA tem a mesma habilidade que os sensores espectrais portáteis para a quantificação da resposta espectral da cultura da soja.

## PALAVRAS-CHAVE

Aprendizado de Máquina, VANT, DRONE, SVM, processamento digital de imagens

## 1. INTRODUÇÃO

As Aeronaves Remotamente Tripuladas (RPAs), mais conhecidas como Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) tem sido apresentadas como uma ferramenta promissora e eficiente para várias aplicações agronômicas, incluindo abordagens de agricultura de precisão (Gómez-Candón et al., 2013). Sua eficiência pode ser observada pela redução no custo de coleta de dados, possibilidade de obter dados de maneira segura em diferentes situações e menor gasto em treinamento de profissionais para realização de tarefas (Longuitano, 2010).

Informações importantes podem ser extraídas de culturas a partir da interpretação visual de fotografias aéreas. Porém, melhores resultados podem ser obtidos pela análise e processamento digital das imagens obtidas. Uma maneira de extrair informações sobre culturas utilizando imagens digitais é por meio da estimativa de Índices de Vegetação (IVs) (Rasmussen et al., 2016). Esses índices correspondem a valores obtidos a partir de manipulação matemática de medidas da refletância espectral, podendo ser aplicados para diversas finalidades como estimativas de biomassa, evolução da cobertura vegetal e quantificação de produção. Dentre os vários IVs, um comumente utilizado para monitoramento de áreas agrícolas é o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) (Chaves et al., 2015).

Os valores de NDVI podem variar de -1 a +1. Quanto maior o valor do NDVI, maior o vigor de crescimento da cultura (Grohs et al., 2009). Este índice ainda pode se referir a medidas de teor de nitrogênio e de clorofila, sendo essencialmente correlacionável com parâmetros de vegetação (RASMUSSEN et al.,

2016). As medições de IVs podem ser feitas com uma variedade de sensores, desde sensores óticos geradores de imagem, com câmeras abrangendo diferentes faixas do espectro, variando de baixo a alto custo, até sensores não geradores imagens como espectrômetros.

Um desafio na utilização de RPAs com câmeras acopladas não é a própria aquisição de imagem, mas sua análise e interpretação, que encontra-se aquém da interpretação de imagens obtidas por satélite e por sensores remotos utilizados diretamente no solo (Rasmussen et al., 2016). Técnicas de Aprendizado de Máquina (AM) podem ser alternativas eficientes para extrair padrões em imagens obtidas por RPAs, contribuindo para viabilizar o uso desse tipo de equipamento. Entre as técnicas, as Máquinas de Vetores de Suporte (SVM do inglês Support Vector Machine) (Smola; Schoelkopf, 2004), podem ser eficientes para geração de modelos de regressão a partir de dados das imagens obtidas por RPAs.

O objetivo deste estudo foi utilizar a técnica de AM baseada em Máquinas de Vetores de Suporte (SVM) para criar modelos de regressão de estimativa de índices de vegetação da soja em imagens coletadas por RPAs, usando como parâmetro os índices obtidos por um espectrômetro portátil terrestre.

## 2. TRABALHOS CORRELATOS

O processamento digital de imagens obtidas por RPAs, associado ao uso de técnicas de AM, pode ser utilizado na agricultura para diversas finalidades de monitoramento por sensoriamento remoto, entre elas o monitoramento das condições fisiológicas das plantas (Dutra e Guimarães, 2015). Câmeras térmicas, multi e/ou hiperespectrais acopladas em RPAs foram usadas para obter dados em relação às características fisiológicas das plantas, como estimativa do teor de carotenoides das folhas (Zarco-Tejada et al., 2013), condutância do dossel e índice de estresse hídrico da cultura (Berni et al., 2009). Também através dos sensores pode-se obter diversos IVs como o NDVI, o Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI), infravermelho próximo (NIR) – vermelho (R), R/NIR, verde (G)/R e NIR/R (Sankaran et al., 2010). Esses trabalhos foram importantes, pois demonstraram que o uso de RPAs para obtenção de características fisiológicas das plantas é viável e aplicável na agricultura. Porém, existem dúvidas sobre a viabilidade do uso de RPAs em substituição a outras ferramentas para obtenção de índices de vegetação, como os sensores terrestres ativos do tipo espectrômetros portáteis.

Pauly (2016) utilizou RPAs e um espectrômetro portátil Greenseeker para coletar dados de uma área agrícola, e comparou valores de NDVI obtidos pelo sensor terrestre GreenSeeker e por diferentes tipos de imagens capturadas por uma RPA. Hakala et al. (2010) utilizaram uma câmera de baixo custo acoplada a uma RPA para verificar o fator de refletância bidirecional na neve, comparando com as informações obtidas com um espectrômetro. Eles concluíram que a câmera acoplada a RPA pode produzir fatores de refletância bem próximos aos medidos com um espectrômetro.

Também utilizando o espectrômetro GreenSeeker e uma RPA, Vergara-Diaz et al. (2016) analisaram a correlação do rendimento de grãos com a concentração de Nitrogênio na folha em diferentes níveis de adubação. A câmera acoplada a RPA foi do tipo multiespectral. Eles correlacionaram os valores de NDVI obtidos com diversos fatores, obtendo índices de predição ( $R^2$ ) próximos a 0,7.

Rasmussen et al. (2016) utilizaram uma RPA do tipo hexacóptero e uma RPA de asa fixa da marca eBee, com duas diferentes câmeras, incluindo a câmera utilizada neste trabalho, e um espectrômetro portátil para capturar índices de vegetação. Foi realizada a comparação dos mesmos considerando as configurações climáticas. O experimento foi submetido a análise estatística (ANOVA) e não foi encontrada diferenças significativas entre as câmeras, os índices e altitude do voo na obtenção de NDVI e outros índices. Porém, a variação nas condições de iluminação do ambiente apresentou diferenças significativas que devem ser considerada.

## 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em um Latossolo Vermelho da região dos Campos Gerais do Paraná, na Fazenda Escola “Capão da Onça” da Universidade Estadual de Ponta Grossa. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Cfb, com verões amenos e geadas frequentes durante o inverno. A altitude média é de 970 m. A precipitação pluvial média anual é de cerca de 1.550 mm.

Foram consideradas três regiões de estudo, que estavam sendo submetidas a diferentes tratamentos. Estes não serão discutidos neste trabalho. A primeira região é descrita como “Área A4”. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com 11 tratamentos e quatro repetições, totalizando 44 unidades experimentais de 4,5 x 4,0 m (18 m<sup>2</sup>), sendo a área total do experimento 50 x 16 m. A segunda área “Área A5” consta de 800 m<sup>2</sup> de área total. São 12 tratamentos e 4 repetições, totalizando 48 unidades experimentais de 4x4m. A terceira área, denominada “Área A6”, com 800 m<sup>2</sup> de área total, teve 13 tratamentos e 4 repetições, totalizando 52 unidades experimentais de 4x4m. Foi utilizado delineamento de blocos casualizados em parcelas subdivididas.

A base de dados foi construída contendo os dados de NDVI e IV das três áreas, obtidos tanto pelo equipamento Greenseeker como pelo processamento das imagens aéreas, resultando em 146 instâncias.

O índice de vegetação por diferença normalizada e o índice de vegetação foram calculados utilizando as equações (1) e (2), respectivamente, onde R é a refletância na banda do vermelho e NIR é a refletância na banda do infravermelho-próximo.

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)} \quad (1)$$

$$VI_2 = \frac{R}{NIR} \quad (2)$$

Os índices NDVI<sub>aéreo</sub> e VI<sub>2aéreo</sub> foram obtidos utilizando a aeronave eBee (Figura 1(a)) (Sensefly, 2015). A plataforma aérea foi equipada com uma câmera Canon Powershot S110 NIR, na qual o sensor espectral do azul é substituído por um sensor NIR. As imagens espectrais possuem os canais nas bandas do verde, vermelho e infravermelho-próximo e uma resolução de 3,4 cm/pixel. O voo foi conduzido em uma altitude de 120 metros em um dia ensolarado entre 12 e 14h. As imagens foram convertidas do formato RAW para TIFF no software eMotion e processadas no software Pix4D em que a extração do NDVI médio de cada unidade experimental foi feita por meio da ferramenta de recorte disponibilizada pelo software.

Os índices de vegetação NDVI<sub>solo</sub> e VI<sub>2solo</sub> em campo foram determinados com um espectrômetro portátil terrestre (GreenSeeker handheld crop sensor, Trimble, USA) (Figura 1(b)). Este aparelho utiliza diodos de emissão de radiação nas faixas do vermelho (650-670 nm) e infravermelho próximo (765-785 nm). A leitura de refletância é calculada por microprocessador interno, fornecendo o NDVI, que é transmitido a um computador portátil adaptado ao sensor (Ntech Industries, 2008). O equipamento foi posicionado à altura entre 0,8 e 1,0 m acima e paralelamente à superfície do solo. Todas as áreas experimentais foram medidas em mesmo dia, entre 12 e 14h, em março de 2016.



Figura 1. (a) RPA eBee; (b) GreenSeeker

Os dados foram submetidos ao algoritmo de SVM denominado SMOreg (Smola; Schoelkopf, 2004), que resolve, entre outros, problemas de regressão (Shevade et al., 1999). Este algoritmo está implementado no software WEKA versão 3.6.12 (Hall et al., 2009), ferramenta reconhecida como um sistema de referência em mineração de dados e aprendizado de máquina (Piatetsky- Shapiro, 2005).

O algoritmo SMOreg foi executado utilizando os seguintes parâmetros: validação cruzada=10 folds, c=1, kernel=PolyKernel, filterType = No normalization/standardization e regOptimizer = RegSMOImproved. Os resultados obtidos foram avaliados com base no coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cada um dos sensores lê os comprimentos de onda em determinadas amplitude de bandas ou espectros. O GreenSeeker é específico para um tipo de aplicação, já que captura apenas as bandas do vermelho e do infravermelho-próximo em uma amplitude fechada, além de necessitar a proximidade do sensor ao solo para a realização as leituras. As imagens capturadas pela câmera modificada Canon Powershot S110 captam uma maior amplitude considerando os comprimentos de onda e bandas espectrais. As imagens são obtidas de uma distância muito maior em relação ao alvo, comparado ao GreenSeeker. Apesar da diferença entre os equipamentos, foi possível obter uma alta correlação, que pode ser vista nos modelos gerados pela SVM (Tabela 1).

Tabela 1. Resultado da aplicação de SVM na estimativa de modelos de regressão

| Índice | Modelo                         | R <sup>2</sup> |
|--------|--------------------------------|----------------|
| NDVI   | NDVI = 1,5186 * Pix4D – 0,1937 | <b>0,94</b>    |
| IV     | IV = 1,3958 * Pix4D - 0,2018   | <b>0,93</b>    |

Os resultados obtidos nesse trabalho apresentam níveis de correlação e determinação superiores a encontrados na literatura em trabalhos correlatos, como o caso de Pauly (2016) que obteve como maior índice de correlação o R<sup>2</sup> de 0,82 ao correlacionar valores de NDVI obtidos pelo sensor GreenSeeker com valores extraídos de diferentes tipos de imagens capturadas por RPA.

O coeficiente de determinação dos modelos obtidos neste trabalho, sendo 0,94 para o NDVI e 0,93 para o IV, utilizando a técnica de SVM, também foi superior ao resultado obtido por Vergara-Díaz et al. (2016) , que utilizaram o GreenSeeker e uma RPA câmera multiespectral. A correlação obtida com modelos de regressão simples definiu um coeficiente de determinação de 0,7 para o rendimento de grãos e concentração de Nitrogênio na folha em diferentes níveis de adubação. O uso de SVM poderia ser considerado por Vergara-Díaz et al. (2016) para a obtenção de modelos de regressão mais precisos, dado que a base de dados resultante deles possui alta dimensão, para o que SVM pode apresentar desempenho melhor do que outras técnicas.

## 5. CONCLUSÃO

Os modelos calculados pelo algoritmo de SVM apresentaram capacidade de determinação satisfatória para ambos os índices de vegetação IV e NDVI. Com isso, conclui-se que é possível calcular estes índices de vegetação associando a técnica de SVM com imagens obtidas por RPAs, com a mesma eficiência que tais índices são obtidos por equipamentos portáteis.

## AGRADECIMENTOS

A FINEP e a Universidade Estadual de Ponta Grossa, pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

- Berni, J. A. J. et al., 2009. Thermal and narrowband multispectral remote sensing for vegetation monitoring from unmanned aerial vehicle. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Vol. 47.
- Chaves, A. A. et al., 2015. Uso de VANTs e processamento digital de imagens para a quantificação de áreas de solo e de vegetação. XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Abril de 2015, João Pessoa-PB. Anais. INPE.
- Grohs, D. et al., 2009. Model for yield potential estimation in wheat and barley using the GreenSeeker sensor. *Engenharia Agrícola*, Vol. 29, No. 1, pp. 101-112.

- Dutra, E. P. e Guimarães. A. M., 2015. Uso de VANTs na Agricultura – Obtenção e Tratamento de Dados. TCC. X Congresso Brasileiro de Agroinformática. Outubro de 2015. Ponta Grossa.-PR. Anais.
- Gomez-Candon, D.; Castro, A. I.; Lopez-Granados, F., 2014. Assessing the accuracy of mosaics from unmanned aerial vehicle (UAV) imagery for precision agriculture purposes in wheat. (Report). *Precision Agriculture*, 15(1), 44.
- Hakala, T.; Suomalainen, J; Peltoniemi, J. I., 2010. Acquisition of Bidirectional Reflectance Factor Dataset Using a Micro Unmanned Aerial Vehicle and a Consumer Camera. *Remote Sensing*. Vol. 2, No. 3, pp. 819–832.
- Hall, M. et al., 2009. The WEKA data mining software: an update. *ACM SIGKDD explorations newsletter*, Vol. 11, No. 1, pp. 10-18.
- Longhitano, G. A., 2010. VANTs para sensoriamento remoto: aplicabilidade na avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas. 148 p., Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Ntech Industries, 2016. GreenSeeker Manuals. Disponível em: <http://www.ntechindustries.com/greenseeker-manual.html>. Acesso em: 19 ago. 2016.
- Pauly, K., 2016. Towards Calibrated Vegetation Indices from UAS-derived Orthomosaics. 13th International Conference on Precision Agriculture. St. Louis, Missouri, USA.
- Piatetsky-Shapiro, G., 2016. KDnuggets news on SIGKDD service award. Disponível em: <<http://www.kdnuggets.com/news/2005/n13/2i.html>> Acesso em: 30 ago. 2016.
- Rasmussen, I. et al., 2016. Are vegetation indices derived from consumer-grade cameras mounted on UAVs sufficiently reliable for assessing experimental plots? *Eur. J. Agron.* Vol. 74, pp. 75-92.
- Sankaran, S.; Mishra, A.; Ehsani, R.; Davis, C., 2010. A review of advanced techniques for detecting plant diseases. *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 72, pp. 1-13.
- Sensefly, 2015 Extended User manual. Revisão 16.
- Shevade, S. K et al., 2000. Improvements to the SMO algorithm for SVM regression. *IEEE transactions on neural networks*, Vol. 11, No. 5, pp. 1188-1193.
- Smola, A. J.; Schölkopf, B., 2004. A tutorial on support vector regression. *Statistics and computing*, Vol. 14, No. 3, pp. 199-222.
- Vergara-Díaz, O. et al., 2016. A novel remote sensing approach for prediction of maize yield under different conditions of nitrogen fertilization. *Frontiers in plant science*, Vol. 7.
- Zarco-Tejada, P. J. et al., 2013. Estimating leaf carotenoid content in vineyards using high resolution hyperspectral imagery acquired from an unmanned aerial vehicle (UAV). *Agricultural and Forest Meteorology*, Vol. 171–172, pp. 281-294.

# REDES SOCIAIS: COMO OS ADOLESCENTES LIDAM COM A VIDA NA INTERNET

Rodrigo de Oliveira Soares<sup>1</sup>, Cláudia Aline Soares Monteiro<sup>2</sup>, Eliseo Berni Reategui<sup>1</sup>, Neiliane Silva<sup>3</sup>, Daniela Duarte da Silva Bagatini<sup>4</sup> e Maria Cristina Villanova Biasuz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UFRGS

<sup>2</sup>UFMA

<sup>3</sup>UFMA

<sup>4</sup>UFRGS / UNISC / FADERGS

Brasil

## RESUMO

As redes sociais são um fenômeno que vem se popularizando e transformando o modo como as relações se estabelecem na contemporaneidade. A construção científica feita pela Psicologia, Informática e áreas relacionadas à temática tem crescido nos últimos anos assim como a demanda observada na realidade escolar contemporânea. Estes fatores motivaram a elaboração deste trabalho que objetivou identificar como os adolescentes lidam com a vida na internet, especialmente nas redes sociais, de modo a discutir a maneira que encaram esta experiência. O método utilizado na pesquisa foi o do Grupo Focal, com um grupo composto por treze adolescentes de ambos os sexos, com idade entre 12 e 14 anos, recrutados em uma escola de ensino fundamental brasileira. Observou-se com base nos dados que a internet é parte importante na rotina dos adolescentes e que o uso que fazem desta nem sempre é supervisionado e/ou orientado pelos pais. Os jovens demonstraram saber dos riscos que as redes sociais podem oferecer, trazendo à tona temas como a dependência de internet, pedofilia e sexting. A noção dos riscos existentes não pareceu empecilho para que os participantes continuassem a utilizar as redes sociais ou mesmo para que a família os proibisse: o que se observou após a coleta é que a experiência de estar/usar a internet era prazerosa e o retorno do grupo bastante valorizado.

## PALAVRAS-CHAVE

Redes Sociais; Vida na Internet; Adolescentes na Internet

## 1. INTRODUÇÃO

A análise do uso da internet e das redes sociais é um campo emergente na produção científica atual. Com o intuito de aprimorar o entendimento sobre o crescimento da estrutura e da tecnologia das redes sociais, pesquisadores em vários domínios do conhecimento, a exemplo do historiador britânico Andrew Keen (2009; 2012) e o filósofo francês Pierre Lévy (2003), se envolveram em investigações teóricas e aplicadas. Neste cenário, tecnologias digitais se difundem, mostrando à população maneiras diversas de lidar com a tecnologia em si e com a rapidez através da qual as informações se propagam (Nicolaci-da-Costa, 2004; Recuero, 2010; Azevedo, 2013).

No início da popularização da internet, foram divulgados estudos realizados por psicólogos norte-americanos, em especial Young (1996, 1998) e Greenfield (1999), que deram início a uma discussão sobre a existência de um comportamento compulsivo na rede que, na opinião de ambos os autores, era semelhante ao do jogo patológico catalogado no *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM-IV). No caso do uso patológico da internet, Greenfield (2011) acredita ser quase impossível atingir um nível de abstinência total durante o tratamento, o que costuma ser o objetivo central nos casos de abuso de álcool e substâncias. Ao invés disso, o que é proposto pelo autor é que o tratamento auxilie o dependente a atingir um padrão de uso moderado.

Para os autores do presente estudo, fica claro que não se pode desconsiderar as relações estabelecidas por intermédio de computadores na dinâmica atual, visto que são amplamente presentes e incomparavelmente mais acessíveis que no passado. Neste sentido, Rich (2013) observa que qualquer ferramenta tecnológica utilizada hoje estará obsoleta há muito tempo no momento em que as crianças e adolescentes atingirem a vida

adulta, levando em consideração, por exemplo, como o iPad e dispositivos semelhantes modificaram drasticamente nossa relação com as telas interativas e redes sociais em tão pouco tempo. O autor propõe que nos distanciemos de questionamentos sobre o que é possível ou não, do que é bom ou ruim dentro da utilização dessas tecnologias, nos preocupando efetivamente em garantir uma experiência mais produtiva durante esta interação.

Considerando o uso produtivo da internet e seus recursos como uma conquista a ser atingida somente após uma série de estudos e observações que objetivem compreender este fenômeno, a forte presença dos adolescentes nas novas redes mediadas pela internet não deve passar despercebida e sua experiência levada em consideração. Portanto, este artigo explora uma pesquisa realizada com adolescentes sobre a forma como encaram a experiência com as redes sociais. O artigo inicia discutindo a vivência do adolescente com o outro por meio das redes sociais. Logo, apresenta-se o método de pesquisa e a coleta de dados realizada. Por fim, discute-se sobre os resultados obtidos e faz-se considerações finais.

## 2. VIDA NA INTERNET

A facilidade de acesso, tanto às novidades tecnológicas quanto à internet propriamente dita, possibilitou que o usuário, em especial o adolescente, intensificasse sua experiência no mundo virtual, abrindo possibilidades para que ele, inclusive, participasse mais ativamente do que era produzido na internet. Esta proposta colaborativa tornou convidativa a vivência na rede, creditando relevância às contribuições de seu público de usuários. Nas seções seguintes discutiremos a relação que os participantes deste estudo estabelecem nas redes sociais, suas peculiaridades e considerações que fazem a respeito desta.

### 2.1 Método

Participaram desta pesquisa 13 alunos(as) de Ensino Fundamental Maior de uma escola particular no nordeste do Brasil com idade entre 12 e 14 anos e a quantidade de participantes foi delimitada com base nos estudos de Trad (2009) a respeito do número ideal para uma condução bem-sucedida de um trabalho de grupo focal.

Foram realizados 2 encontros que seguiram o método de Grupo Focal, com planejamento baseado nos estudos de Trad (2009), utilizando um roteiro de entrevista contendo poucos itens, com questões disparadoras para aprofundamento da discussão em grupo, o que possibilitou certa flexibilidade na condução dos encontros, com registro de temas não previstos, mas relevantes. Outras questões suscitadas no primeiro encontro foram discutidas mais detalhadamente no segundo encontro, proporcionando o tempo necessário para o grupo falar mais sobre o tema. Os dois encontros do Grupo Focal objetivaram identificar o que os adolescentes entendiam por vida na internet, a função da internet em suas rotinas, além das exigências e limites que a vida na internet impõe e as formas de lidar com eles. Para que estes objetivos fossem atingidos, as perguntas que nortearam a condução dos encontros abordavam essencialmente temas como o modo que a internet e as redes sociais estavam presentes na vida dos participantes da pesquisa, possíveis diferenças entre a vida dentro e fora da rede, o que os motivava a participar de uma rede social, além de discutir as demarcações da tênue linha que separa o que pode e o que não pode ser feito na internet, dando margem ao debate sobre papéis determinantes no controle do uso que o grupo fazia das mídias digitais.

Para a análise de dados, com base na transcrição das entrevistas, foi utilizada a técnica de Análise de Discurso proposta por Nicolaci-da-Costa (1989, 1994, apud Nicolaci-da-Costa, 2002). A análise qualitativa foi realizada em duas grandes etapas: (1) na análise intersujeitos foram reunidas todas as respostas de todos os sujeitos a cada uma das perguntas, o que nos propiciou uma visão panorâmica dos depoimentos gerados por cada uma das questões; (2) na análise intrassujeitos, onde se tomaram as respostas de cada um dos sujeitos como um único conjunto dentro do qual são analisados possíveis conflitos de opiniões, inconsistências entre respostas, sentimentos contraditórios, entre outros.

O grupo de 13 alunos compareceu em sua totalidade no primeiro encontro e foi orientado pelo pesquisador, que na ocasião atuava como psicólogo escolar da instituição, sobre o funcionamento do Grupo Focal seguido de alguns combinados para a condução do encontro, a fim de que todos pudessem ser ouvidos sem grandes dificuldades. A partir deste momento, foi solicitado a eles que prenchessem um breve questionário sóciodemográfico, de modo a auxiliar na caracterização do grupo com questões de múltipla

escolha e abertas sobre gênero, idade, escolaridade, constituição familiar, entre outros. Neste mesmo questionário todos os participantes afirmaram ter computador em casa e que acessavam a internet diariamente de sua rede doméstica. Para finalizar estas perguntas, complementando as questões sobre o uso da internet, os participantes foram questionados sobre quais redes sociais utilizavam. As respostas apontaram a preponderância do Facebook (12) e WhatsApp (12) entre as redes mais utilizadas pelo grupo, seguidos dos também populares Instagram (8), Twitter (4) e Skype (3).

## 2.2 Resultados

Alguns participantes relatam que antes não se importavam com as redes, mas que o grupo que já havia aderido começou a tornar-se maioria e, para inteirarem-se nas rodas de conversa e entenderem as menções às páginas, cada vez mais frequentes, resolveram criar um perfil próprio. Os componentes do grupo concordavam em suas falas que as redes sociais têm se enquadrado na vida das pessoas nos últimos tempos, explicando a forte presença delas em suas vidas. Uma das participantes, Letícia (para preservar a identidade dos participantes, todos os nomes utilizados neste artigo são fictícios), de 12 anos, opina:

*Eu acho que a rede social, na verdade, ela não tá se enquadrando, ela já se enquadrou na nossa vida porque eu, por exemplo, quando eu chego em casa, de qualquer lugar, eu não vou beber água, eu vou mexer no celular. Ver se tem mensagem ou se alguém ficou online pra conversar.*

Os participantes relatam que, nas ocasiões em que se viram impossibilitados de usar a internet, receberam centenas de notificações via celular de ocorrências em suas redes sociais tão logo puderam reconectar-se. A maioria das notificações vêm do WhatsApp, principalmente dos grupos criados no aplicativo.

Durante os encontros, alguns participantes do grupo revelaram ter tido um momento de deslumbramento com as possibilidades oferecidas pela internet e redes sociais. Condicionam suas saídas de casa à possibilidade de continuarem conectados, apresentando ansiedade quando privados de seus dispositivos ou de conexão, nos remetendo ao que abordam Young (1996, 1998), Young e Abreu (2011), Greenfield (1999, 2011), Abreu (2013) e Rich (2013).

O grupo falava da internet como algo que já havia se enquadrado no nosso modo de vida. A necessidade de constantemente verificar as redes sociais apareceu inclusive na execução dos encontros, onde um dos combinados acordados com o grupo era de que os celulares ficassem no modo silencioso ou desligados, a fim de evitar interrupções e garantir que todos acompanhassem a conversa, à medida que evoluímos na discussão. Durante os encontros, o pesquisador precisou repetir o pedido de guardar o celular a 5 participantes, sendo necessário pedir mais 2 vezes a um deles. Resistir aos impulsos ou prever aplicativos e redes que possam causar alguma dependência e posteriormente evitá-los não aparece como um critério ou preocupação no discurso do restante do grupo, além do que diz André sobre não utilizar o WhatsApp. Neste sentido, o grupo debate as mudanças que a comunicação mediada por computador e outros dispositivos tem ocasionado. Safira conta:

*Eu e minha amiga, [...] a gente fica conversando pelo WhatsApp. Sendo que a gente tá uma do lado da outra.*

Sobre essa maneira predominantemente virtual de se comunicar, alguns já acompanham pela própria rede, pensamentos acerca dessa nova realidade que se apresenta e seus desdobramentos. Juliana, 12 anos, relata:

*Uma vez, eu olhei no 'face' [...] assim: 'Não temos wifi, conversem entre vocês'. Eu achei isso legal porque, tipo assim, eu sei que a internet é bom e tal, mas também a gente precisa manter o contato com as pessoas, né?*

Compareceu muito fortemente nos relatos do grupo uma valorização do meio virtual em detrimento do mundo off-line quando estes falam de experiências em que se encontravam fisicamente com alguém, mas estavam centrados no que acontecia nas redes através de seus aparelhos celulares. O participante Ruan, 13 anos, observa:

*Eu acho que as pessoas são diferentes na rede social. Eu acho que elas conseguem se abrir mais, porque eu mesmo já tive a vivência disso.*

Os participantes do grupo também foram questionados se já tinham conhecido pessoalmente alguém com quem só mantinham contato virtual e se tinham achado muito diferente. Neste momento do encontro, tópicos como cuidados ao falar com desconhecidos na internet foram discutidos. A participante Beatriz relatou que só aceitava em seus perfis virtuais pessoas que ela já conhecia fora da rede.

Em relação às surpresas e riscos que o contato com desconhecidos pela internet pode trazer, alguns participantes tocaram na temática da pedofilia e dos perigos que envolvem a incerteza sobre a identidade das pessoas com quem fazemos contato na rede. Marília remete-se a um episódio em que adicionou um rapaz à sua rede de amigos no Facebook, após conversarem em um grupo sobre livros. Na concepção de Marília,

independentemente da mesma faixa etária, a mera suposição da existência de interesses além da amizade classificaria um contato como pedófilo. Ainda em seus relatos sobre os riscos da exposição excessiva nas redes sociais, Adriano observa que algumas pessoas disponibilizam publicamente seus números de telefone cadastrados no aplicativo WhatsApp:

*Eu acho no Instagram errado quando as pessoas botam assim: 'Whats, só pedir' ou botam o número do WhatsApp [...] porque pode vir alguma pessoa e se passar por outra e talvez fazer besteira, né?*

A participante Safira também relata:

*'Hackearam' o Instagram do meu amigo e ele ficou super triste porque ele falava com uma menina [...], mandou uma foto pra ela, aí ela pegou essa foto, pegou o Instagram dele, postou essa foto e ele estava com poses pessoais (sensuais). [...] Foi questão de segundos e todo mundo já tinha visto.*

Sobre a existência de proibições em relação ao conteúdo divulgado nas redes sociais, o grupo defende que na rede, considerando que cada usuário tem sua página, cada um pode publicar o que desejar. Júlio, 13 anos, diz:

*Eu acho que o Facebook tem várias utilidades, [...] pode ser usado pro bem e pro mal. Dependendo do pensamento da pessoa, você pode fazer tudo hoje em dia, em qualquer rede social. Não tem proibição, [...] porque quando você se cadastra numa rede social, é pública. Aí você posta o que você quiser.*

Quando questionados sobre o que era permitido ou não na internet, o bom senso foi destacado por uma participante, de modo a defender que caberia a cada um decidir o que é certo ou errado em sua experiência na internet. Beatriz alerta para a existência de um excesso de ingenuidade em algumas pessoas:

*As pessoas são muito levadas pelas outras. Elas acham que 'Ó, meu Deus! Vou conversar com uma pessoa, conhecer ela' e acaba que não é o que parece.*

Ao final do segundo e último encontro, o grupo foi questionado sobre a supervisão dos pais no que tange ao uso que eles faziam da internet, para que os participantes falassem se havia ou não acompanhamento por parte de seus responsáveis. As respostas variaram. Ruan afirma que a mãe não manuseia seu celular, mas o aconselha:

*Mamãe não acompanha, [...] não se importa muito de olhar, mas ela me avisa bastante dos perigos. olham.*

Beatriz afirma encarar com tranquilidade a situação:

*A minha mãe sempre acompanha. Toda hora ela tá pegando o meu celular pra ver o meu WhatsApp e Instagram. [...] Agora o meu pai já é bem mais cuidadoso, porque ele diz: 'Tu não pode fazer tal coisa'. Ele tá toda hora dizendo [...] que eu não posso falar com estranhos na internet, que eu não posso ver coisas que são para maiores de idade. [...] Eu não vejo isso como um problema, porque eu sei que eles têm cuidado comigo, [...] então eu encaro isso bem. [...] Eu gosto, porque eu sei que ele tá querendo o meu bem.*

Na conclusão apresentada a seguir, relaciona-se os dados coletados e faz-se uma discussão sobre estes.

### 3. CONCLUSÃO

A coleta de dados da pesquisa possibilitou que temas fundamentais no que concerne ao uso das redes sociais fossem suscitados durante os encontros. É preciso destacar a recorrente fala dos participantes sobre a pedofilia e a turva compreensão que fazem do conceito. Os adolescentes verbalizaram ser criteriosos e bem orientados dos riscos que a internet pode proporcionar. Contudo, se a orientação dos pais consiste também em acompanhar se os filhos estão seguindo-as é um questionamento que necessita de investigação futura mais apurada. O que as respostas mostram é que, ainda que se tenha noção de que a internet, mesmo com suas vantagens, também oferece riscos, há lacunas na concretização dessa noção que possivelmente desconsideram a ingenuidade de alguns jovens.

Os resultados obtidos durante os encontros nos mostram que o que mais influenciou a adesão dos participantes às redes sociais foram os amigos, de modo que apenas 1 participante relatou ter entrado por influência do irmão, sendo ainda os amigos os contatos com quem eles mais interagiam na rede.

Finalmente, pode-se dizer que os resultados dos encontros mostraram que as redes sociais são um fenômeno cuja existência e relevância é cada vez maior na vida dos adolescentes. Contudo, o que precisamos refletir é: nesse padrão de progressiva virtualização do contato, o que o futuro reserva? Como nossas relações serão transformadas para além do que já observamos atualmente? Ao que tudo indica, o caminho para esclarecer estes questionamentos ainda requer incontáveis curtidas e hashtags, mas vale ser compartilhado. Com base nos dados coletados, é possível concluir que este estudo contribuiu para aprimorar a compreensão de como os adolescentes lidam com a vida na internet, mais especificamente nas redes sociais, possibilitando uma discussão sobre a maneira como encaram esta experiência em constante mutação.

## REFERÊNCIAS

- Abreu, C. N., 2013. Dependência tecnológica (internet e celular): transtornos psiquiátricos do século XXI? (Palestra). *In: II Congresso Brasileiro de Informática da Educação*. Campinas, São Paulo, Brasil. 29 de novembro de 2013. Tempo aproximado: 110 min.
- Azevedo, Y. L., 2013. Exposição em redes sociais: uma análise funcional (Palestra). *In: 3ª Semana de Psicologia da Faculdade Pitágoras: psicólogo na mídia*. 14 de novembro de 2013. Tempo aproximado: 30 min.
- DSM-IV-TR., 2002. *Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais*. Tradução Claudia Dornelles. 4 ed. Texto revisado. Artmed, São Paulo, Brasil.
- Greenfield, D., 2011. *As propriedades de dependência do uso de internet*. Em: K. S. YOUNG e C. N. ABREU (Orgs). *Dependência de Internet – Manual e guia de avaliação e tratamento*. Artmed Ed., Porto Alegre, Brasil.
- Greenfield, D., 1999. *Virtual addiction: help for netheads, cyberfreaks, and those who love them*. New Harbinger, New York, USA.
- Keen, A., 2009. *O culto do amador: como blogs, Myspace, Youtube e a pirataria digital estão destruindo nossa economia, cultura e valores*. Tradução Maria Luiza Borges. Jorge Zahar Ed., Rio de Janeiro, Brasil.
- Keen, A., 2012. *Vertigem digital: por que as redes sociais estão nos dividindo, diminuindo e desorientando*. Tradução Alexandre Martins. Zahar Ed., Rio de Janeiro, Brasil.
- Lévy, P., 2003. *A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço*. 4 ed. Loyola Ed., São Paulo, Brasil.
- Nicolaci-da-Costa, A. M., 2004. Impactos psicológicos do uso de celulares: uma pesquisa exploratória com jovens brasileiros. *In: Psic.: Teor. e Pesq. [online]*. Vol. 20, No. 2, pp. 165-174.
- Nicolaci-da-Costa, A. M., 2002. Internet: a negatividade do discurso da mídia versus a positividade da experiência pessoal. À qual dar crédito? *In: Estudos de Psicologia*, Natal, Brasil, Vol. 7, No. 1, pp. 25-36.
- Nicolaci-da-Costa, A. M., 1989. Questões metodológicas sobre a análise de discurso. *In: Psicologia: Reflexão e Crítica*, Vol. 4(1/2), pp. 103-108.
- Nicolaci-da-Costa, A. M., 1994. A análise de discurso em questão. *In: Psicologia: Teoria e Pesquisa*. Vol. 10(2), pp. 317-331.
- Recuero, R., 2010. *Fluxos de Informação e Capital Social nos Weblogs*. Em: C. Steffens; K. M. Pozenato. *Mídia, cultura e contemporaneidade*. EDUCS, Caxias do Sul, Brasil, pp. 117-142.
- Rich, M., 2013. *As mídias e seus efeitos na saúde e no desenvolvimento de crianças e adolescentes: reestruturando a questão da era digital*. Em: C. N. Abreu, E. Eisenstein e S. G. B. Estefenon (Orgs). *Vivendo esse mundo digital: impactos na saúde, na educação e nos comportamentos sociais*. Artmed Ed., Porto Alegre, Brasil.
- Trad, L. A. B., 2009. Grupos focais: conceitos, procedimentos e reflexões baseadas em experiências com o uso da técnica em pesquisas de saúde. *In: Physis*, Rio de Janeiro, Vol. 19, No. 3, pp. 777-796.
- Young, K., 1998. *Caught in the net: how to recognize the signs of the Internet Addiction and winning strategy for recovery*. John Wiley & Sons, New York, USA.
- Young, K., 1996. *Internet addiction: the emergence of a new disorder*. Disponível em: <http://www.netaddiction.com>. Acesso em: 10 de outubro de 2016.
- Young, K.S.; Abreu, C.N., 2011. *Dependência de Internet – Manual e guia de avaliação e tratamento*. Artmed Ed., Porto Alegre, Brasil.

# INTERATIVIDADE E IMERSÃO NA ESTÉTICA DOS GAMES ONLINE

Daniela Duarte da Silva Bagatini<sup>1</sup>, Flávia Girardo Botelho Borges<sup>2</sup>, Fernando Telles<sup>3</sup>,  
Maria Cristina Villanova Biasuz<sup>3</sup>, Rodrigo de Oliveira Soares<sup>3</sup> e Eliseo Berni Reategui<sup>3</sup>

<sup>1</sup>UFRGS / UNISC / FADERGS

<sup>2</sup>UFRGS / UFMT

<sup>3</sup>UFRGS

Brasil

## RESUMO

Este artigo apresenta a diversidade estética dos games como um artefato lúdico que vem operando transformações no modo de fazer e pensar a arte e a educação. Procuramos problematizar os jogos eletrônicos, especialmente os games online, como narrativas próprias da contemporaneidade, que encontram no substrato tecnológico e na rede Internet toda uma gama de possibilidades provenientes da convergência entre imagens, sons e interação. Abordamos tais conceitos sob a perspectiva da endoestética, discutindo aspectos importantes e analisando como o entretenimento eletrônico online contemporâneo ultrapassa as barreiras da infância e subjetiva novos modos de interação social e de aprendizagem.

## PALAVRAS-CHAVE

Games Online, Interatividade, Imersão

## 1. INTRODUÇÃO

O game é indubitavelmente um dos tipos de mídia mais difundidos na atualidade. Além de sua popularidade como brinquedo eletrônico encontrado em muitos lares do mundo, é uma forma de entretenimento que não se restringe a um tipo específico de aparelho, está presente nos dispositivos portáteis mais utilizados, como celulares e *tablets*. Os games online já consistem em uma das principais atividades de lazer disponíveis na Internet. Ainda que estudos apontem que os games agregam pessoas, suscitam a criatividade, permitem a experiência de formas inéditas de colaboração e participem de transformações nos modos de pensar e agir contemporâneos, o desconhecimento sobre a proporção de seus efeitos convida pais e educadores a repensarem o papel destas mídias na educação formal e na vida cotidiana (Jones, 2004; Crozat, 2006; Anderson; Bushman, 2001; Anderson, 2004 E Sabourin, 2014).

Em meio a polêmicas, a indústria dos jogos tem sobrevivido à pirataria e ganhando maior espaço com a Internet, está entre os negócios mais lucrativos do mundo, ocupando a terceira posição em movimentação financeira mundial (Santaella, 2007). No entanto, para além da questão econômica nos interessa problematizar os games como narrativas próprias da contemporaneidade. Narrativas estas que encontram no substrato tecnológico e na Internet toda uma gama de possibilidades provenientes da convergência entre imagens, sons e interação.

Este artigo coloca em reflexão a discussão sobre a endoestética dos games online que proporciona ao sujeito a interação de maneira imersiva (estética da simulação). Chama a atenção para o fato de que a disseminação dos jogos na Internet potencializam narrativas próprias da contemporaneidade, subjetiva novos modos de interação, convivência, interação social e aprendizagem. O game, enquanto um artefato lúdico vem operando transformações no modo de fazer, de se relacionar e de pensar a arte e a educação.

## 2. ENDOESTÉTICA DOS GAMES ONLINE

Conforme Jull (2003) e Ranhel (2009), em geral, um jogo baseia-se em regras fixas, possui consequências negociáveis, resultados variáveis e passíveis de quantificação, além de ensejar uma atividade em que o jogador empenha determinado esforço e reconhece o resultado, a ponto de poder valorar seu desempenho. A enumeração de tais aspectos, segundo Ranhel (2009), é compatível com o modo como os jogos computacionais dão suporte à experiência do jogar. Trata-se de considerar que os games são eficazes em operar em um espaço de regras estabelecido, automatizam a quantificação dos resultados, possuem diferentes modos de valorização do esforço e suscitam um comprometimento do jogador consigo mesmo.

Referente aos jogos eletrônicos, o termo imersão tem sido utilizado para abordar o modo que o sujeito mergulha dentro das imagens, dos sons gerados pelo computador e da situação de interação. Sabe-se que a imersão não é uma propriedade exclusiva dos jogos eletrônicos, visto que a encontramos em muitas ações do brincar e do fantasiar (Winnicott, 1975; Rodulfo, 2009). Então, o que torna os jogos eletrônicos tão capazes de produzir a imersão do jogador?

Além dos aspectos estruturais dos games, é preciso situar o caráter de ludicidade dos jogos que, de acordo com Santaella (2007) sugere que esta mídia possui propriedades capazes de apelo e aderência psíquica e cultural. Esta ludicidade é evidenciada pela junção da estrutura imagética/sonora desta mídia e a necessidade do prazer do brincar. Além disso, fica cada vez mais evidente que o jogador percorre um caminho de transformação da posição de observador externo para um observador-participante interno, que brinca com a ideia de simulacro, que vai além da interface humano-computador.

Entendemos que este espaço de inter-relação entre o jogo e o sujeito constitui além de um modo de aprendizagem, um modo de ser e habitar o mundo (Rodulfo, 2009). Segundo o filósofo Huizinga (2007), tomamos o jogo como forma significante de atuar no mundo. Com base em Giannetti (2006), a endoestética configura-se como a estética da simulação, de forma que o participante desempenha ação ativa na narrativa da obra.

Dessa forma, a endoestética proporciona ao sujeito a interação com o game online, de maneira imersiva, que conta com os meios eletrônicos conectados e o espaço da rede para sua realização. Assim, imersão e interatividade são os dois princípios que permeiam a endoestética. A partir desta perspectiva, buscamos a análise de Turkle (1995) e de Bastos (2009), quando esta aponta para a metáfora da sedução da máquina ao invés da metáfora do vício. O que nos seduz é o que nos falta. De certo modo, o jogar nos seduz porque nos auxilia no processo de constituição de si e de mundo sem o peso do real que nos consegue (Santaella, 2007).

Diante das transformações tecnológicas dos últimos anos, o brincar e o jogar encontraram mais um suporte de ação: os jogos eletrônicos online. A preferência por estes talvez se valham de suas características, como salienta Santaella (2011, p.7)

*A cada nova geração, o design dos games aprimora a simulação de ambientes por meio da aplicação das últimas novidades científicas e tecnológicas. O avanço que os games vêm provocando nessa área, levou à constatação, hoje quase consensual, de que eles estabeleceram uma nova relação entre as artes visuais, a cultura da comunicação e a indústria do entretenimento.*

Não nos é possível deixar de enfatizar que este novo suporte exalta os preceitos de uma estética tecnológica e podemos exemplificar um recurso estético dos games que envolve imagem e prazer: trata-se da *recompensa visual*. Esta ocorre quando o jogador visualiza um cenário esplendoroso após uma batalha, ou mesmo durante uma jornada ou viagem no jogo.

O cenário tecnológico atual permitiu a criação de um suporte que manipula as imagens em prol do jogar. Junto a isto, os jogos eletrônicos ampliaram o espaço da interatividade e os avanços do acesso à rede Internet, bem como a sua disponibilidade e velocidade, só irão potencializar ainda mais a recompensa visual e imersão. A imersão enquanto experiência mobiliza os processos de identificação com as personagens e suas ações, o espectador se vê transportado para a tela, quase que absorvido pela atenção e concentração exigidas pelo jogo.

Segundo Silva (2000, p.9) a tecnologia por si mesma não produz *participação-intervenção*, mas potencializa a autoria do sujeito mobilizado. Avançamos nesta discussão compreendendo que a interatividade emerge de um processo comunicacional e, como Primo (2007), entendemos que o comportamento de um interagente afeta o outro e vice-versa, ocasionando transformações sucessivas. O foco se volta para a relação estabelecida entre os interagentes e não nas partes que compõem o sistema global, tal como se apresenta nos

cenários online. Essas transformações não são predeterminadas, pelo contrário, Primo (2007, p. 65) comenta que *a interação demonstra um alto grau de flexibilidade e indeterminação. Devido a essa flexibilidade, os interagentes podem lidar com a novidade, o inesperado, o imprevisto, o conflito.*

De acordo com Primo (2007) existem dois grandes grupos para dar conta da interação mediada por computador: “interação mútua” e “interação reativa”. A interação mútua ocorre quando existe a participação pró-ativa do interagente em uma relação processual e, portanto imprevista, com outros interagentes. Da mesma forma, para Santaella (2007), o jogo pode possuir alto limiar de interatividade, quando o programa está imbuído de complexidade, multiplicidade, não-linearidade, bidirecionalidade, potencialidade, permutabilidade (combinatória), imprevisibilidade, entre outros. Já a interação reativa está ancorada na previsibilidade e, segundo o autor, é repetitiva, pois responde a uma programação definida. Existe uma relação com o que Santaella (2007) define por níveis baixos de interatividade, ou seja, meramente reativa dentro de parâmetros que são as regras do jogo estabelecidas pelas variáveis dos programas.

Conforme Primo (2007) os dois tipos de interação podem co-existir, o que ele chama de *multi-interação*. Para nós, o jogo se apresenta como um mediador que possibilita processos multi-interação entre jogadores e resgata, em funcionamento, outras mídias, linguagens e ambientes como o cinema. Como diz Santaella (2000, p.410) *sem a participação ativa e concentrada do jogador, não há jogo. (...) O jogo se constrói diferentemente a cada ato de jogar*, ou seja, a interação está no cerne dos jogos, pois um jogo sem a participação do usuário deixaria de ser um jogo e seria um filme.

Como um artefato híbrido desde sua origem, os games não parecem cessar em produzir diferenças em contato com outras dimensões da realidade. A educação formal, por exemplo, vive um conflito de adequação a um modo de aprender que tem surgido entre os alunos que crescem em meio à cibercultura e aos currículos educativos que parecem não acompanhar tal transformação. O design de games, no entanto, tem sabido explorar recursos capazes de mobilizar a disposição cognitiva de um aprendiz aparentemente recalcitrante diante dos métodos da educação institucional.

Supreendentemente, segundo Gee (2009), há, nos jogos, princípios de aprendizagem que poderiam orientar educadores na elaboração de materiais como: identidade (identidades das quais os jogadores possam se apropriar durante o processo de aprendizagem), interação (a vantagem de se aprender com um jogo reside no fato de que a relevância de cada ação do jogador é apresentada em resposta a estas mesmas ações), produção (a cada decisão tomada pelo jogador no decorrer de uma partida, ele contribui para redefinir o cenário original), agência (jogador sente uma relativa autonomia na experiência programada oferecida pelos games), ordenação dos problemas (possibilidade de explorar soluções para um problema pode conduzir à criação de estratégias criativas), equipes transfuncionais (em versão multiplayer, as trocas sociais entre os diversos jogadores poderão deflagrar agrupamentos cooperativos em torno de missões a serem cumpridas).

No contexto da aprendizagem, em um ambiente educacional, os jogos podem ser explorados de forma a estimular o envolvimento criativo dos participantes em um processo de construção colaborativa do conhecimento, considerando suas especificidades sensoriais, afetivas, cognitivas, culturais, intuitivas, entre outros e, assim, oportunizar ao jogador a realização de sua própria experiência. Como ferramenta pedagógica, os games podem ser utilizados de diversas formas. Cabe aos pesquisadores ampliar as pesquisas e as intervenções neste campo narrativo, a fim de construir metodologias educacionais mais adequadas às configurações subjetivas contemporâneas.

### 3. CONSIDERAÇÕES

Este artigo discutiu sobre a estética dos games, especialmente a capacidade de provocar a interatividade e a imersão como narrativas próprias da contemporaneidade. Sob a luz do conceito de endoestética, procuramos problematizar os jogos eletrônicos, especialmente os games online, como forma de potencializar esta narrativa e operar transformações.

Nos jogos eletrônicos, a tecnologia e os paradigmas digitais têm permitido novos suportes e linguagens, ampliando as possibilidades estéticas, aproximando arte e vida cotidiana e reforçando a sensação de realidade das narrativas tradicionais. Desta forma as tecnologias digitais podem potencializar modalidades perceptivas e explorar múltiplas linguagens, como: imagens, textos, sons e gestos, entre outros. O próprio conceito de interatividade apresenta-se como uma modalidade comunicacional que projeta uma relação de autoria e de coparticipação entre os sujeitos envolvidos em processo.

Cabe nesta discussão salientar que o termo interatividade e imersão são sustentados muitas vezes sob o discurso do uso de tecnologias cada vez mais performáticas e manipuladas pelo outro. O enfoque tecnicista, como comentado por Ezequiel (2009, p. 6), *direciona a discussão para a análise da capacidade do canal, deixando de lado a complexidade do processo comunicacional*. Esta visão, onde uma vez que o objeto, por estar representado em um computador, se torna interativo, também é explorada por Manovich (2001), embora o autor reconheça que não baste a representação do objeto, mas a manipulação e, neste caso, não há como se esquivar de uma análise das experiências práticas dos usuários.

Games são híbridos, são narrativas contemporâneas, que permitem ao jogador interatividade e imersão. Investem na cultura visual para captar/seduzir os sujeitos, alcançando grande poder de adesão e de interesse. No entanto, apesar desta capacidade de despertar o interesse e o desejo por aprender, sabe-se que os jogos eletrônicos ainda ocupam um espaço aparentemente marginal no discurso pedagógico. Entendemos que parte disto decorre do desconhecimento e do medo frente ao novo. A força dos games só foi possível pelo desenvolvimento da cultura da imagem aliada a grandes saltos tecnológicos que continuam a se pronunciar e intensificar quando o espaço de atuação é a Internet. De certo modo, são representantes da cultura contemporânea.

## REFERÊNCIAS

- Anderson, C. A.; Bushman, B. J., 2001. Effects of Violent Video Games on Aggressive Behavior, Aggressive Cognition, Aggressive Affect, Physiological Arousal, and Prosocial Behavior: A Meta-Analytic Review of the Scientific Literature. *Psychological Science*, Vol. 12, No. 5, pp. 353-359.
- Anderson, C. A., 2004. An update on the effects of playing violent video games. In: *Journal of Adolescence*. Vol. 27, Issue 1, pp. 113-122.
- Bastos, M., 2009. Jogar ou não jogar: games em questão. In: *O Mapa do Jogo: a diversidade cultural dos games*. Cengage Learning Ed., São Paulo, Brasil, pp. 147-162.
- Crozat, D., 2006. Violência dos espaços hiper-reais. In: *Revista FAMECOS: mídia, cultura e tecnologia*. Porto Alegre, Brasil, Vol. 1, No. 29, pp. 45-56.
- Ezequiel, V. C., 2009. Interatividade: refletindo sobre a interação mediada por computador. In: *IV Congresso de la CiberSociedad*. Disponível em: <http://www.cibersociedad.net/congres2009/es/coms/interatividade-refletindo-sobre-a-interasao-mediada-por-computador/719/>. Acesso em: novembro, 2016.
- Gee, J. P., 2009. Bons video games e boa aprendizagem. In: *Revista Perspectiva*, Florianópolis, Brasil, Vol. 27, No. 1, pp. 167-178.
- Giannetti, C., 2006. *Estética digital: sintopia da arte, a ciência e a tecnologia*. Tradução de Maria Angélica Melendi. C/Arte Ed., Belo Horizonte, Brasil.
- Huizinga, J., 2007. *Homo ludens: o jogo como elemento da cultura*. Perspectiva (Trabalho originalmente publicado em 1938) Ed., São Paulo, Brasil.
- Jones, G., 2004. *Brincando de matar monstros: por que as crianças precisam de fantasia, videogames e violência de faz de conta*. Conrad Ed., São Paulo, Brasil.
- Jull, J., 2003. The Game, the Player, the World: Looking for a Heart of Gameness. In: *Level Up: Digital Games Research Conference Proceedings*, edited by Marinka Copier and Joost Raessens. Utrecht: Utrecht University, pp. 30-45.
- Manovich, L., 2001. *The Language of New Media*. Massachusetts Institute of Technology.
- Primo, A., 2007. *Interação mediada por computador*. Sulina Ed., Porto Alegre, Brasil.
- Ranhel, J., 2009. O conceito de jogo e os jogos computacionais. In: *Mapa do Jogo: a diversidade cultural dos games*. Cengage Learning Ed., São Paulo, Brasil, pp. 3-22.
- Rodulfo, R., 2009. *Trabajos de la lectura, lecturas de la violencia: lo creativo – lo destructivo en el pensamiento de Winnicott*. Paidós, Buenos Aires, Argentina.
- Sabourin, J. L.; Lester, J. C., 2014. Affect and Engagement in Game-Based Learning Environments. In: *IEEE Transactions on Affective Computing*. Vol 05, No. 1, pp. 45-56.
- Santaella, L., 2011. *As imagens no contexto das estéticas tecnológicas*. Disponível em: <http://www.arte.unb.br/6art/textos/lucia.pdf>. Acesso em: novembro, 2016.
- Santaella, L., 2007. *Linguagens Líquidas na Era da Mobilidade*. Paulus Ed., São Paulo, Brasil.
- Silva, M., 2000. *Sala de Aula Interativa*. Quartet Ed., Rio de Janeiro, Brasil.
- Turkle, S., 1995. *La Vida en la Pontalla*. Paidós, Barcelona, Espanha.
- Winnicott, D., 1975. *O brincar e a realidade*. Imago Ed., Rio de Janeiro, Brasil.

# MODELO DE AVALIAÇÃO DE CONFIANÇA PARA COMPUTAÇÃO EM NUVEM

Amândio Balcão Filho<sup>1,2</sup> e Mario Jino<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer

<sup>2</sup>Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Unicamp, Brasil

## RESUMO

Este artigo apresenta uma proposta de modelo de avaliação de confiança para Computação em Nuvem, a partir da perspectiva do consumidor do serviço de Nuvem. Por meio de um conjunto de critérios, que representam cenários de utilização e tipos de serviços de Nuvem, o objetivo é parametrizar o modelo com vistas a dar visibilidade às práticas de segurança da informação. Isto permitirá que os consumidores percebam relevância e significado nos dados apresentados pelos provedores de Nuvem. O modelo baseia-se na perspectiva de que segurança da informação é uma combinação da transparência da segurança provida pelos provedores de Nuvem, do acesso a informações e da confiança depositada pelos consumidores nos serviços contratados. Busca-se a formulação e validação do modelo por meio de uma metodologia que prevê a participação de especialistas e consumidores nas definições de cenários, critérios e parâmetros para compor o modelo. Técnicas AHP e de *machine learning* serão utilizadas para compor o modelo.

## PALAVRAS-CHAVE

Confiança, Segurança da Informação, Computação em Nuvem, Critérios, Indicadores, Transparência

## 1. INTRODUÇÃO

Computação em nuvem é uma quebra de paradigma no modelo de negócios de tecnologia da informação (TI), que traz novas exigências como: visibilidade e transparência da segurança da informação; conquista da confiança dos consumidores; significado e relevância das informações providas para os consumidores desse novo modelo de negócios.

Buscando atender essas exigências propomos um modelo que aborda o tema da perspectiva do consumidor dos serviços e de suas necessidades de visibilidade da segurança e de confiança nos provedores de Computação em Nuvem (Nuvem, por brevidade). O modelo compreende a segurança da informação como um conceito que deve considerar também a privacidade. O modelo de avaliação da confiança deve ser entendido no seu significado amplo, não apenas na aceitação de credenciais de autenticação ou autorização emitidas por federação de entidades confiáveis entre si.

Apoiada por uma revisão da literatura abrangente e de caráter narrativo são elencadas as características que o modelo terá e apresentados os resultados já alcançados, nas seções a seguir. Algumas das desafios que o modelo pretende resolver são: (i) quais são as informações relevantes sobre segurança que contribuem para a melhora da confiança dos consumidores; (ii) que métricas podem ser oferecidas para apoiar a tomada de decisão; (iii) que indicadores facilitam a comparação de diferentes sistemas de computação em nuvem.

## 2. SEGURANÇA E PRIVACIDADE NA NUVEM

Até onde foi verificado, há escassa literatura sobre os aspectos de confiança e transparência da segurança de sistemas de Nuvem, que olhassem essa problemática do ponto de vista dos consumidores dos serviços.

Nuvem é um complexo sistema-de-sistemas com mútuas interconexões e interdependências (HAIMES et al., 2015); a essa complexidade soma-se a característica de atividades distribuídas entre os diversos atores e o dinamismo do ambiente.

A transversalidade da segurança é um dos aspectos que se estende por todas as camadas, indo da segurança física à segurança das aplicações. O provedor e o consumidor de Nuvem compartilham os controles dos recursos e, portanto, o que pode ser feito no sistema. Observa-se que o modelo de implantação (pública, privada etc.) e o modelo de serviço (IaaS, PaaS, SaaS) alteram o alcance das atribuições dos diferentes atores na Nuvem (ITU-T Y.3500, 2014). Esses controles mudam de mãos em função do modelo de serviço e de implantação. Numa organização de TI tradicional, os administradores têm controle total sobre toda a pilha de recursos de computação e de todo o ciclo de vida dos sistemas. Na Nuvem os provedores e os consumidores, de forma colaborativa, controlam o projeto, a implantação, a operação e a desativação dos sistemas. Portanto, todas as partes envolvidas agora têm a responsabilidade da gestão dos sistemas baseados na Nuvem (ITU-T Y.3502, 2014).

É discurso corrente entre os especialistas que estar em conformidade não é garantia de boa segurança. Os administradores adotam medidas baseados em boas práticas, lastreadas em experiências anteriores e conhecimento acumulado; buscando estar em conformidade com leis, normas e recomendações. Apesar de existir uma imensa quantidade de dados e informações, coletadas nos processos e sistemas internos à Nuvem, os consumidores não têm informação suficiente para avaliar os aspectos de segurança da informação dos serviços contratados. Esses registros ficam restritos aos administradores dos sistemas, que normalmente fazem pouco uso deles. A indisponibilidade desses registros torna difícil a transparência da segurança, não contribui para a melhora da confiança dos clientes na segurança provida, não propicia a validação de modelos e métodos propostos pelos estudiosos do tema, não ajuda os responsáveis por tomar decisões a decidirem melhor informados. (ARDAGNA et al., 2015) (BAYUK, MOSTASHARI, 2013)

Os profissionais de segurança da informação são frequentemente confrontados com questões sócio-técnicas que não podem ser resolvidas ou respondidas abordando apenas os aspectos técnicos (BARABANOV et al., 2011). Esse autor classifica os resultados das pesquisas em curso sobre o tema em dois eixos: um vai de soluções práticas a soluções conceituais e o outro eixo de abordagens técnicas a abordagens sociais; apresenta conceitos básicos, problemas e desafios comuns, e exemplos importantes de esforços de pesquisas. Também faltam recursos, próprios da área de testes e avaliação de software, para assegurar a verificação dos diversos aspectos relacionados à segurança da informação, como critérios e técnicas de teste que sejam focados em aspectos não-funcionais (BARROS et al., 2013).

Comparando-se o processo de avaliação de segurança com o desenvolvimento das medidas de grandes físcicas, tais como comprimento ou tempo, prevê-se que poderá levar décadas para a refinação e ajuste dos conceitos de avaliação de segurança e é um desafio para toda uma geração (ZALEWSKI et al., 2014).

## 2.1 Privacidade

A questão da privacidade merece uma discussão à parte do restante da segurança. Os provedores de Nuvem devem assegurar que as informações pessoais (PI) e as informações de identificação pessoal (PII) estão protegidas adequadamente, na coleta, processamento, comunicação, uso e alienação (ITU-T X.1601, 2015).

A proteção à privacidade se estende para as informações corporativas que podem ser derivadas ou observadas das atividades do cliente, como: tendências de negócios, relacionamentos e comunicação com outras parceiros, níveis e padrões de atividades, dentre outras possibilidades. A proteção à privacidade precisa garantir que as informações privadas e os dados derivados dessas informações são usadas apenas para os fins para os quais foram coletados. Esta é uma questão que remete claramente à necessidade de controle legal.

A Nuvem coloca desafios adicionais para os consumidores que utilizam seus recursos. Destaca-se que há uma assimetria entre o poder do provedor e o do consumidor; especialmente dos domésticos e de pequenas e médias empresas. Isso deve colocar nos ombros dos provedores maiores responsabilidades, portanto, os contratos e as regulamentações precisam expressar essa maior responsabilização dos provedores.

Entendemos privacidade como mostrada na Figura 1, onde são apresentadas as principais propriedades envolvidas na segurança da informação, acrescida da privacidade como propriedade a ser preservada. A **privacidade é transversal** e dependente das outras propriedades, mas ainda assim tem aspectos que a diferenciam das demais. Principalmente os aspectos de interesse do titular da informação a ser preservada, que pode não coincidir com os interesses dos provedores.

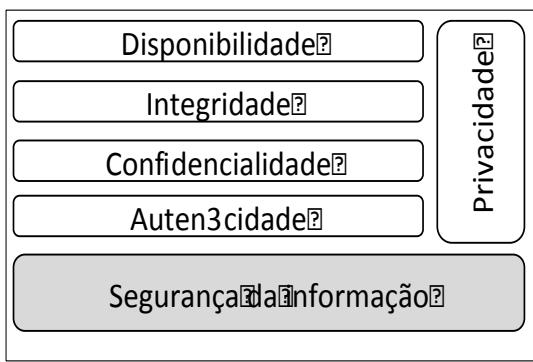


Figura 1. Nova visão das propriedades da segurança

Tabela 1. Mecanismos de confiança e suas fontes de informação

| Fontes de informações | Mecanismos de Confiança  |                          |                            |  |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|--|
|                       | Reputação / Recomendação | Competências (SLA e QoS) | Acreditação / Certificação | Informações fornecidas (transparência) |
| Garantias Contratuais |                          |                          | X                          | X                                      |
| Medições              | X                        | X                        |                            |  |
| Recursos alocados     |                          |                          | X                          | X                                      |

## 2.2 Confiança e Transparência da Segurança da Informação - Nova Perspectiva

O objetivo do Sistema de Gestão de Segurança da Informação (SGSI) é assegurar a proteção dos ativos de informação e propiciar confiança às partes interessadas (ISO/IEC 27001, 2013), sua especificação é influenciada pelas necessidades e objetivos da organização; dentro do contexto de seus riscos globais.

Essa abordagem não é a mais adequada para os consumidores da Nuvem sendo necessária uma nova perspectiva. Compreender a segurança como um conceito que deve considerar também a confiança, leva a uma formulação de que segurança e confiança são dois aspectos da vida moderna modelada pelos sistemas especializados; como ir ao médico ou andar de avião. Ou seja, a multiplicidade de situações cotidianas têm uma interface contínua com o conhecimento especializado.

A confiança nos especialistas e nos conhecimentos especializados é parte da vida moderna (GIDDENS, pp 32-37, 1991). Porém, conforme esse autor, os indivíduos têm uma compreensão vaga e parcial da base do conhecimento especializado; portanto, há um aspecto de crença no funcionamento das instituições ou do conhecimento. Essa crença, porém, não é uma fé cega. Tem como suporte a experiência de que os sistemas funcionam normalmente conforme o esperado. Também se considera que há forças reguladoras profissionais, de especialistas, normas, regras que garantem a segurança, ou seja, preveem os incidentes. A confiança, portanto, é uma questão de cálculo de vantagem e riscos em circunstâncias que pressupõe que os especialistas darão conta dos incidentes em segurança. É um equilíbrio entre confiança e risco aceitável, garantido pela credibilidade nos sistemas especialistas, nos conhecimentos especializados e nos sistemas contingentes que mitigarão os impactos dos possíveis incidentes.

Na Tabela 1 são apresentados os mecanismos de confiança e as fontes de informação que suportam esses mecanismos. (CORRADINI et al., 2015) (HUANG, NICOL, 2013) (ARDAGNA et al., 2015) O consumidor deposita confiança na Nuvem em função das evidências de garantias apresentadas pelos provedores; gerando maior ou menor credibilidade dependendo das suas experiências pessoais no uso do sistema.

Concluímos que a nova perspectiva da segurança deve incluir uma camada que se apoia nos sistemas especializados que têm a missão de preservar as propriedades da informação. Essa camada acrescentada é abstrata e representa a **confiança**, a **transparência da segurança** e o **acesso a dados** relevantes para o julgamento sobre o sistema em avaliação.

## 3. O MODELO DE AVALIAÇÃO DA CONFIANÇA

As características e arquitetura do modelo em desenvolvimento são descritos na seção seguinte, onde privilegia-se a perspectiva e os interesses dos consumidores de Nuvem. A busca pelo aumento da confiança percebida pelos consumidores e da transparência provida pelo provedor de Nuvem são os diferenciais deste modelo que deve impactar os custos, as responsabilidades do provedor e a qualidade dos serviços. Também deve contribuir para a coordenação e integração das atividades típicas da segurança da informação e para a regulamentação dessas atividades.

### 3.1 Arquitetura e Requisitos do Modelo de Avaliação da Confiança

O modelo de avaliação de confiança para computação em nuvem se propõe a: medir a transparência da segurança, o acesso a dados e informações e a confiança na Nuvem. A principal questão a ser respondida é como equacionar a transparência da segurança, o acesso a dados e a confiança, a partir da perspectiva do cliente. Derivada desta questão, apresentam-se os requisitos:

- mensurar a confiança e o grau de transparência da segurança da informação dos provedores, por meio de métricas e indicadores;
- indicar um ou mais pontos de acesso comum para coleta sistemática e homogênea de dados e informações, pelos consumidores;
- formar bases de dados e informações que possam ser utilizadas para validar os muitos modelos de medição de segurança da informação e contribuir para melhorar a tomada de decisão, de consumidores e provedores, com informações mais relevantes e significativas;
- melhorar a percepção de confiança de consumidores, acionistas dos provedores de Nuvem e órgãos de regulação, acerca das garantias da segurança da informação;

Na Figura 2 é apresentada a arquitetura do modelo em desenvolvimento. O modelo conceitual de avaliação da confiança para Nuvem tem as seguintes **dimensões de avaliação**: (i) Notificação obrigatória, (ii) Garantias contratuais, (iii) Recursos envolvidos, (iv) Medições de parâmetros.

O modelo será parametrizado por conjuntos de critérios (estabelecidos ou fixados pelas necessidades e características dos consumidores), por exemplo: tipo de dados, tipo de cliente, tipo de serviço (IaaS, SaaS, etc.), modelo de implantação da Nuvem (privada, pública etc.), garantias oferecidas pelo provedor, dentre outros como percepção de segurança, transparência, recomendação e reputação. Os parâmetros poderão ser funcionais, não funcionais, quantitativos ou qualitativos.

A seguir descrevemos as dimensões e características do modelo:

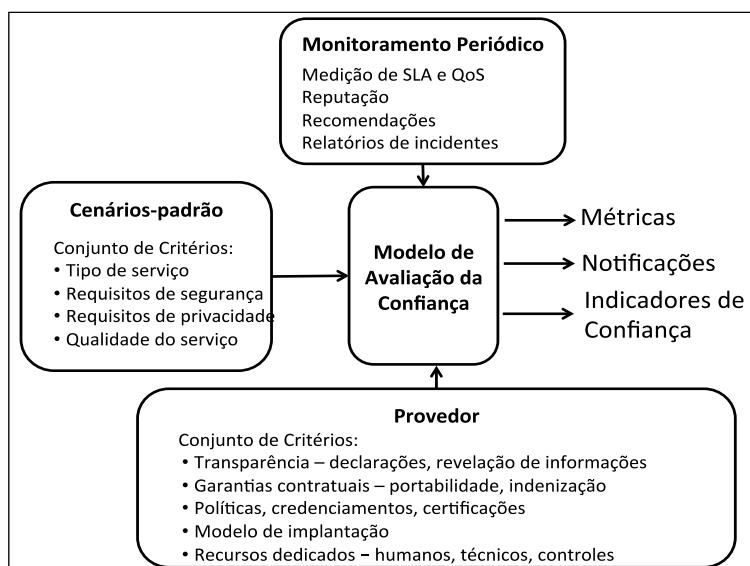


Figure 2. Arquitetura do modelo

- Notificação obrigatória:** incidentes relevantes, tanto para um consumidor específico como para toda a infraestrutura da Nuvem devem ser notificados aos clientes que foram ou poderiam ser afetados. Por exemplo: falha de hardware que obrigou a restaurar arquivos a partir do backup; incidente de segurança com vazamento de informações sobre clientes etc. Espera-se que a legislação, como códigos de defesa do consumidor, avance para alcançar esses novos tipos de prestação de serviços. Como ainda não há legislação ou regulamentação para tal, sugere-se que a obrigação de notificação seja prevista em contrato.

- ii. **Garantias contratuais:** indenização aos consumidores por eventuais perdas, garantia de portabilidade de dados e aplicações, garantia de localização dos dados e suas cópias de segurança dentro do território especificado pelo cliente etc.
- iii. **Recursos envolvidos:** humanos e financeiros alocados pelo provedor especificamente para segurança da informação.
- iv. **As medições de parâmetros são as seguintes:** (i) Parâmetros considerados para serem medidos nos provedores: disponibilidade do sistema (tempo de *downtime*); métricas de desempenho (tempo para execução de tarefas predefinidas), métricas de utilização de rede; métricas de gestão de incidentes (número de incidentes detectados, número de incidentes tratados); métricas de orçamento de segurança (número de pessoas diretamente envolvidas na segurança, orçamento específico para segurança); métricas de sensibilização e formação dos utilizadores (número de cursos, palestras, campanhas, número de participantes, horas de treinamento); métricas de governança do sistema (p.ex. certificações do SGSI, ITIL, COBIT); métricas defensivas do sistema (número de controles instalados); (ii) Parâmetros considerados para serem medidos nos consumidores: documentação das metas globais de segurança da organização; inventário de ativos e de atribuição de propriedade para todos os sistemas e dados; rotina de busca de vulnerabilidades, resultados dessas buscas e tempo para sua correção; tratamento dado aos casos mais significativos.

Conforme podemos observar na Figura 2, as saídas serão de três tipos: métricas, notificações e indicadores, que serão enviadas aos consumidores para que as interpretem e utilizem para formar opinião sobre o serviço contratado. As métricas terão caráter quantitativo e podem ser: SLA e QoS, taxa de incidentes, taxa de violações de regras de políticas e contratuais. O número de notificações obrigatórias de incidentes, de alteração no status de credenciamento ou certificação, de alterações contratuais serão declarações do provedores acerca do estado da segurança da Nuvem. A diferenciação entre a abordagem feita para Nuvem Pública ou Nuvem Privada se fará pelos parâmetros que caracterizam o Provedor de Nuvem.

Os indicadores serão qualitativos ou quantitativos e procurarão representar a transparência da segurança, a confiança do consumidor e a facilidade de acesso a dados. Os indicadores constituem uma forma de mensuração que apontam tendências, considerando parâmetros quantitativos e qualitativos que servem como sinalizadores de resultados das ações ou processos. Os indicadores são apresentados como dispositivos para a medição, para o estabelecimento de parâmetros, para a avaliação e para a gestão, pois permitem ao administrador operar sobre dimensões-chave de sistemas e processos, monitorando situações que devem ser mudadas, incentivadas ou potencializadas desde o início de uma intervenção até alcançar o que foi pretendido e previsto como resultado (MINAYO, 2009, p.84).

O monitoramento periódico tem a função de acompanhar o dinamismo do ambiente de Nuvem e será representado por: (i) dados coletados sistematicamente do ambiente em avaliação e medidas de parâmetros, (ii) reputação - *feedback* dos clientes e (iii) recomendações compostas pelas auditorias e certificações de terceiras partes.

Foram definidos cenários-padrão que representam as necessidades típicas dos usuários, por meio de um conjunto de critérios que foram traduzidos em percentuais que representam a importância relativa das propriedades da segurança da informação para aquele cenário. A seguir dois exemplos: **Cenário 1:** consumidor necessita de armazenamento de contingência (Storage as a Service - p. ex. Dropbox; Disponibilidade 25%; Integridade 15%; Confidencialidade 10%; Autenticidade 10%; Privacidade 40%). **Cenário 2:** consumidor necessita de poder computacional (Infrastructure as a Service - p. ex. EC2 da Amazon; Disponibilidade 50%; Integridade 15%; Confidencialidade 10%; Autenticidade 10%; Privacidade 15%).

A importância relativa dos critérios para cada cenário típico será calculada por meio da técnica *Analytic Hierarchy Process - AHP* (SAATY, 2008). AHP é um método de apoio à decisão multicritério que propõe a estruturação do problema de forma hierárquica. Sua escolha se deve às suas características de coexistirem critérios qualitativos e quantitativos, onde critérios intangíveis podem ser medidos e matematizados, facilitando as comparações baseadas em sentimentos, interpretadas pelas experiências. Dessa forma procura-se ter cenários estatisticamente construídos, que refletem a média das necessidades dos consumidores para aquele tipo de uso.

## 4. CONCLUSÕES

A proposta de modelo busca evitar abordagens que já provaram serem impraticáveis ou mesmo inviáveis. Esta nova abordagem leva à proposição de um modelo que atenda às necessidades do consumidor de serviço de Nuvem, provendo informações com significado, relevância e facilidade de interpretação. Também levou à formulação de uma nova perspectiva para segurança da informação, mais adequada à visão das necessidades de consumidores com pouco poder e conhecimento dos sistemas contratados. Estuda-se a aplicação de técnicas de *machine learning* no modelo de avaliação de confiança, com *Key Performance Indicators*- KPIs e algoritmos a serem definidos por especialistas em segurança da informação.

A principal limitação da proposta está na escolha das métricas, indicadores e parâmetros a serem usados e também no acesso aos dados dos provedores. A especificação dos critérios e parâmetros que irão compor o modelo deverão ser formulados a priori, com vistas a serem validados em um processo participativo, com consumidores de serviços de Nuvem e especialistas do domínio de Segurança da Informação. Essa participação é a base para a validação e aceitação do modelo.

As principais contribuições do modelo são: a definição do próprio modelo em si; os conjuntos de critérios para modelar os requisitos dos consumidores e as características dos provedores; a proposição de métricas e indicadores; a metodologia de desenvolvimento do modelo; a exigência de notificação obrigatória e a necessidade de legislação adequada. Pôde-se observar que as informações são mais facilmente transmitidas e compreendidas se forem apresentadas como indicadores, proporcionando a comparação entre os diversos provedores e suas evoluções. Este trabalho poderá ser útil para órgãos de regulação e normatização que poderão apoiar-se neste modelo para operacionalizarem as medições obrigatórias; quanto para a academia que terá fontes de dados e informações que serão úteis para propor e validar modelos.

## REFERÊNCIAS

- Ardagna, C. A. et al., 2015. From Security to Assurance in the Cloud: A Survey. *ACM Computing Surveys*, Vol. 48, No 1, pp. 2–50.
- Barabanov, R. et al., 2011. Information Security Metrics: Research Directions. *Journal of Information System Security*, n. 11, p.62.
- Barros, C. P. et al, 2013. Software Testing With Emphasis on Finding Security Defects. *Proceedings of the IADIS International Conference on Applied Computing*. Texas, USA, pp. 226–228.
- Bayuk, J. And Mostashari, A., Measuring systems security. *Systems Engineering*, Vol. 16, No. 1, pp. 1–14.
- Corradini, F. et al., 2015. A Survey of Trust Management Models for Cloud Computng. *CLOSER 2015 - 5th International Conference on Cloud Computing adn Services Science*. pp 155-162.
- Giddens, A., 1991. *As consequências da modernidade*. Editora UNESP, São Paulo/BR.
- Haimes, Y. Y. et al., 2015. Assessing Systemic Risk to Cloud Computing Technology as Complex Interconnected Systems of Systems. *Systems Engineering*, Vol. 18, No. 3, pp. 284–299.
- Huang, J.; Nicol, D. M., 2013. Trust mechanisms for cloud computing. *Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications*, Vol. 2.
- ISO/IEC 27001, 2013. Information technology - Security techniques - Information security management systems - Requirements. ISO/IEC.
- ITU-T X.1601, 2015. Security framework for cloud computing. *ITU-T X-Series Recommendations*. Disponível em: <<http://www.itu.int/rec/T-REC-X.1601-201510-I>>. Acesso em: 02/10/2016.
- ITU-T Y.3500, 2014. Information technology - Cloud computing - Overview and vocabulary. *ITU-T Y-Series Recommendations*. Disponível em: <<https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.3500-201408-I/en>>. Acesso em: 02/10/2016.
- ITU-T Y.3502, 2014. Information technology - Cloud computing - Reference architecture. *ITU-T Y-Series Recommendations*. Disponível em: <<http://www.itu.int/rec/T-REC-Y.3502-201408-I/en>>. Acesso em: 02/10/2016.
- Minayo, M. C. D. S., 2009. Construção de indicadores qualitativos para avaliação de mudanças. *Revista Brasileira de Educação Médica*, Vol. 33, pp 83–91.
- Saaty, T. L., 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Science*, Vol. 1, No. 1, pp. 83–98.
- Zalewski, J. et al, 2014. Measuring Security: A Challenge for the Generation. *FEDCSIS - Federated Conference on Computer Science and Information Systems Computer Science and Information Systems*, Vol. 3, pp 131–140.

# ANALISIS DE LOS CAUSALES DE ELECCION DE LA CARRERA LICENCIATURA EN SISTEMAS EN LA UNIVERSIDAD KENNEDY-INVESTIGACION EN PROGRESO

Marisa Panizzi, Pablo Cavalcabue, Gastón Ruiz Díaz, Oscar Bravo, Fernando Barié,  
Daniel Rey y Andrea Alegretti

*Grupo de Investigación y Desarrollo de Sistemas de Información (GIDSI-UK). Escuela de Sistemas. Universidad Argentina John F. Kennedy.  
Bartolomé Mitre 1411. CP (1037). Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina*

## RESUMEN

El proyecto de investigación consiste en la aplicación de explotación de información para la detección de los causales de elección de la carrera Licenciatura en Sistemas en la Universidad Kennedy. Una vez reconocidas las variables con mayor incidencia en la elección de la carrera se compartirá el conocimiento con las autoridades de la Universidad como así también con otras áreas de soporte y gestión académica con el propósito de contribuir a la toma de decisiones. En una primera fase del proyecto se construyó un instrumento de recolección de datos y se aplicó. En una segunda fase se analizarán diferentes metodologías para llevar a cabo la minería de datos y se decidirá cuál será la más conveniente para el proyecto. En una última etapa se investigarán diferentes ambientes de trabajo para la explotación de los datos recolectados. Esta comunicación comparte los avances realizados de la presente investigación que se encuentra en curso.

## PALABRAS CLAVE

Explotación de información, inteligencia de negocio, causales de elección, carreras de sistemas, instrumento de recolección de datos, minería de datos

## 1. INTRODUCCION

En la actualidad, en la Argentina existen diversas Universidades de gestión pública como de gestión privada que en su oferta académica cuentan con la disciplina de informática. Dentro de la disciplina se presentan cinco terminales (orientaciones), siendo estas la Licenciatura en Ciencias de la Computación, Licenciatura en Sistemas, Licenciatura en Informática, Ingeniería en Sistemas /Informática e Ingeniería en Computación (Ministerio de Educación, 2009).

La diversidad de oferta académica disponible para la carrera de informática, requiere de una elección compleja por parte del alumnado, esta elección implica que debe tener en cuenta un conjunto de aspectos, entre los que podemos mencionar: institución universitaria, planes de estudio, orientaciones, la cantidad de años de la carrera, los horarios de clases, la reputación o prestigio de la carrera, entre otros. Otra cuestión sumamente importante es el aspecto socio-económico para obtener alguna correlación entre la elección y la situación particular del alumnado ya que nuestra Universidad es de gestión privada.

En el presente trabajo de investigación se pretende obtener el conocimiento de los causales de elección de la carrera Licenciatura en Sistemas a través de la aplicación de la Ingeniería de explotación de información. De esta manera se brindará soporte a las áreas de gestión académica para la toma de decisiones con el propósito de fortalecer el direccionamiento de la oferta académica de la carrera.

Revisando antecedentes de explotación de información, se encontraron los siguientes conceptos: Schiefer: la Explotación de Información consiste en la extracción de conocimiento no-trivial que reside de manera implícita en los datos disponibles en distintas fuentes de información (Schiefer, J. et al., 2004). Según Stefanovic: Dicho conocimiento es previamente desconocido y puede resultar útil para algún proceso (Stefanovic, N., et al., 2006). Según García Martínez: Ese proceso se encuentra formado por varias técnicas

de Minería de Datos que se ejecutan para lograr, a partir de un conjunto de información con un grado de valor para la organización, otro conjunto de información con un grado de valor mayor que el inicial (García Martínez et al., 2011).

De la revisión de antecedentes bibliográficos de la aplicación de la Ingeniería de explotación de información en contextos académicos, se han encontrado un conjunto de trabajos vinculados a los problemas relacionados a la deserción y desgranamiento. Se puede mencionar, el Grupo Investigación en Sistemas de Información del Departamento de Desarrollo Productivo y Tecnológico de la Universidad Nacional de Lanús (Lelli et al., 2015), el Departamento de Informática de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (López de Munaín et al., 2015) y el Departamento de Formación Básica de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Catamarca (Ahumada et al., 2015), el Grupo de Estudio en Metodologías de Ingeniería en Software (GEMIS) de la UTN-Facultad Regional Buenos Aires que se encuentra trabajando en el análisis del seguimiento de perfiles de alumnos y sus percepciones respecto a la carrera Ingeniería en Sistemas de Información (Acosta et al., 2015), entre otros.

## 2. DESARROLLO

Para la construcción de la herramienta de recolección de datos se tuvo en cuenta el procedimiento general de construcción de un instrumento de recolección de datos de Hernández Sampieri (Hernández Sampieri et al., 2006) y de la tesis de Maestría en Informática de Panizzi (Panizzi, 2012).

De la revisión y análisis del procedimiento, se ha realizado una adecuación de los pasos en función de las necesidades del presente trabajo. Al instrumento en cuestión, lo denominaremos ELS-UK (Elección de la Licenciatura en Sistemas en la Universidad Kennedy).

Con este trabajo se pretende conocer los motivos por los cuales el potencial alumnado de sistemas seleccionaría la carrera de Licenciatura en Sistemas en la Universidad Kennedy. La pregunta-problema de la investigación a resolver es: "¿Cuáles son aspectos más relevantes considerados para la elección de la Licenciatura en Sistemas en la UK por parte del alumnado?". Logrando la respuesta a este interrogante, se lograría la obtención de conocimiento para brindar soporte a la toma de decisiones a las áreas de gestión académica para fortalecer el direccionamiento de la oferta académica de la carrera. En la Tabla 1, se presentan las preguntas para la identificación de la variable y otras precisiones a considerar (ELS-UK).

Tabla 1. Preguntas para la identificación de la variable y otras precisiones (ELS-UK)

| Preguntas                                      | Respuestas  |
|--|---|
| ¿Qué se va a medir?                            | Variable: elección de la carrera Licenciatura en Sistemas en la UK  |
| ¿Qué o quiénes van a ser medidos?              | Todos los estudiantes de primer año de la carrera de sistemas de la UK.   |
| ¿Cuándo?                                       | En el primer cuatrimestre de 1er año de cada año lectivo.   |
| ¿Dónde?  | En los Colegios donde se dicta primer año, Lanús, San Isidro y San Juan.  |
| ¿Qué tipo de datos queremos obtener?           | Los causales que definen la elección de la UK para estudiar la carrera Licenciatura en Sistemas en UK   |
| ¿Nuestro propósito al recolectar los datos es? | Transformar los datos en conocimiento para ofrecerlo a la UK para que implemente una estrategia futura, focalizando el esfuerzo en las variables que más pesan para la elección de la UK para estudiar la carrera Licenciatura en Sistemas. |

En las primeras versiones del cuestionario, se ha analizado el nivel de medición de cada uno de los ítems, para la mayoría de los mismos se utiliza un nivel de medición por intervalos, escala tipo Likert de cinco puntos. También se han incluido preguntas cerradas dicotómicas (Murillo J, 2016).

Adicionalmente, ha sido necesario incluir otro grupo de preguntas, las cuales se denominan preguntas de ubicación del sujeto encuestado o demográficas. En este grupo de preguntas se han considerado opciones que permitirán definir el aspecto socio-económico del alumnado.

El cuestionario resultante tiene una introducción, en la cual se menciona el propósito de su realización, un agradecimiento y las instrucciones para ser completado. La primera versión del cuestionario cuenta con 69 preguntas agrupadas en dos partes, una denominada Persona (con preguntas del tipo demográficas y socio- económicas del tipo dicotómicas, dimensión ELS1) y otra denominada Cuestionario (considerando las preguntas de las dimensiones ELS2 hasta ELS12). Las dimensiones 2 hasta la 12 que componen la variable son: experiencia del cuerpo docente de la carrera (si bien el grupo de investigación reconoce que es esta dimensión no sea representativa de la elección por parte del alumnado, se ha decidido considerar en el conjunto de dimensiones) , tamaño de la Universidad, organización de los horarios de la carrera, ubicación geográfica de la Universidad, Infraestructura de la Universidad, costo de la carrera, diversidad y vida social (este dimensión hace referencia a los servicios recreativos ofrecidos por la Universidad, como por ejemplo intercambios con estudiantes extranjeros, charlas, teatro, etc.), prestigio de la Universidad, Procesos administrativos, servicios, plan de estudios.

La prueba piloto realizada tuvo varios propósitos, someter a prueba el instrumento de recolección de datos (Cuestionario ELS-UK), evaluar las condiciones de aplicación como así también los procedimientos involucrados. También ha permitido analizar si las instrucciones han sido comprendidas por el alumnado (encuestados) y si los ítems funcionaron de manera adecuada. La prueba se compuso de tres instancias: una prueba piloto inicial y dos pruebas a las que denominamos prueba piloto 1 y prueba piloto 2.

En la prueba piloto inicial se seleccionó un estudiante de cada sede en donde se dicta la carrera y se suministró el cuestionario con el objetivo de aplicar la estrategia de validación de caso único. Esta prueba permitió evaluar el lenguaje y la redacción utilizada en el instrumento, como resultado de la misma se han realizado algunas modificaciones en la redacción de algunas preguntas del cuestionario y se obtuvo una segunda versión del instrumento de recolección de datos.

Para probar la confiabilidad inicial del instrumento de recolección se desarrollaron la prueba piloto 1 y la prueba piloto 2, empleando el método de estabilidad (test – retest), esto permitió comparar los resultados de las ponderaciones y se encontró un aceptable nivel de similitud entre ellos.

En este estadio del proyecto para el procesamiento de los datos obtenidos se ha utilizado MS-Excel.

Habiendo realizado el análisis de los resultados para la prueba piloto (prueba inicial, prueba piloto 1 y prueba piloto 2), los resultados analizados de la prueba piloto 2, permiten formular las siguientes conclusiones preliminares:

- Los aspectos (dimensiones) más importantes considerados por el alumnado están relacionados con la organización del horario de la carrera (Dimensión ELS4), la ubicación geográfica de la Universidad y sus diversas sedes (Dimensión ELS5) y la calidad de los procesos administrativos así como también la atención del personal administrativo (Dimensión ELS10).
- Los aspectos parcialmente considerados por el alumnado y todos ellos con resultados muy similares son la infraestructura de la Universidad (Dimensión ELS6), el plan de estudios (Dimensión ELS12) y el costo de la carrera (Dimensión ELS7).
- Los aspectos menos considerados por el alumnado para su elección son el tamaño de la Universidad (Dimensión ELS3), la experiencia del cuerpo docente de la carrera (Dimensión ELS2) y la diversidad y vida social que presenta la Universidad (Dimensión ELS8).
- Respecto a la dimensión socio-económica (ELS1), el perfil del alumnado parece ser: masculino, soltero sin hijos, mayor de 28 años, no independizado, estudiante tardío de clase media, de la zona norte de Buenos Aires. Se relacionaron con la universidad por recomendación de otros. Estas conclusiones no son concluyentes, se requiere procesar más casos, pero muestran el poder de la evaluación de la variable socioeconómica.

El requisito de objetividad ha sido probado de manera inicial ya que el instrumento de recolección ha sido aplicado en forma estándar; es decir, se mantuvieron las mismas instrucciones y condiciones para el alumnado encuestado como así también el cálculo de los datos obtenidos. Para minimizar el grado de sesgo del instrumento de recolección se ha realizado una adecuada revisión de bibliografía sobre el tema y ha sido consensuada en el grupo de investigación.

### 3. CONCLUSIONES

Se ha sintetizado el proceso de construcción de un instrumento de recolección de datos. Se han mencionado la aplicación de técnicas para asegurar la calidad del instrumento: validez, confiabilidad y objetividad. Se reconoce que la muestra utilizada para la realización de la prueba piloto es reducida, se ha logrado obtener las primeras ponderaciones por parte del alumnado de las dimensiones que se han considerado en el instrumento construido. Como futuros trabajos se identifican: (a) la necesidad de incrementar la muestra, esto se realizará con el próximo alumnado que ingrese a la carrera, (b) explorar la incorporación de otras dimensiones en el instrumento construido; y (c) preparar los datos recolectados con el instrumento para la aplicación de ingeniería de explotación de información.

### AGRADECIMIENTOS

Los avances de este trabajo se encuentran en el marco de un Proyecto de Investigación titulado Aplicación de tecnologías informáticas para identificar los causales de la elección de la carrera Licenciatura en Sistemas en la UK por parte de los potenciales estudiantes, cuyo período de ejecución es 2015-2017. El financiamiento del mismo es realizado por la Universidad John F. Kennedy.

Es importante mencionar que el Grupo GIDI-UK (Grupo de Investigación y Desarrollo de Sistemas de Información) se encuentra integrado por docentes de la carrera de grado, docentes de la carrera de posgrado y alumnos que se encuentran desarrollando su trabajo de fin de carrera de grado en el marco del proyecto.

### REFERENCIAS

- Acosta, M., Straccia, L., Bernal, L., Vegega, C., Pytel, P. | Pollo-Cattaneo, Ma. F. 2015. *Avances en el Análisis del Seguimiento de Perfiles de Alumnos y de sus Percepciones sobre la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información mediante Explotación de Información*“ 3er. Congreso Nacional de Ingeniería en Informática/Sistemas de Información. Área Educación en Ingeniería. Argentina, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Noviembre 2015. ISBN: 978-987-1896-47-9.
- Ahumada, Hernán César; Dip, Hugo Rubén; Herrera, Carlos Gabriel; Leguizamón Almendra, Juan Carlos. 2015. *Minería de datos para un Sistema de alerta temprana de deserción en carreras de Ingeniería*“ XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Área de Bases de Datos y Minería de Datos. ISBN:978-987-633-134-0.
- García-Martínez, R., Britos, P., Pesado, P., Bertone, R., Pollo-Cattaneo, F., Rodríguez, D., Pytel, P., & Vanrell, J. “*Towards an Information Mining Engineering*”. En Software Engineering, Methods, Modeling and Teaching. Sello Editorial Universidad de Medellín. 2011. pp. 83-99. ISBN 978-958-8692-32.
- Hernández Sampieri R. , Fernández Collado C. y Baptista L. 2006. Metodología de la investigación (Cuarta ed.). México: Mc Graw Hill.
- Lelli Ricardo, Ramón García-Martínez, Norberto Charczuk, Sebastian Martins, Ezequiel Baldizzoni. 2015. “*Identificación de causales de deserción y desgranamiento de los estudiantes de la Licenciatura en Sistemas utilizando Ingeniería de explotación de Información*”. XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computation. Área de Tecnología Informática Aplicada a la Educación. ISBN: 978-987-633-134-0.
- López de Munaín, Claudia , Sandoval, Anahí , Torrent, Marcela. 2015. “*Sistemas de apoyo a la toma de decisiones. Una aplicación en el área de Gestión Universitaria*”. XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Área de Tecnología Informática Aplicada a la Educación. ISBN: 978-987-633-134-0.
- Ministerio de Educación de la Nación Argentina, Resolución 786/09, Resolución para la acreditación de las carreras de grado en Informática. [http://www.coneau.edu.ar/archivos/Res786\\_09.pdf](http://www.coneau.edu.ar/archivos/Res786_09.pdf) . Disponible online en agosto de 2016.
- Murillo J. “*Constructing Questionnaire*”. [http://www.uam.es/personal\\_pdi/stmaria/jmurillo/recursos/Cuestionarios.htm](http://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/recursos/Cuestionarios.htm) . Página vigente al 22 de julio 2016.
- Panizzi, M. 2012. *Propuesta de Recomendaciones para la implementación de sistemas informáticos*. Universidad Nacional de La Matanza. Escuela de Posgrado. Argentina. Tesis de Maestría en Informática, Argentina.
- Schiefer, J., Jeng, J., Kapoor, S., & Chowdhary, P. 2004. “*Process Information Factory: A Data Management Approach for Enhancing Business Process Intelligence*”. *Proceedings 2004 IEEE International Conference on E-Commerce Technology*. pp. 162-169.
- Stefanovic, N., Majstorovic, V., & Stefanovic, D. 2006 “*Supply Chain Business Intelligence Model*”. *Proceedings 13<sup>th</sup> International Conference on Life Cycle Engineering*, pp. 613-618.

# ESTUDO DOS FATORES DE COMPOSIÇÃO DE CIDADES INTELIGENTES

Gianluca Bine e Josiane Michalak Hauagge Dall'Agnol

*Universidade Estadual do Centro-Oeste.*

*Rua Simeão Camargo Varella de Sá, 03, Vila Carli, Cx. Postal 3010 – CEP 85040-080, Guarapuava, Paraná, Brasil*

## RESUMO

Cidades inteligentes visam a integração, o monitoramento e o gerenciamento dos recursos naturais e infraestruturas críticas das cidades para oferecer uma vida melhor aos cidadãos. O objetivo deste estudo é realizar uma pesquisa exploratória bibliográfica para obter maior familiaridade com o tema e apresentar um mapeamento dos principais desafios enfrentados por algumas iniciativas de cidades inteligentes brasileiras e estrangeiras. Como conclusão do estudo observa-se que para agregar inteligência às cidades é preciso gerenciar apropriadamente os fatores: tecnológico, institucional e humano.

## PALAVRAS-CHAVE

Cidades inteligentes, *smart city*, desafios, fatores, mapeamento, estudo

## 1. INTRODUÇÃO

Com o aumento progressivo do número de habitantes nas cidades, com tendência de crescimento ao longo dos anos, vários problemas começaram a aparecer como: dificuldade na gestão de resíduos poluentes, congestionamentos no tráfego, escassez de recursos entre outros. Para tentar resolver esses problemas surgiram várias iniciativas que foram nomeadas cidades inteligentes (Chourabi et al., 2012).

O objetivo das cidades inteligentes é integrar e monitorar as infraestruturas críticas das cidades, tais como: estradas, pontes, túneis, sensores, aterros sanitários, estações de captação de água, entre outros, para gerenciar de forma efetiva esses recursos e poder oferecer aos cidadãos uma vida melhor e serviços de qualidade, realizados de forma mais otimizada, utilizando o mínimo de recursos (Chourabi et al., 2012).

No contexto do Brasil, as iniciativas de cidades inteligentes ainda são escassas e são mais simples que as iniciativas estrangeiras. Isso se deve ao fato de que a maioria das iniciativas é recente e ainda está num estágio inicial. As iniciativas mais antigas não utilizam sistemas informatizados, tendo enfoque em fornecer direitos de participação dos cidadãos nas decisões referentes à cidade.

Esta pesquisa apresenta uma conceitualização sobre cidades inteligentes e sobre fatores determinantes para agregar inteligência às cidades. Também serão mostradas algumas iniciativas, seus objetivos, suas características principais e um mapeamento dos principais desafios enfrentados pelas cidades inteligentes.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Cidades Inteligentes

O termo cidade inteligente, do inglês *Smart City*, começou a aparecer em artigos no contexto internacional, a partir de 1994. O termo foi adotado por muitas instituições que rotulavam como inteligentes iniciativas e projetos relacionados à sustentabilidade de uma cidade (Cocchia, 2014). O uso do termo foi reforçado em 1997 com a criação do Protocolo de Kyoto que buscava diminuir as emissões de gás CO<sub>2</sub> na atmosfera (Schuler, 2002). Outros termos também são usados, como: *Intelligent City*, *Digital city*, *Wired city*, porém

esses são mais específicos e o termo *Smart City* é mais geral e engloba os demais termos (Nam & Pardo, 2011).

O conceito de cidade inteligente não apresenta um significado único, gerando ambiguidades porque pode ser utilizado em diferentes contextos (Cocchia, 2014). De forma geral, cidade inteligente é um grande ecossistema que interliga múltiplos subsistemas e componentes (sistemas de transporte, tráfego, coleta de lixo, distribuição de energia elétrica, entre outros), o qual preza pela sustentabilidade, qualidade de vida dos cidadãos e melhor aproveitamento possível dos recursos naturais que são limitados (Chourabi et al., 2012).

As cidades são baseadas em um número de diferentes sistemas centrais para o seu funcionamento e desenvolvimento, sendo eles: serviços, cidadãos, empresas, transporte, comunicação, água e energia, entre outros. A eficácia e a eficiência desses sistemas determinam como a cidade funciona e se ela tem sucesso em cumprir seus objetivos. Entender um sistema e fazê-lo funcionar melhor significa que, as cidades devem ter compreensão dos mesmos de modo geral e de como eles estão interligados (Dirks & Keeling, 2009).

Uma cidade inteligente é fundamentada em três fatores: tecnológico, institucional e humano (apresentados a seguir). Dada a relação entre os fatores, uma cidade é inteligente quando os investimentos em capital humano/social e infraestrutura de Tecnologias de Informação e Comunicação - TIC geram um crescimento sustentável e melhoram a qualidade de vida da cidade em geral, através de um governo participativo (Cocchia, 2014).

## 2.2 Fator Tecnológico

Uma cidade inteligente necessita de tecnologias de computação inteligentes aplicadas à componentes de infraestrutura e serviços. Computação inteligente se refere à "nova geração" de tecnologias de hardware, software e rede integradas, as quais fornecem aos sistemas de Tecnologia da Informação, algumas ações como: leituras em tempo real de dados do mundo real, análises avançadas para ajudar as pessoas a tomarem decisões mais inteligentes sobre alternativas e ações que vão otimizar os processos de negócio (Chourabi et al., 2012).

TIC são chaves para cidades inteligentes. A integração de TIC com o desenvolvimento de projetos pode mudar o ambiente urbano da cidade e oferecer um grande número de oportunidades potenciais, melhorando o gerenciamento e o funcionamento de uma cidade (Chourabi et al., 2012).

Os administradores das cidades devem considerar alguns fatores ao implementarem as TIC em relação à disponibilidade de recursos, capacidade, vontade institucional, divisão digital e mudança de cultura e hábitos (Chourabi et al., 2012).

## 2.3 Fator Institucional

Baseia-se na implementação de uma política de governança nas diversas instituições da cidade, tanto públicas como privadas, tendo como objetivo principal incentivar a cooperação entre as instituições e seus *stakeholders* (público estratégico interessado na iniciativa) (Chourabi et al., 2012).

As relações entre *stakeholders* se referem a quatro problemas principais: habilidade cooperação, suporte de liderança, estrutura de alianças e o trabalho entre diferentes jurisdições. O governo da cidade deve garantir, que as mudanças feitas na área tecnológica, sejam transferidas para as políticas de governança, criando condições que permitem o desenvolvimento urbano (Chourabi et al., 2012).

## 2.4 Fator Humano

Baseia-se na promoção de cidadãos mais informados, instruídos e participativos, permitindo que os mesmos participem do governo e da gestão das cidades. Deve propiciar a inclusão social dos cidadãos nos serviços públicos, *soft infrastructure* (redes de conhecimento, organizações voluntárias, ambientes livres do crime), diversidade urbana e mistura de culturas, capital social/humano e bases de conhecimento como instituições de educação (Nam & Pardo, 2011).

As pessoas passam a ter novas responsabilidades e um papel mais ativo e democrático na cidade. O modo de vida é alterado, porque a aceitação das tecnologias e dos projetos a serem implantados nas cidades é baseada nas necessidades e vontades dos cidadãos (Schuler, 2002).

### 3. INICIATIVAS DE CIDADES INTELIGENTES BRASILEIRAS

No Brasil ainda são poucas as iniciativas de cidades inteligentes. A maioria das iniciativas existentes tratam da implementação de sistemas para fins específicos, que funcionam isoladamente, sem uma interligação com os demais sistemas. Assim buscou-se pesquisar exemplos de iniciativas presentes no Ranking de Cidades Inteligentes da Revista Exame<sup>1</sup>, as quais são apresentadas a seguir.

Em Curitiba a estratégia concentra-se em colocar as pessoas em primeiro lugar. No planejamento integrado essas influências são aparentes em todos os aspectos da cidade. Essa estratégia é o que sustenta os projetos individuais que visam melhorar o ambiente, reduzir a poluição e resíduos e melhorar a qualidade de vida na cidade. Início de implantação: 1970 (Green City Times, 2013).

Maringá implantou um sistema integrado de gestão de segurança e monitoramento urbano, incluindo a instalação de 80 câmeras nas principais vias de acesso da cidade, colocação de "olhos mágicos" nas escolas, postos de saúde, centros de educação infantil e outros estabelecimentos públicos do município, além de uma central de monitoramento de imagens e uma sala de situação com um *minicontact center*. Início de implantação: 2013 (Kirch, 2013).

Em Natal foi desenvolvido um aplicativo baseado no conceito de pegada ecológica (*ecological footprint*), por meio do qual se pretende aproveitar os benefícios da aplicação das TIC, notadamente as redes sociais e a telefonia móvel, para promover o turismo sustentável e a educação ambiental, em uma iniciativa concreta que endereça itens previstos na Agenda 21. O aplicativo proposto fundamenta-se em um protocolo para cálculo de créditos associados a serviços de turismo, bem como em uma metodologia para lançamento destes créditos em conta ambiental do turista. Início de implantação: 2015 (Freire & Fernandes, 2015).

Em Porto Alegre os cidadãos participam e votam os orçamentos municipais ou regionais e formam fóruns para discutir como o orçamento municipal deve ser gasto e em quais áreas. Início de implantação: 1989 (Indiacities, 2015).

Recife conta com um Portal<sup>2</sup> que disponibiliza, de forma pública, dados que são gerados por secretarias e órgãos da gestão municipal. A publicação dos dados em formato aberto permite o desenvolvimento de aplicações ou visualizações, buscando facilitar a análise dos dados, promovendo a melhoria de serviços por meio da inovação e da criatividade, e contribuindo para uma maior participação da sociedade junto ao governo municipal. Ano de início de implantação: 2013 (Prefeitura do Recife, 2013).

No Rio de Janeiro foi criado um centro de operações em forma de um site<sup>3</sup>, que integra oficiais de mais de 30 agências da cidade e ajuda a cidade a antecipar e responder a incidentes como enchentes, deslizamentos de terra, incêndios, entre outros. Ano de início de implantação: 2010 (Romar, 2010).

### 4. INICIATIVAS DE CIDADES INTELIGENTES ESTRANGEIRAS

No exterior existem muitas iniciativas de cidades inteligentes estrangeiras. As cidades pesquisadas foram selecionadas de acordo com as informações dos *rankings*: *The Top 10 Smart Cities On The Planet*<sup>4</sup> e *The 10 Smartest Cities in Europe*<sup>5</sup> da revista FastCoExist, as quais são apresentadas a seguir.

Copenhague está tendo um papel de liderança real sobre inovação sustentável. A cidade firmou o compromisso de neutralidade de CO<sub>2</sub> até 2025 e 40% dos seus cidadãos utilizam bicicleta como meio de transporte. Em 2015, o então prefeito, Frank Jensen, articulou o papel das cidades como motores do crescimento e do potencial para estimular a economia através da inovação de tecnologias limpas (Cohen, 2012). Início de implantação: 2015.

Em Amsterdã quase 70% de toda a mobilidade de Amsterdã são feitas a pé ou por bicicleta e a *European Metropolitan Transportations Authority* chama isso de mobilidade sustentável (EMTA, 2009). Início de implantação: 2009.

<sup>1</sup> Disponível em: <http://exame.abril.com.br/brasil/noticias/as-50-cidades-mais-inteligentes-do-brasil-em-2016#52>

<sup>2</sup> Disponível em: <http://dados.recife.pe.gov.br/>

<sup>3</sup> Disponível em: <http://centrodeoperacoes.rio/>

<sup>4</sup> Disponível em: <https://www.fastcoexist.com/1679127/the-top-10-smart-cities-on-the-planet>

<sup>5</sup> Disponível em: <https://www.fastcoexist.com/3024721/the-10-smartest-cities-in-europe>

Viena disponibiliza 168 conjuntos de dados abertos<sup>6</sup> para o público. Criou uma entidade pública-privada chamada Tina Vienna que é responsável por desenvolver estratégias de cidade inteligente e soluções para a cidade (Cohen, 2014). Início de implantação: 2014.

Estocolmo ficou em segundo lugar no ranking das Cidades Verdes da Siemens<sup>7</sup> e busca até 2050 a neutralidade na emissão de gás CO2 (Cohen, 2014). O *Brookings Institute* fez uma pesquisa<sup>8</sup> de 2010 até 2011 nas 200 maiores metrópoles do planeta e Estocolmo ficou entre as 40 primeiras melhores economias. Início de implantação: 2011.

Paris mostrou inovação em mobilidade. Foi uma das primeiras cidades a lançar um programa de compartilhamento de bicicletas<sup>9</sup>, que hoje é um dos maiores e mais bem-sucedido no mundo. Recentemente, se tornou uma das primeiras cidades a lançar um programa de compartilhamento de carros elétricos<sup>10</sup> (Cohen, 2014). Início de implantação: 2012.

Hamburgo está implementando diversas iniciativas em diferentes setores da cidade, sendo: desenvolvimento urbano, mobilidade inteligente, saúde inteligente, cultura digital, capital do conhecimento, ruas inteligentes, casas inteligentes, entre outros (Wöhrle et al., 2015). Início de implantação: 2015.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através de estudos realizados sobre as iniciativas de cidades inteligentes feitas na seção anterior, construíram-se as Tabelas 1 e 2, apresentando os fatores presentes em cada iniciativa.

Tabela 1. Fatores presentes nas iniciativas de cidades inteligentes brasileiras

| Cidade         | Fator instucional | Fator tecnológico | Fator humano |
|----------------|-------------------|-------------------|--------------|
| Curitiba       | X                 |                   |              |
| Maringá        | X                 | X                 |              |
| Natal          | X                 | X                 |              |
| Porto Alegre   | X                 |                   |              |
| Recife         | X                 |                   |              |
| Rio de Janeiro | X                 | X                 |              |

Tabela 2. Fatores presentes nas iniciativas de cidades inteligentes estrangeiras

| Cidade     | Fator instucional | Fator tecnológico | Fator humano |
|------------|-------------------|-------------------|--------------|
| Copenhague | X                 |                   |              |
| Amsterdã   |                   |                   | X            |
| Viena      | X                 | X                 |              |
| Estocolmo  | X                 |                   |              |
| Paris      | X                 |                   | X            |
| Hamburgo   | X                 | X                 | X            |

O fator humano nas iniciativas brasileiras é o menos atendido, pois embora seja uma parte crítica no processo de implementação de uma cidade inteligente, vem sendo tradicionalmente negligenciado em detrimento da compreensão ou implantação de aspectos tecnológicos e políticos. Nas iniciativas estrangeiras, esse fator é o mais atendido, pois foi na Europa com o protocolo de Kyoto que começaram a surgir as cidades inteligentes, justamente pelo desejo das pessoas viverem em um lugar melhor. Nesse sentido as pessoas já estão mais incorporadas nesse contexto.

O fator tecnológico, nas iniciativas brasileiras, também é pouco atendido porque grande parte da infraestrutura de TI existente é antiga e apresenta restrições na integração com tecnologias novas. Falta de integração entre sistemas governamentais, falta de conhecimento sobre a interoperabilidade, disponibilidade e compatibilidade de software, sistemas e aplicações, entre outros, são alguns dos problemas encontrados.

<sup>6</sup> Disponível em: <https://open.wien.gv.at/site/open-data/>

<sup>7</sup> Disponível em: [http://www.siemens.com/entry/cc/features/greencityindex\\_international/all/en/pdf/report\\_en.pdf](http://www.siemens.com/entry/cc/features/greencityindex_international/all/en/pdf/report_en.pdf).

<sup>8</sup> Disponível em: [https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/0118\\_global\\_metro\\_monitor.pdf](https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/0118_global_metro_monitor.pdf)

<sup>9</sup> Disponível em: <http://en.velib.paris.fr/>

<sup>10</sup> Disponível em: <https://autolib.eu/fr/>

Ainda no fator tecnológico pode-se perceber: dificuldade na execução de programas de treinamento em TI, falta de funcionários com habilidades de integração e cultura, falta de cooperação setorial, falta de coordenação entre departamentos, visão não clara sobre o gerenciamento de TI, políticas e culturas organizacionais.

A Tabela 3 apresenta os principais desafios encontrados na implantação desses fatores, de acordo com (Chourabi et al., 2012). O fator institucional não é apresentado, pois geralmente a visão da governança é o ponto de partida na implantação da grande maioria das iniciativas de cidades inteligentes.

Tabela 3. Desafios enfrentados pelas iniciativas de cidades inteligentes

| Fator       | Desafios  |
|-------------|---|
| Humano      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fazer com que os cidadãos estejam mais cientes sobre a importância de sua participação na cidade, tendo como objetivo tornar os cidadãos mais informados, educados e participativos.</li> <li>- Não tratar os membros da cidade apenas como indivíduos, mas sim como comunidades e grupos com seus respectivos desejos. Ex.: Educação, acessibilidade, etc.</li> </ul>   |
| Tecnológico | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Melhorar as restrições dos sistemas antigos para que possam ser integrados.</li> <li>- Melhorar o conhecimento sobre interoperabilidade.</li> <li>- Integrar os sistemas governamentais.</li> <li>- Melhorar a disponibilidade e compatibilidade dos softwares, sistemas e aplicações.</li> <li>- Proteger os sistemas contra vírus, <i>hackers</i> e intrusos.</li> <li>- Cuidar da privacidade de dados pessoais.</li> <li>- Obter verbas para custear os profissionais e infraestrutura de TI.</li> <li>- Obter verbas para custear a instalação, operação e manutenção de sistemas de informação e treinamento de pessoas.</li> <li>- Gerar a cooperação entre setores e departamentos.</li> <li>- Ter uma visão clara sobre o gerenciamento de TI.</li> <li>- Criar políticas e culturas organizacionais sobre TI.</li> </ul> |

## 6. CONCLUSÃO

Com os estudos realizados e com a elaboração do mapeamento dos desafios enfrentados pelas iniciativas brasileiras, conclui-se que se faz necessário que as iniciativas se concentrem em atender os fatores humano e tecnológico, pois as iniciativas pesquisadas não conseguiram contemplá-los.

Esses fatores devem ser atendidos, pois uma infraestrutura que funcione bem é necessária, mas não o suficiente para tornar uma cidade “inteligente”. Infraestrutura de TIC e aplicações são pré-requisitos, mas sem envolvimento real e vontade de colaboração e cooperação entre as instituições públicas, setor privado, ONG's, escolas e cidadãos não existe cidade inteligente.

Para uma cidade ser considerada inteligente ela precisa encontrar um balanceamento quanto à implantação de fatores tecnológico, institucional e humano.

Com os resultados obtidos nas pesquisas sobre as iniciativas brasileiras e estrangeiras e com a premissa dos autores Dirks e Keeling (2009) de que o século 20 foi um século dos países e que o século 21 será um século das cidades, podemos perceber que a tendência natural é de surgirem cada vez mais iniciativas de cidades inteligentes no Brasil e também no mundo todo. Algumas tecnologias, como por exemplo IOC – Internet das Coisas, também contribuirão cada vez mais para fortalecer essa tendência.

## 7. TRABALHOS FUTUROS

Como trabalhos futuros, pode-se apontar a implementação de uma “mini-iniciativa de cidade inteligente” num ambiente pequeno, como por exemplo no campus da universidade. Assim o impacto de cada um dos três fatores poderia ser medido, além do impacto final da iniciativa quanto à sustentabilidade. Várias tecnologias podem ser utilizadas como, por exemplo, Hadoop<sup>11</sup> e KAFKA<sup>12</sup>.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação Araucária do estado do Paraná, pela concessão de Bolsa de Iniciação Científica.

## REFERÊNCIAS

- Chourabi, H. et al., 2012. Understanding Smart Cities: An Integrative Framework. 2012 45th Hawaii International Conference on System Sciences.
- Coccchia, A., 2014. Smart and Digital City: A Systematic Literature Review. *Smart City Progress in IS*, pp.13–43.
- Cohen, B., 2012. The Top 10 Smart Cities On The Planet. *The Top 10 Smart Cities On The Planet*. Disponível em: <https://www.fastcoexist.com/1679127/the-top-10-smart-cities-on-the-planet> [Acesso em: 20 de maio de 2016].
- Cohen, B., 2014. The 10 Smartest Cities In Europe. *The 10 Smartest Cities In Europe*. Disponível em: <https://www.fastcoexist.com/3024721/the-10-smartest-cities-in-europe> [Acesso em: 20 de maio de 2016].
- Dirks, S. & Keeling, M., 2009. A vision of smarter cities. *A vision of smarter cities - IBM*. Disponível em: [http://www-03.ibm.com/press/attachments/ibv\\_smarter\\_cities\\_-final.pdf](http://www-03.ibm.com/press/attachments/ibv_smarter_cities_-final.pdf) [Acesso em: 7 de março de 2016].
- EMTA, 2009. EMTA Barometer of Public Transport in European Metropolitan Areas Disponível em: [http://www.emta.com/img/pdf/barometer\\_report\\_2012\\_data\\_2009\\_.pdf](http://www.emta.com/img/pdf/barometer_report_2012_data_2009_.pdf) [Acesso em: 23 de maio de 2016].
- Freire, C.E.C. & Fernandes, C.M.R., 2015. Desenvolvimento de Aplicativo para Smartphone: Ferramenta Para Um Turismo Sustentável no Rio Grande do Norte. *XII Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas*.
- Green City Times, 2013. Green city: Bus system and urban planning in Curitiba. *Green City: Curitiba*. Disponível em: <http://www.greencitytimes.com/sustainable-cities/curitiba.html> [Acesso em: 5 de fevereiro de 2016].
- Indiacities, 2015. Porto Alegre: Improving city life through participatory budgeting. *Porto Alegre: Improving city life through participatory budgeting*. Disponível em: <http://www.smartcitieschallenge.in/casestudy/porto-alegre-improving-city-life-through-participatory-budgeting> [Acesso em: 7 de outubro de 2016].
- Kirch, G., 2013. Maringá é smart city com NEC | Notícias | Baguete. *Maringá é smart city com NEC*. Disponível em: <http://www.baguete.com.br/noticias/26/08/2013/maringa-investe-em-seguranca-com-nec> [Acesso em: 22 de julho de 2016].
- Nam, T. & Pardo, T.A., 2011. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. Proceedings of the 12th Annual International Digital Government Research Conference on Digital Government Innovation in Challenging Times - dg.o '11.
- Prefeitura do Recife, 2013. Sobre o Portal. Sobre - Portal de Dados Abertos da Cidade do Recife. Disponível em: <http://dados.recife.pe.gov.br/about> [Acesso em: 23 de julho de 2016].
- Romar, J., 2010. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro - prefeitura.rio. *Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro - prefeitura.rio*. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/web/guest/exibeconteudo?article-id=1410657> [Acesso em: 25 de julho de 2016].
- Schuler, D., 2002. Digital Cities and Digital Citizens. Lecture Notes in Computer Science Digital Cities II: Computational and Sociological Approaches, pp.71–85.
- Wöhrle, C. et al., 2015. Hamburg Smart City. *Hamburg Smart City Booklet*. Disponível em: <http://hamburgsmartcity.com/wp-content/uploads/2015/11/hamburg-smartcity-booklet-2016.pdf> [Acesso em: 30 de julho de 2016].

<sup>11</sup> Disponível em: <http://hadoop.apache.org/>

<sup>12</sup> Disponível em: <https://kafka.apache.org/documentation>

# METARG - MÉTODO DE ARGUMENTAÇÃO HÍBRIDO PARA USO NO DESENVOLVIMENTO COLABORATIVO DE ONTOLOGIAS

Rodrigo Nezi Teodoro, Josiane M. Hauagge Dall'Agnol,

Gisane A. Michelon, Lucélia de Souza e Sandro Rauntenberg

*Universidade Estadual do Centro-Oeste. Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03, Vila Carli,  
Cx. Postal 3010 – CEP 85040-080, Guarapuava, Paraná, Brasil*

## RESUMO

O desenvolvimento de ontologias geralmente é realizado por meio de um processo colaborativo, onde podem ocorrer conflitos nas escolhas de modelagens de cada um dos participantes. Para resolução destes conflitos podem ser utilizados argumentos para ajudar na decisão da melhor solução a ser adotada. Nesse cenário, o objetivo desta pesquisa é estudar metodologias de desenvolvimento colaborativo de ontologias que fazem uso de métodos de argumentação visando propor um método de argumentação híbrido, selecionando as características que podem ser usadas para auxiliar e facilitar a explicitação da conceitualização de um domínio no desenvolvimento colaborativo de ontologias.

## PALAVRAS-CHAVES

Ontologia, desenvolvimento colaborativo, argumentação, resolução de divergências

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de ontologias é um processo social que tem por objetivo produzir uma conceitualização compartilhada por um grupo de pessoas em um determinado domínio (Guarino *et al.*, 2009). A criação de conceitualizações é uma atividade subjetiva que compreende as diferentes maneiras com que os indivíduos percebem e organizam um certo domínio da realidade (Guizzardi, 2005). No desenvolvimento de uma ontologia colaborativa é comum que ocorram divergências nas escolhas de modelagem, tendo em vista que os indivíduos têm pontos de vista diferentes sobre os conceitos que compõem um domínio e suas características.

Quando ocorrem divergências na conceitualização de um domínio, uma das possibilidades para resolução das diferenças é fazer uso de um processo de argumentação formalizado para auxiliar e justificar as escolhas de modelagem, com o objetivo de alcançar o consenso entre um grupo de indivíduos. Um argumento tem como objetivo oferecer uma prova para afirmar ou negar um fato na resolução de um conflito. Os argumentos podem ser favoráveis ou contrários a uma ideia, ou seja, apresentam informações adicionais que ajudam a decidir se uma determinada solução é válida ou não (Besnard e Hunter, 2008).

A formalização da argumentação ocorre por meio das seguintes formas: condução de um processo argumentativo; escolha de argumentos que facilitam a explicitação da conceitualização, e finalmente, pelo registro de todas as decisões tomadas pelos participantes nesse processo, as quais poderão ser utilizadas no futuro para o entendimento das escolhas de modelagens e apoio à resolução de outras divergências.

Existem alguns métodos de argumentação formal de uso geral, tais como: NGT – *Nominal Group Technique* (Gresham, 1986), IBIS – *Issue-Based Information System* (Kunz e Rittel, 1970) e RST – *Rhetorical Structure Theory* (Mann e Thompson, 1987). No entanto, ainda são poucas as metodologias de desenvolvimento colaborativo de ontologias existentes na literatura que se utilizam da argumentação formal (Tempich *et al.*, 2005). Dentre essas metodologias destacam-se as estudadas nesta pesquisa: DILIGENT - *An Argumentation Ontology for DIstributed, Loosely-controlled and evolvInG Engineering processes of oNTOlogies* (Tempich *et al.*, 2005), *Consensus Building in Collaborative Ontology Engineering Processes* (Karapiperis e Apostolou, 2006) e *Cognitive Support for an Argumentative Structure During the Ontology Development Process* (Castro *et al.*, 2006).

Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa é propor um método de argumentação híbrido, chamado MetArg, o qual utiliza características das metodologias estudadas, que podem ser usadas para auxiliar e facilitar a explicitação da conceitualização de um domínio na resolução de divergências. O método proposto foi inicialmente testado em um experimento para validação.

Este artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 mostra os trabalhos correlatos, a Seção 3 apresenta o método proposto. A Seção 4 apresenta as conclusões e sugestões de trabalhos futuros.

## 2. TRABALHOS RELACIONADOS

A metodologia DILIGENT (Tempich *et al.*, 2005) apresenta uma ontologia que formaliza os principais argumentos utilizados. Estes argumentos são obtidos através de discussões voltadas para engenharia de ontologia, sendo assim possível o rastreamento dos argumentos e a detecção de inconsistências.

A *Consensus Building in Collaborative Ontology Engineering Processes* (Karapiperis e Apostolou, 2006) oferece suporte a uma equipe de desenvolvimento colaborativo de ontologia para se chegar a um consenso usando avaliações iterativas. Incorpora um mecanismo que avalia a qualidade e a aceitação da ontologia resultante por um grupo de participantes.

Em *Cognitive Support for an Argumentative Structure During the Ontology Development Process*, Castro *et al.* (2006) usam mapas conceituais para apoiar o desenvolvimento de ontologias, os quais são utilizados como uma forma importante para realizar a representação visual da estrutura que está sendo modelada. Dessa forma é possível explicitar conceitos por meio de instâncias (exemplos concretos). Visões diferentes do mundo podem ser representadas por mapas conceituais diferentes.

Com base nessas metodologias (1 - DILIGENT, 2 - *Consensus Building in Collaborative Ontology Engineering Processes* e 3 - *Cognitive Support for an Argumentative Structure During the Ontology Development Process*) foram elaboradas tabelas comparativas para demonstrar as principais características destas abordagens. A Tabela 1 apresenta o modelo de argumentação usado nas metodologias e os métodos de argumentação formal sobre os quais as metodologias são fundamentadas e os objetivos de uso.

Tabela 1. Modelos de fundamentação

| Metodologia | Modelo de argumentação  | Método de argumentação formal/Objetivo   |
|-------------|---|--|
| 1           | Utilização de um modelo de argumentação formal para a Engenharia de Ontologia.  | Adaptação do método IBIS, com o objetivo de promover uma teoria de argumentação através de diálogos.   |
| 2           | Criação colaborativa de ontologias com um mecanismo incorporado que avalia a ontologia por um grupo de participantes. | Aplicação do método NGT para realizar avaliações através de votações dos participantes, com objetivo de tornar eficazes os julgamentos e tomada de decisões. |
| 3           | Utilização de um modelo para melhorar o levantamento e a interação de conceitos da ontologia.                         | Adaptação do DILIGENT com suporte cognitivo para auxiliar a estrutura de argumentação durante o desenvolvimento da ontologia.                                |

A Tabela 2 mostra como ocorre o processo de argumentação e as fases da Engenharia de Ontologias usadas nas referidas metodologias.

Tabela 2. Processo de argumentação e as fases da Engenharia de Ontologias na metodologia

| Metodologia | Processo de argumentação  | Fases da Engenharia de Ontologias   |
|-------------|---|---|
| 1           | Participantes levantam questões na discussão, propõem ideias para tentar solucionar a questão e argumentos para defender a ideia.   | Construção.<br>Adaptação local.<br>Análise.<br>Revisão.   |
| 2           | Um participante apresenta a questão, os outros produzem soluções, e estas soluções são discutidas para se chegar a um consenso.   | Fase preparatória.<br>Fase de desenvolvimento.<br>Fase de melhoria iterativa.<br>Fase de aplicação.   |
| 3           | O processo de desenvolvimento envolve a discussão de conceitos ou relações, onde a estrutura argumentativa oferece suporte para uma visão geral do mundo que está sendo modelado. | Questões são levantadas.<br>A seguir são elaborados argumentos.<br>A elaboração fornece instâncias.<br>As instâncias ajudam no alcance do consenso. |

### 3. O MÉTODO DE ARGUMENTAÇÃO HÍBRIDO - METARG

A definição do método de argumentação híbrido – MetArg proposto nesta pesquisa foi realizada via um conjunto de formulários que dirigem o processo de argumentação entre os participantes. De acordo com a metodologia DILIGENT (Tempich *et al.* 2005) foram selecionados alguns argumentos, apresentados no formulário da Figura 1 para auxiliar o participante a expressar melhor sua conceitualização sobre o elemento que está sendo modelado, contendo:

- Questão: apresenta uma divergência encontrada na ontologia colaborativa.
- Ideia: utilizada para apresentar uma solução para a questão levantada.
- Desenvolvedor – Justificativa: o proponente fundamenta a defesa de sua ideia, argumentando como a mesma poderia solucionar o problema, ou seja, defende sua ideia.
- Status: representa a decisão que foi tomada sobre a ideia proposta.

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Questão:                       |   |
| Ideia:                         | Status: Postergada <input type="checkbox"/><br>Descartada <input type="checkbox"/><br>Acordada <input type="checkbox"/> |
| Desenvolvedor – Justificativa: |   |

Figura 1. Formulário do MetArg e seus argumentos

Na sequência é realizada a avaliação pelos demais participantes sobre a ideia e os argumentos propostos. Os participantes podem argumentar contra ou a favor da ideia. Os argumentos favoráveis ou justificativas são expressos por exemplos ou avaliações. Os argumentos contrários ou desafios são expressos com contraexemplos ou alternativas.

A avaliação da ideia é realizada por meio de um processo de votação conforme proposto em (Karapiperis e Apostolou, 2006), sendo que ocorrem votações até que todas as divergências sejam solucionadas. O formulário das votações é apresentado na Figura 2.

Cada participante expressa sua opinião dentre 5 opções. Caso o participante escolha a opção 1 ou 5 não é necessário argumentar pois o mesmo discorda ou concorda completamente sobre a ideia proposta. Se a opção escolhida for 2 ou 4, o mesmo terá que argumentar pois significa que ele discorda ou concorda não completamente sobre a ideia, ou seja, na sua opinião é necessário que ocorra alguma modificação para que essa ideia possa resolver a divergência. Caso um participante escolha a opção 3 significa que o mesmo não conseguiu identificar se a ideia realmente resolve ou não a divergência, isto é, ele ainda está em dúvida.

No campo Média dos Avaliadores é apresentada a média da avaliação e a votação de todos os participantes. As decisões são tomadas de acordo com o resultado dessa média, conforme:

- Resultado 5: a ideia é aceita e será utilizada.
- Resultados 4 e 2: a ideia pode ser aceita, mas ainda são necessários ajustes para resolver a divergência, necessitando de modificações para a mesma ser aceita. Este resultado pode ser utilizado para postergar a ideia, ou seja, tentar uma nova solução quando a estrutura da ideia estiver mais evoluída.
- Resultado 3: a equipe ainda está em dúvida com a ideia proposta. O proponente deve explicá-la novamente, utilizando mapas conceituais para auxiliar na argumentação.
- Resultado 1: a maioria dos participantes não concorda com a ideia, descartando a mesma.

| Avaliador:              |   |
|-------------------------|---|
| 1                       | ( ) Discordo Inteiramente.  |
| 2                       | ( ) Discordo não inteiramente – Argumente com contraexemplos ou alternativas: |
| 3                       | ( ) Nem discordo e nem concordo.  |
| 4                       | ( ) Concordo não inteiramente – Argumente com exemplos ou avaliações:         |
| 5                       | ( ) Concordo Inteiramente.  |
| Média dos Avaliadores = |   |

Figura 2. Formulário de avaliação e votação

Nos casos em que o resultado da média dos avaliadores ficar entre 2 a 4, o desenvolvedor da ideia precisa fazer a complementação dos seus argumentos com mapas conceituais (Castro *et al.*, 2006), adicionando uma representação visual aos mesmos e favorecendo seu entendimento. O formulário da Figura 3 é usado para apresentar o resultado de uma ideia em impasse. Nesse caso, somente as opções 1 e 5 podem ser usadas na votação.

| Resolvendo Impasse (média: 2, 3 ou 4):   |            |      |  |        |            |  |  |
|--|------------|------|--|--------|------------|--|--|
| <table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Idea</th> </tr> <tr> <th>Aceita</th> <th>Não aceita</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> |            | Idea |  | Aceita | Não aceita |  |  |
| Idea   |            |      |  |        |            |  |  |
| Aceita   | Não aceita |      |  |        |            |  |  |
|  |            |      |  |        |            |  |  |
| <hr/> Decisão:<br>_____  |            |      |  |        |            |  |  |

Figura 3. Formulário de avaliação de ideia em impasse

Como validação do MetArg foi realizado um experimento contendo: (i) uma ontologia considerada como padrão ouro no domínio acadêmico; (ii) três ontologias individuais diferentes relacionadas ao domínio acadêmico; (iii) divergências relacionadas às três ontologias individuais; (iv) termo de consentimento; (v) formulários de argumentação (Figuras 1, 2 e 3); (vi) informações de como utilizar o método e (vii) questionário de avaliação. Também foi utilizado um método de avaliação para comparar os resultados obtidos.

O experimento foi realizado com seis alunos do quarto ano do Curso de Ciência da Computação de uma universidade pública brasileira. Os alunos foram divididos em duas equipes de três pessoas. A Equipe Teste, realizou a combinação das ontologias individuais utilizando o MetArg. A Equipe Controle realizou a combinação das ontologias individuais de forma livre, sem a utilização de nenhum método, sendo que os participantes decidiam livremente como iriam chegar a um consenso. Cada participante (das duas equipes) recebeu uma das três ontologias individuais, e cada grupo precisava combiná-las para desenvolver uma única ontologia colaborativa de consenso.

A avaliação do experimento foi realizada de duas formas. A primeira com uma avaliação subjetiva pelos participantes da Equipe Teste (usando o MetArg), respondendo um questionário de avaliação para verificação da usabilidade do método, usando o *System Usability Scale - SUS* (Brooke, 1996). A segunda forma de avaliação ocorreu por meio de um comparativo da ontologia padrão ouro com as ontologias de consenso produzidas pelas duas equipes, utilizando os medidores de *precision* e *recall* de Gangemi *et al.* (2006).

Durante o desenvolvimento do experimento percebeu-se que a Equipe Controle (que não usou o MetArg) terminou o processo muito mais rapidamente que a Equipe Teste (que usou o MetArg), porém os resultados da Equipe Controle foram piores que os da Equipe Teste.

## 4. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Nesta pesquisa foram estudadas metodologias de argumentação utilizadas no desenvolvimento colaborativo de ontologias, a saber: Tempich *et al.* (2005), Karapiperis e Apostolou (2006) e Castro *et al.* (2006). A partir destas foram selecionadas algumas características para o desenvolvimento do método de argumentação híbrido - MetArg, visando facilitar a explicitação da conceitualização do domínio no desenvolvimento colaborativo de ontologias.

Com base na avaliação dos participantes de um experimento usando o MetArg, existem indícios de que o método ajuda e facilita a proposição de argumentos para resolução das divergências encontradas, coordenando as resoluções de conflitos.

Na avaliação dos resultados obtidos, a ontologia colaborativa desenvolvida pela Equipe Controle teve como resultado 75% de *precision* e 89% de *recall*, e a Equipe Teste (usando o MetArg) obteve como resultado 80% de *precision* e 100% de *recall*.

Assim, pode-se observar que o método ajuda os participantes a refletirem sobre as melhores escolhas de modelagem, pois contribui para que os mesmos reflitam mais sobre o que está sendo modelado. Fazer uso de um método de argumentação para auxiliar a resolução de divergências permite que os participantes possam discutir melhor uma conceitualização, além de auxiliar na elaboração da documentação deste processo.

Como trabalhos futuros, cita-se a implementação do MetArg em um sistema web para uso por especialistas do domínio, no sentido de auxiliá-los na explicitação da conceitualização do domínio, permitindo que os participantes realizem este processo virtualmente. Também é sugerido a realização de experimentos em ambientes reais de desenvolvimento para avaliar a eficácia do MetArg e coletar informações que poderiam resultar em melhorias para o método proposto.

## REFERÊNCIAS

- Besnard, P. e Hunte, A. *Elements of Argumentation*. The MIT Press Cambridge, Massachusetts, 2008.
- Brooke, J. *SUS: A quick and dirty usability scale*. Usability Evaluation in Industry, 1996.
- Castro, G. A.; Norena, A.; Betancourt, A.; Ragan M. A. Cognitive support for an argumentative structure during the ontology development process. 9th International Protégé Conference, 2006.
- Gangemi, A. C.; Ciaramita, M.; Lehmann, J. *Modelling ontology evaluation and validation*. The Semantic Web: research and applications, Springer Verlag, 2006.
- Gresham, J. N. *Expressed Satisfaction with the Nominal Group Technique Among Change Agents*. Texas A&M University, 1986.
- Guarino, N.; Oberle, D.; Staab, S. *What is an Ontology?* In S. Staab and R. Studer (eds.), *Handbook on Ontologies*, Second Edition. International handbooks on information systems. Springer Verlag, 2009.
- Guizzardi, G. *Ontological Foundations for Structural Conceptual Models*. Telematica Instituut Fundamental Research Series no. 15, Universal Press, The Netherlands, 2005.
- Karapiperis, S. e Apostolou, D. *Consensus Building in Collaborative Ontology Engineering Processes*. In *Journal of Universal Knowledge Management*, vol. 1, no. 3. University of Piraeus, Greece, 2006.
- Kunz, W. e Rittel H. W. J. *Issues as elements of information systems*. Institute of Urban and Regional Development. University of California, 1970.
- Mann, W. C. e Thompson, S. A. *Rhetorical structure theory: A theory of text organization*. The Structure of Discourse. University of Southern California, 1987.
- Tempich, C.; Pinto, H. S.; Sure, Y.; Staab, S. *An argumentation ontology for DIstributed, Loosely-controlled and evolvInG Engineering processes of oNTologies (DILIGENT)*. The Semantic Web: Research and Applications – Lecture Notes in Computer Science. n.1, Springer, 2005.

# LOS SISTEMAS DE COLABORACIÓN EN INTERNET. EL MODELO DE LAS LISTAS DE DISTRIBUCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO

Antonio Muñoz-Cañavate y Rosario Fernández-Falero

Departamento de Información y Comunicación, Facultad de Ciencias de la Documentación y la Comunicación,  
Universidad de Extremadura, Plazuela Ibw Marwan s/n, 06071 Badajoz, España

## RESUMEN

Este trabajo analiza el sistema de listas de distribución de correo electrónico, como un herramienta que permite colaborar entre personas que pertenecen a un mismo ámbito académico y/o profesional. Para saber su utilidad se ha realizado una encuesta a la lista *Business Librarianship Discussion List* (Buslib-L) gestionada por la Universidad de Arizona en los Estados Unidos que ha tratado de conocer el nivel de utilidad de este sistema de información entre usuarios de Internet, con varias décadas de antigüedad. La encuesta ha permitido averiguar qué importancia dan los encuestados a las listas de distribución de email frente a otros sistemas, entre los que se encuentran herramientas que pertenecen al ámbito de los nuevos medios sociales como Facebook, Twitter, Linkedin, u otras como la sindicación de contenidos, o los sistemas de alerta en buscadores, como Google Alert. Los resultados indican un elevado interés por las listas de distribución superior a otros sistemas.

## PALABRAS CLAVE

Listas de distribución, sistemas de colaboración, Correo electrónico, Internet

## 1. INTRODUCCIÓN

La capacidad informativa de Internet ha creado plataformas que permiten la difusión del conocimiento a cualquier persona, pero también ha permitido la creación de comunidades agrupadas en intereses particulares que transmiten información y comparten conocimientos en áreas científicas, técnicas, académicas y profesionales determinadas. Son las comunidades virtuales en las que se establecen vínculos entre personas con intereses similares.

Sin duda la aparición de la denominada web 2.0 o web social, con la posibilidad de insertar contenidos a través de las plataformas web, abrió la posibilidad de crear herramientas y aplicaciones diseñadas para que fueran los propios usuarios quienes interactuasen entre ellos.

Pero la existencia de las comunidades virtuales, como espacios de colaboración entre usuarios situados en lugares remotos, es anterior a la aparición de la World Wide Web, y no es exclusiva de Internet. No hay que olvidar a las Bulletin Board System (BBS) presentes en ámbitos previos al desarrollo y expansión de Internet en el mundo, a los grupos de Usenet que establecieron comunidades en las que usuarios podían intercambiar información y debates al margen del lugar físico en el que se encontrasen, o a la desaparecida red Bitnet que soportaría muchas de las listas de distribución utilizando el software Listserv, Internet terminaría absorbiendo a muchos de aquellos sistemas: todos los grupos de Usenet serían adquiridos por Google y las listas de distribución de Bitnet se reconvertirían a Internet.

Aquellas formas de contacto entre personas situadas en muy distintos lugares se complementarían, después, con otras aplicaciones que permitían a los usuarios el contacto en tiempo real como los canales IRC, o las comunidades virtuales de usuarios (CVUs) como estructuras que tenían como objetivo reunir a personas con características comunes –como un mismo perfil profesional- y poner a disposición de sus miembros todos los recursos informativos posibles y permitir su acceso ya fuera de manera gratuita o mediante suscripción. En España Rediris llegaría a albergar un número importantes de estas CVUs de carácter académico y científico (Ontalba, 2002).

Muchas de aquellas comunidades terminarían desapareciendo al llegar la web 2.0 y verse superadas por las redes sociales como Facebook o Linkedin, del que en cierto modo son precursoras, mientras otras, que todavía existen, terminarían evolucionando hacia pequeños portales de contenidos temáticos, como en el caso de España con [tierra.rediris.es](http://tierra.rediris.es) y [clio.rediris.es](http://clio.rediris.es).

Las listas de distribución de correo electrónico conformarían un modelo de comunicación que ha llegado hasta la actualidad y que a pesar de la fuerza con la que han irrumpido otras aplicaciones han seguido manteniendo su vigencia, sobre todo en el ámbito de científico y profesional. Diversos trabajos demuestran como las listas de distribución de correo electrónico siguen siendo una herramienta muy eficaz para la realización de estudios con personas que se encuentran en distintos lugares del mundo en ámbitos como la medicina (Welch, 2015) o las bibliotecas (Mugridge, 2015).

## 1.1 Las Listas de Distribución

Las listas de distribución de correo electrónico son herramientas muy características. Los usuarios se inscriben a través de un software que gestiona la lista, y que puede gestionar muchas otras listas. El software hace de intermediario, suscribe a los usuarios, distribuye los correos, y puede almacenarlos creando un archivo de mensajes.

Este sistema que de por sí es muy útil por su facilidad de manejo y porque se basa en el uso del correo electrónico de uso masivo apenas ha sido objeto de estudio en la literatura científica. Y es que el correo electrónico, en el que se sustentan las listas de distribución, según el Informe “Eurostat ‘Information Society Statistics’” que describe el número de individuos, expresado como porcentaje sobre el total de la población, que han enviado o recibido correos electrónicos mediante el uso de Internet en el período 2007-2015, señala una cifra del 69% para la población europea (ONTSI, 2015).

Su importancia es tal que ya el estudio en España de Ontalba (2002) sobre las CVUs de carácter académico y científico señalaba que existía una fuerte dependencia de las listas de distribución de las que habían nacido, y que en muchos casos estas CVUs no habían pasado de ser una simple página web.

## 2. MATERIAL Y MÉTODO

Para la realización de este estudio se ha enviado una encuesta online a la lista de distribución Buslib-1.

El cuestionario se ha realizado con el sistema de distribución de encuestas de Google Drive. El cuestionario ha dispuesto cuatro bloques de preguntas:

- Bloque 1. Datos del encuestado.
- Bloque 2. Utilidad de diferentes medios electrónicos para recibir información en el trabajo profesional diario.
- Bloque 3. Nivel de calidad de los mensajes de la lista Buslib-1.
- Bloque 4. Utilidad de los mensajes de la lista Buslib-1 en el trabajo diario del encuestado.

El cuestionario ha usado la escala de Lickert, de 1 a 5 en los bloques dos, tres y cuatro.

En el bloque 2 las opciones permitían elegir entre 1 –nada satisfecho- y 5 –totalmente satisfecho-, además de una opción complementaria para responder “No usa”.

Este bloque ha tenido como finalidad directa la obtención de información acerca de la utilidad de las listas de distribución como un medio para recibir información en el trabajo profesional, y, además, ha buscado la comparación de las listas de distribución con otros medios usados en la actualidad y que son los siguientes:

- Grupos de Facebook o personas en Facebook.
- Grupos de Linkedin o personas en Linkedin.
- Twitter.
- Listas externas de otros usuarios de Twitter.
- Grupos de discusión (Ej. [groups.google.com](http://groups.google.com); [groups.yahoo.com](http://groups.yahoo.com)).
- Sindicación de contenidos (RSS).
- Alerta por email de novedades de sitios web, publicaciones, repositorios.
- Alerta en buscadores (Ej. Google Alerts; [Talkwalker.com](http://Talkwalker.com)).
- Rastreadores de nuevo contenido (Ej. [Copernic Tracker](http://Copernic Tracker)).

Hemos partido de la base de que cualquier suscriptor de las listas de distribución es un usuario avanzado de Internet, y que por tanto tienen pleno conocimiento de otros sistemas de distribución y/o captura de contenidos.

El bloque 3 que tiene como finalidad conocer el nivel de calidad de los mensajes de Buslib-1, ha permitido elegir entre 1 –malo- y 5 –muy alto-, además de una opción complementaria para responder “No contesta”.

Finalmente el bloque 4, que ha pretendido conocer la utilidad que los mensajes tienen en el trabajo diario del encuestado, ha ofrecido desde la opción 1 –nunca- a 5 –muchas veces-, y otra opción complementaria para responder “No contesta”.

El cuestionario ha estado abierto durante diez días entre finales de septiembre y principios de octubre de 2016. Para ello se han enviado tres mensajes a la lista Buslib-1, un primer mensaje para dar a conocer el estudio junto con el enlace del cuestionario online y dos más a modo de recordatorio. Se han obtenido un total de 47 respuestas.

## 2.1 La Lista de Distribución Buslib-1

La lista elegida para el envío del cuestionario ha sido *Business Librarianship Discussion List* (Buslib-L) es un foro electrónico que se ocupa de aspectos relacionados con la recogida, almacenamiento y difusión de información en el ámbito de la información empresarial, independientemente del formato. La decisión de elegir la lista Buslib-1 se debe, por una parte, a su antigüedad y, por otra, a que en 1994 ya fue objeto de un estudio similar, en un periodo que podemos denominar anterior a la cultura World Wide Web (Castro, 1995).

Buslib-1 nació en 1990 en la Universidad de Nevada –Estados Unidos-, en 1991 pasó a ser gestionada desde la Boise State University en Idaho hasta julio de 2007. Y desde esa fecha se encuentra la Northern Arizona University.

## 3. RESULTADOS

Se han obtenido 47 respuestas de personas de diversas nacionalidades, mayoritariamente de Estados Unidos (79%) y en menor medida de otras nacionalidades: Canadá (9%), España (4%), Alemania (2%), Francia (2%), Reino Unido (2%) y Suecia (2%).

Respecto a las profesiones el 61,7% son bibliotecarios, el 8,5% son especialistas en gestión de información, el 4,3% son profesores, y con un 2,1% aparecen informáticos, documentalistas y analistas. Por otra parte, un 19,6% señalan otras profesiones.

Como el objetivo principal de este trabajo de investigación ha sido el de conocer el papel que juegan las listas de distribución frente a otros sistemas que han aparecido con posterioridad –si exceptuamos los grupos de discusión-, presentamos los resultados en una tabla y dos figuras. La tabla 1 incluye los datos referentes al uso y/o utilidad de diez sistemas diferentes que pueden servir a un usuario del mundo profesional y académico para localizar información que puede ser de su interés. La figura 2 muestra los resultados de la pregunta del cuestionario que ha pretendido conocer el nivel de calidad que los suscriptores de la lista dan a los mensajes de Buslib-1. Mientras la figura 3 incluye los datos de las respuestas de la pregunta que ha solicitado a los suscriptores que señalen si estos mensajes son de utilidad en su trabajo diario.

Tabla 1. Satisfacción de los usuarios respecto a distintos sistemas de información

|   | Nada satisfecho | Poco satisfecho | Medianamente satisfecho | Muy satisfecho | Totalmente satisfecho | No uso        |
|---|-----------------|-----------------|-------------------------|----------------|-----------------------|---------------|
| Distribution list (email). Ej. Buslib-1   | --              | 1<br>(2.1%)     | 3<br>(6.4%)             | 18<br>(38.3%)  | 25<br>(53.2%)         | --            |
| Grupos de Facebook o personas en Facebook | 5<br>(10.6%)    | 5<br>(10.6%)    | 14<br>(29.8%)           | 5<br>(10.6%)   | 1<br>(2.1%)           | 17<br>(36.2%) |

|  |              |               |               |               |              |               |
|--|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|
| Grupos de Linkedin o personas en Linkedin                                | 6<br>(12.8%) | 14<br>(29.8%) | 11<br>(23.4%) | 3<br>(6.4%)   | 1<br>(2.1%)  | 12<br>(25.5%) |
| Twitter  | 2<br>(4.3%)  | 10<br>(21.3%) | 7<br>(14.9%)  | 10<br>(21.3%) | 3<br>(6.4%)  | 15<br>(31.9%) |
| Listas externas de otros usuarios de Twitter                             | 3<br>(6.4%)  | 6<br>(12.8%)  | 2<br>(4.3%)   | 4<br>(8.5%)   | --           | 32<br>(68.1%) |
| Grupos de discussion. Ej. groups.google.com; groups.yahoo.com            | 3<br>(6.4%)  | 3<br>(6.4%)   | 5<br>(10.6%)  | 2<br>(4.3%)   | 4<br>(8.5%)  | 30<br>(63.8%) |
| Sindicacion de contenidos (RSS)  | 2<br>(4.3%)  | 4<br>(8.5%)   | 7<br>(14.9%)  | 7<br>(14.9%)  | 6<br>(12.8%) | 21<br>(44.7%) |
| Alerta por email de novedades de sitios web, publicaciones, repositorios | 2<br>(4.3%)  | 4<br>(8.5%)   | 13<br>(27.7%) | 12<br>(25.5%) | 8<br>(17.0%) | 8<br>(17.0%)  |
| Alerta en buscadores. Ej. Google Alerts; Talkwalker.com                  | 3<br>(6.4%)  | 4<br>(8.5%)   | 9<br>(19.1%)  | 5<br>(10.6%)  | 4<br>(8.5%)  | 22<br>(46.8%) |
| Rastreadores de nuevo contenido. Ej. Copernic Tracker                    | 3<br>(6.4%)  | 1<br>(2.1%)   | 2<br>(4.3%)   | --            | --           | 41<br>(87.2%) |

Tal y como se puede comprobar las listas de distribución son la herramienta más útil para los encuestados. El tiempo pasado desde la aparición de esta aplicación surgida del correo electrónico no ha hecho decaer su interés frente a otros sistemas. La suma de las opciones “Muy satisfecho” y “Totalmente satisfecho” refleja un cuadro en el que aparecen en primer lugar las listas de distribución, seguidas de las alertas por email de novedades de sitios web, mientras las aplicaciones que siguen a una cierta distancia son Twitter, la sindicación de contenidos (RSS), las alertas en buscadores como Google Alerts o Talkwalker, Facebook, los grupos de discusión clásicos -aquellos que nacieron en la misma época que las listas de distribución en redes como Usenet y que posteriormente serían adquiridos por Google-, Linkedin, las listas externas de otros usuarios de Twitter y finalmente los rastreadores de nuevo contenido como puede ser Copernic Tracker.

Respecto a los sistemas que no se usan se encuentran en primer lugar los rastreadores de nuevo contenido -son los que un mayor número de encuestados han señalado que no usan en absoluto- seguidos por las listas externas de otros usuarios de Twitter, los grupos de discusión (ej. grupos de Google), alerta en buscadores, sindicación de contenidos, Facebook, Twitter, Linkedin, y las alertas de email de distintos sitios web.

Los resultados de la figura 1 demuestran que los mensajes que se envían a esta lista especializada tiene un nivel de calidad muy aceptable. Si sumamos las opciones 4 y 5, que se corresponden con las calificaciones que los suscriptores han contestado como “Mensajes buenos” y “Mensajes muy buenos”, se nos presenta una cifra que supera el 90%. El estudio realizado en 1994 con esta misma pregunta nos daba una cifra del 87,8% para opciones similares (Castro, 1995).

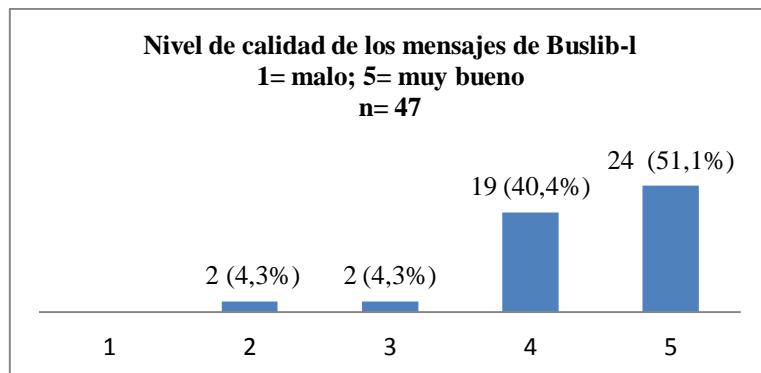


Figura 1. Nivel de calidad de los mensajes de la lista de distribución Buslib-1

Finalmente la figura 2 señala el nivel de utilidad de los mensajes para el trabajo diario de los suscriptores de Buslib-1. Las opciones 4 y 5 que se corresponden con las opciones “Muchas veces” y “A veces”, suman un 78,8% de las respuestas. Para el mencionado estudio de 1994 estas opciones se corresponderían con el 87,8% de las respuestas, lo que indica la calidad de la lista y su permanencia en el tiempo después de más de dos décadas de funcionamiento.

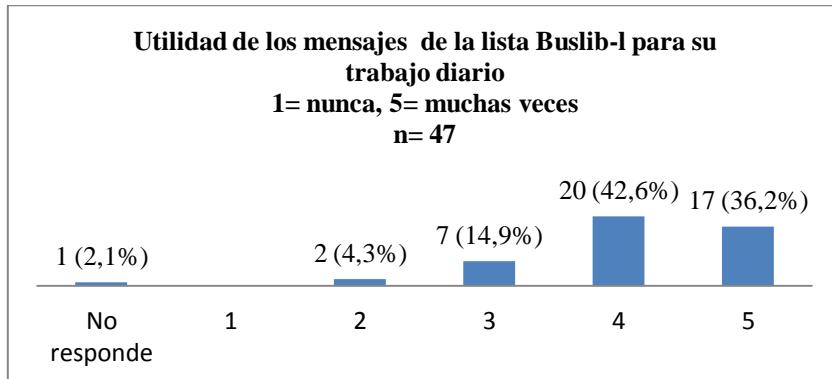


Figura 2. Utilidad de los mensajes que se envían a la lista de distribución Buslib-1

## 4. CONCLUSIONES

Las listas de distribución de correo electrónico conforman uno de los primeros medios de comunicación e información entre usuarios de las redes. En los años noventa del siglo XX tuvieron un auge muy importante que coincidió con una primera expansión de la Red. Durante estos años fueron motivo de estudio en el mundo académico. La aparición de los nuevos medios sociales en torno a la web 2.0 y la consiguiente generalización de nuevos sistemas, que permitió una mayor oferta de servicios a los usuarios, dejaron en un segundo lugar a estas listas, muchas desaparecieron pero, sin embargo, varias décadas después muchas otras siguen vigentes como el primer día.

Este trabajo demuestra como las listas de distribución siguen siendo herramientas muy apreciadas en el mundo académico y profesional.

## RECONOCIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a Marta Herrera Barragán, a Ángeles Romero Navarrete, y a Antonio Jesús Castillo Vidal por su ayuda en la realización de este trabajo.

## REFERENCIAS

- Castro Castro, C. y Muñoz-Cañavate, A. 1995. Recursos informativos en las redes. Análisis de las listas de discusión gestionadas por un Mail List Manager: el Listserv de la red Bitnet. *V Jornadas Catalanas de Documentación*, octubre, 25-27, Barcelona, pp. 521-528.
- Mugridge, R.L., Poehlmann, N.M. 2015. Benchmarking as an Assessment Tool for Cataloging. *Technical Services Quarterly*, Vol. 32, No. 2, pp. 141-159.
- Ontalba y Ruipérez, J.A. 2002. Las comunidades virtuales académicas y científicas españolas: el caso de RedIris. *El profesional de la información*, Vol. 11, No. 5, pp. 328-338.
- ONTSI Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de Sociedad de la Información. *Individuos que usan internet para enviar/recibir correos electrónicos*. Disponible en <<http://www.ontsi.red.es/ontsi/es/indicador/individuos-que-usan-internet-para-enviarrecibir-correos-electr%C3%B3nicos>> [Consulta: 8 octubre 2016].
- Welch, S. 2015. Antimicrobial stewardship in Australian emergency departments. *EMA - Emergency Medicine Australasia*, Vol. 27, No. 5, pp. 427-430.

# Artigos de Reflexão



# ADMINISTRACIÓN ELECTRÓNICA Y TRANSPARENCIA EN LOS AYUNTAMIENTOS DE ESPAÑA. UN ESTUDIO REGIONAL

Antonio Muñoz-Cañavate<sup>1</sup>, Alicia Alonso Saavedra<sup>1</sup> e Eduardo Alfredo Cardoso Miranda<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Información y Comunicación

Facultad de Ciencias de la Documentación y la Comunicación, Universidad de Extremadura

Plazuela Ibw Marwan s/n, 06071 Badajoz, España

<sup>2</sup>Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Campo Grande, 376, 1749-024 Lisboa, Portugal

## RESUMEN

Las Administraciones Públicas se han considerado, tradicionalmente, estructuras opacas en las que, tanto en el ámbito político como en el administrativo, los procesos decisarios no han tenido la transparencia necesaria hacia los ciudadanos y las empresas. Esta situación se ha agravado en muchos países debido a la desconfianza generada por los numerosos casos de corrupción en el ámbito político.

Durante los últimos años ha comenzado a asentarse el concepto de Gobierno Abierto (Open Government). Se han aprobado diferentes leyes de transparencia a nivel regional, nacional e internacional que salvaguardan los derechos de los administrados en relación con el acceso a la información y conocimiento de los documentos elaborados y/o en poder de las Administraciones Públicas. Así, el sector público comienza a hacerse más visible lo que se manifiesta a través de cuatro valores clave: la transparencia, la participación ciudadana, la rendición pública de cuentas y la tecnología e innovación.

Esta comunicación presenta los resultados de un estudio aplicado a una muestra de ayuntamientos de una región española: Extremadura. Para ello se ha utilizado la metodología desarrollada por la organización Transparencia Internacional y que se ha aplicado a numerosas Administraciones Públicas españolas.

## PALABRAS CLAVE

Gobierno electrónico, Ayuntamientos, World Wide Web, Internet, España

## 1. INTRODUCCIÓN

La democracia representativa como forma de gobierno en la que la soberanía es ejercida por el pueblo a través de distintos órganos de representación, cuyos miembros son elegidos a través de procesos electorales y votaciones, ha sido cuestionada en muchas ocasiones por movimientos que consideran que los elegidos, en ocasiones, han convertido los órganos de representación en estructuras opacas, ajenas a los intereses de los ciudadanos, donde se toman decisiones sin la transparencia debida.

Las crisis política, social y económica de los últimos años han fomentado que exista una presión por parte de la ciudadanía para que en el acceso a la información pública se haya pasado de una reivindicación a una realidad legislativa. La ciudadanía se ha vuelto desconfiada y más exigente y la transparencia mejora el control y actuación de los asuntos públicos.

La llegada de Internet en España tuvo como consecuencia directa la puesta en funcionamiento de los portales web institucionales, el desarrollo de numerosas leyes, y el despliegue de infraestructuras (Muñoz-Cañavate e Hípolo, 2011) lo que sin duda contribuyó a aumentar la transparencia en estas Administraciones Públicas (Muñoz y Chain, 2012) y a la realización de trabajos dedicados a conocer sus servicios (Chain *et al.* 2008; Cardoso y Muñoz-Cañavate, 2015).

España es uno de los últimos países europeos en disponer de una Ley de Transparencia. Así la Ley 19/2013, de 9 de diciembre de Transparencia, Acceso a la información Pública y Buen Gobierno (BOE, 2013) sienta las bases de un auténtico cambio en la cultura de funcionamiento del sector público que ya había comenzado años antes con otros cambios legislativos, como el producido por normas como la Ley 11/2007

de acceso electrónico de los ciudadanos a los Servicios Públicos (BOE, 2007); o la Ley 37/2007 de 16 de noviembre sobre Reutilización de la información del Sector Público (BOE, 2007b), entre otras.

Una de las consecuencias de la nueva legislación sobre Transparencia en España ha sido la creación del Consejo de Transparencia y Buen Gobierno (<http://www.consejodetransparencia.es>) entre cuyas funciones están las de asesorar, informar y poner en marcha iniciativas en materia de transparencia, acceso a la información pública y buen gobierno.

Por otra parte en España muchos gobiernos regionales también han redactado leyes de transparencia en sus zonas de actuación, y han puesto en marcha políticas para mejorar la transparencia y el buen gobierno.

## 1.1 Un Caso Regional: Extremadura

Extremadura es una de las diecisiete Comunidades Autónomas que forman parte de España. Está habitada por 1.092.997 habitantes (INE, 2015) y se divide en dos provincias: Cáceres (406.267 hab.) y Badajoz (686.730 hab.). Al igual que otras regiones españolas ha promulgado su propia ley de transparencia, Ley 4/2013, de 21 de mayo, de Gobierno Abierto de Extremadura (DOE, 2013), creando su propio portal público: <http://gobiernoabierto.gobex.es>.

El objetivo de este trabajo es el de identificar el nivel de transparencia de los ayuntamientos de Extremadura con una población superior a los cinco mil habitantes.

## 2. MATERIAL Y MÉTODO

Para la realización de este trabajo se ha utilizado el mismo cuadro de indicadores que ha diseñado Transparencia Internacional aplicado a sus estudios de transparencia y buen gobierno en los ayuntamientos de las grandes ciudades españolas, en concreto el último estudio publicado en 2014 (ITA, 2014). El cuadro establece 80 indicadores que se dividen en seis apartados<sup>1</sup>:

- Información sobre la corporación municipal.
- Relaciones con los ciudadanos y la sociedad.
- Transparencia Económica y Financiera.
- Transparencia en las contrataciones y costes de los servicios.
- Transparencia en materias de urbanismo, obras públicas y medioambiente.
- Indicadores Ley de transparencia.

En la tabla 1 puede consultarse los distintos sub-apartados y el número de indicadores que forman parte de los mismos.

Tabla 1. Listado de Indicadores Aplicados

| Indicadores  | Número de indicadores |
|--|-----------------------|
| A) Información sobre la corporación municipal                          | 18                    |
| 1. Información sobre los cargos electos y el personal del Ayuntamiento | (6)                   |
| 2. Información sobre la organización y el patrimonio del Ayuntamiento  | (6)                   |
| 3. Información sobre normas e instituciones municipales                | (6)                   |
| B) Relaciones con los ciudadanos y la sociedad                         | 16                    |
| 1. Características de la página web del Ayuntamiento                   | (2)                   |
| 2. Información y atención al ciudadano                                 | (9)                   |
| 3. Gado de compromiso para con la ciudadanía                           | (5)                   |
| C) Transparencia económico-financiera                                  | 11                    |
| 1. Información contable y presupuestaria                               | (5)                   |
| 2. Transparencia en los ingresos, gastos y deudas municipales          | (6)                   |
| D) Transparencia en las contrataciones y costes de los servicios       | 4                     |
| 1. Procedimientos de contratación de servicios                         | (2)                   |
| 2. Suministradores y costes de los servicios                           | (2)                   |

<sup>1</sup> El cuadro puede consultarse en la siguiente dirección: [http://webantigua.transparencia.org.es/ita\\_2014/metodologia\\_ita\\_2014.pdf](http://webantigua.transparencia.org.es/ita_2014/metodologia_ita_2014.pdf)

|  |                                |
|--|--------------------------------|
| E) Transparencia en materias de urbanismo, obras públicas y medioambiente<br>1. Planes de ordenación urbana y convenios urbanísticos<br>2. Anuncios y licitaciones de obras públicas<br>3. Información sobre concurrentes, ofertas y resoluciones<br>4. Obras públicas, urbanismo e infraestructuras | 15<br>(6)<br>(3)<br>(2)<br>(4) |
| F) Indicadores Ley de Transparencia<br>1. Planificación y organización del Ayuntamiento<br>2. Contratos, convenios y subvenciones<br>3. Altos cargos del Ayuntamiento y Entidades participadas<br>4. Información económica y presupuestaria  | 16<br>(3)<br>(6)<br>(3)<br>(4) |

Para la obtención de los resultados se procedió a establecer un listado de las direcciones de los sitios web de los 37 ayuntamientos seleccionados, todos ellos pertenecientes a municipios con más de 5.000 habitantes, a las que se aplicó un doble sistema de recogida de datos. Algunos ayuntamientos enviaron sus datos a los requerimientos de los investigadores con el cuestionario de los indicadores cumplimentado, mientras que los datos del resto de ayuntamientos se obtuvieron por observación directa de la información contenida en sus páginas web. Cada indicador se puntuaba con un 1 si la información se encontraba en la página web y con 0 si no existía. Los datos se obtuvieron entre julio y septiembre de 2016.

Los 25 ayuntamientos seleccionados de la provincia de Badajoz suman un total de 466.265 habitantes lo que supone el 67,8% de la población de la provincia. Mientras los 12 ayuntamientos de la provincia de Cáceres suman un total de 225.181 habitantes, el 55,4% del total de los habitantes de esta provincia.

### 3. RESULTADOS

Las figuras 1 y 2 muestran los resultados globales de los 37 ayuntamientos para las seis áreas evaluadas. Mientras la figura 1 muestra los resultados obtenidos en datos porcentuales para los 25 ayuntamientos de la provincia de Badajoz, la figura 2 presenta los datos para los 12 ayuntamientos de la provincia de Cáceres.

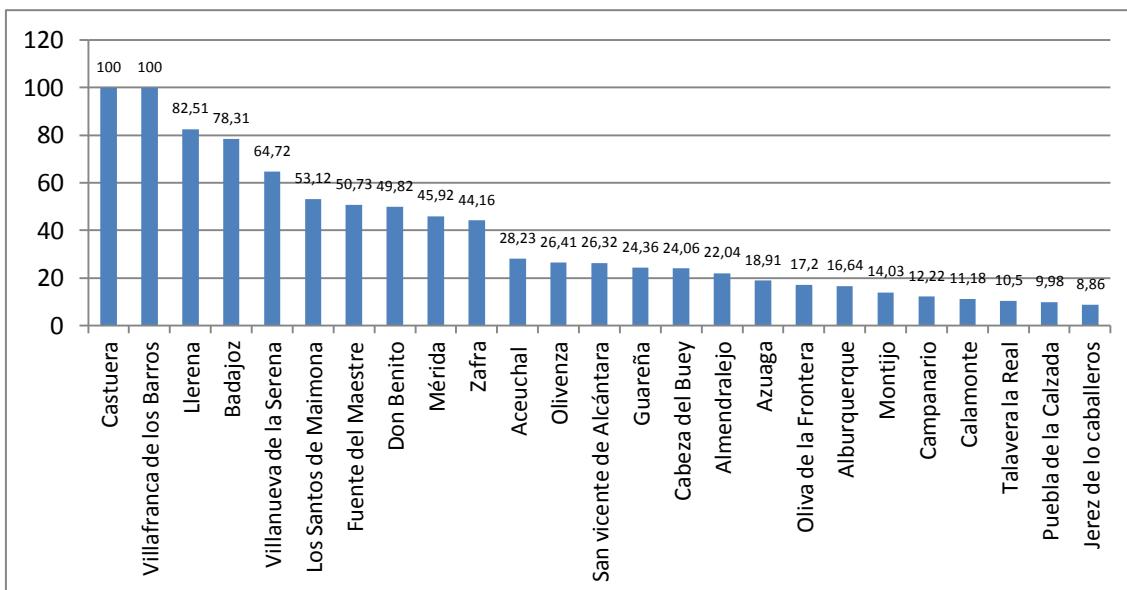


Figura 1. Resultados de los Ayuntamientos de la Provincia de Badajoz

Menos de la mitad de los Ayuntamientos evaluados aprueban, en concreto siete en la provincia de Badajoz: Castuera, Villafranca de los Barros, Llerena, Badajoz, Villanueva de la Serena, Los Santos de Maimona, y Fuente del Maestre. Y tres en la provincia de Cáceres, que se corresponden a Cáceres, Moraleja y Plasencia Jaraíz de la Vera y Moraleja. Tres ayuntamientos tienen el 100 % de los indicadores de transparencia cumplidos, éstos son: Castuera, Villafranca de los Barros y Cáceres.

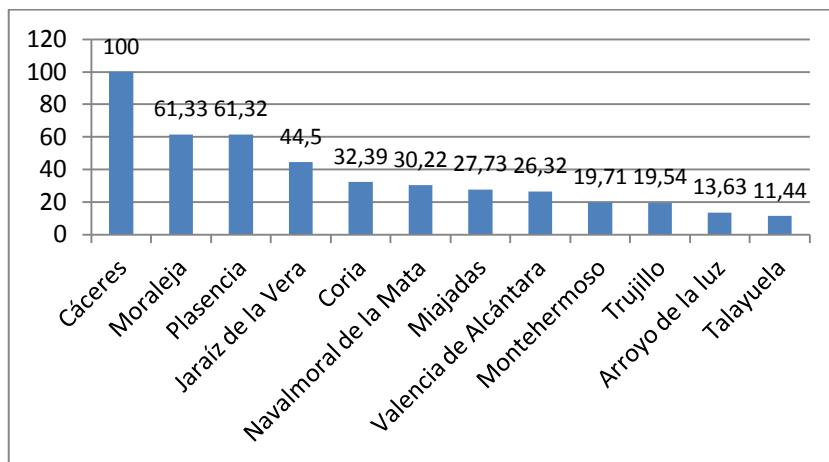


Figura 2. Resultados de la Provincia de Cáceres

## 4. CONCLUSIONES

Los resultados del trabajo demuestran que los estudios realizados por Transparencia Internacional a las dos capitales de provincia de Extremadura (Cáceres y Badajoz) han servido de revulsivo para mejorar sus servicios respecto a los análisis que este organismo realizó en 2014. Lo que demuestra que la realización de rankings nacionales y/o regionales de las distintas Administraciones y su publicación empuja a las estructuras políticas a poner en marcha mecanismos de mejora. Respecto al resto de ayuntamientos no existe una correlación entre el mayor número de habitantes de un municipio y mayor transparencia. En la provincia de Badajoz, el municipio de Castuera con algo más de 6.000 habitantes se encuentra por delante de otros municipios de mayor tamaño.

## REFERENCIAS

- Cardoso Miranda, Eduardo Alfredo y Muñoz-Cañavate, Antonio. 2015. Los sitios web como servicios de información al ciudadano: un estudio sobre los 308 ayuntamientos de Portugal. *Anales de Documentación*, Vol. 18, No. 1, p. 1-15.
- Chaín-Navarro, C., Muñoz-Cañavate, A. y Más Bleda, A. 2008. La gestión de información en las sedes web de los ayuntamientos españoles. *Revista Española de Documentación Científica*, Vol. 31, No. 4, p. 612-638.
- BOE, 2007a. *Ley 11/2007, de 22 de junio, para el acceso electrónico de los ciudadanos a las Administraciones Públicas*. URL: [http://www.boe.es/g/es/bases\\_datos/doc.php?colección=iberlex&id=2007/12352](http://www.boe.es/g/es/bases_datos/doc.php?colección=iberlex&id=2007/12352) [Visto: 1/10/2016].
- BOE, 2007b. *Ley 37/2007, de 16 de noviembre, sobre reutilización de la información del sector público*. URL: <[http://www.boe.es/g/es/bases\\_datos/doc.php?colección=iberlex&id=2007/19814](http://www.boe.es/g/es/bases_datos/doc.php?colección=iberlex&id=2007/19814)> [Visto: 1/10/2016].
- BOE, 2013. *Ley 19/2013, de 9 de diciembre de Transparencia, Acceso a la información Pública y Buen Gobierno*. URL: <<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2013-12887>> [Visto: 1/10/2016].
- DOE, 2013. *Ley 4/2013, de 21 de mayo, de Gobierno Abierto de Extremadura*. URL: <<http://doe.juntaex.es/pdfs/doe/2013/990o/13010006.pdf>> [Visto: 1/10/2016].
- INE (2015). *Cifras Oficiales de Población de los Municipios Españoles: Revisión del Padrón Municipal*. URL: <[http://www.ine.es/inebmenu/mnu\\_padron.htm](http://www.ine.es/inebmenu/mnu_padron.htm)> [Visto: 2/10/2016].
- ITA, 2014. *El índice de transparencia de los ayuntamientos (ITA): objetivos y características básicas*. URL: <<http://transparencia.org.es/ita-2014/>> [Visto: 2/10/2016].
- Muñoz-Cañavate, A. e Hípola P. 2011. Electronic administration in Spain: From its beginnings to the present. *Government Information Quarterly*, Vol. 28, No. 1, p. 74-90.
- Muñoz-Cañavate, A. y Chaín-Navarro, C. 2012. *La Administración local española en Internet (1997-2002)*. Murcia: Servicio de Publicaciones de la UMU, 2012.

# LA RELEVANCIA DE LA INFOGRAFÍA EN EL CIBERPERIODISMO

Júlio Costa Pinto

*Universidad de Santiago de Compostela, España*

## RESUMEN

En las sociedades más desarrolladas, los periódicos online han alcanzado ya un grado de notoriedad muy elevado. El periódico, además de ser un producto del dominio periodístico, es también un producto del dominio visual. Se verifican transformaciones sustanciales en los modelos consolidados de diseño de periódicos a través de la incorporación de nuevas tecnologías y de diferentes tendencias visuales que han suscitado una creciente importancia de la imagen que el periódico tiene en la web. A tal efecto, se ha realizado una investigación de la infografía en el ciberperiodismo para reflexionar sobre el elemento infográfico en los periódicos online, teniendo como base los elementos infográficos más utilizados.

## PALABRAS CLAVE

Infografía, Periódicos Online, Comunicación, Diseño, Ciberperiodismo

## 1. INTRODUCCIÓN

La creciente incorporación de la infografía digital puede incluirse fácilmente en el mecanismo de alteración del paradigma de la comunicación que se ha venido verificando en los últimos años. La forma como el lector consume información y las exigencias de una comunicación rápida y eficiente llevan a la identificación de la siguiente evidencia: *“Every day, every hour, maybe even every minute, we’re looking [at] and absorbing information via the web. We’re steeped in it. Maybe even lost in it. So perhaps what we need are well-designed, colourful and – hopefully useful charts to help us navigate.”* (McCandless, 2009: 6).

Los nuevos desafíos que específicamente van surgiendo en el dominio del periodismo, imponen modelos de comunicación de la información más apelativos y eficaces. Estas exigencias se han potenciado por la aparición de la comunicación online, que refleja una realidad más ávida de nuevas dinámicas. La visualización de la información aprovecha las potencialidades del uso de la multimedia, de la interactividad, del hipertexto y de la infografía. Todos estos elementos son relevantes para comunicar noticias pero, en la presente investigación, nos interesa autonomizar la infografía como componente visual de la información.

Ante la realidad nos cuestiona si la utilización de las infografías es un modo renovado de presentar la información periodística ya que, como refiere De Pablos (1999) el lector tiene acceso a un mayor número de datos después de leer y analizar información con trabajo infográfico. Puede decirse que la infografía facilita la comunicación de los datos periodísticos.

De ahí que, en esta investigación, para comprender mejor el actual contexto de la infografía, sea necesario convocar, desde ahora, las contribuciones de su evolución a lo largo de los tiempos. Y a continuación efectuar una aproximación al concepto de infografía, reflexionar sobre la relevancia de la infografía en la comunicación, y abordar la pertinencia de la infografía en el ciberperiodismo y delinear su potencial.

## 2. APROXIMACIÓN AL CONCEPTO DE INFOGRAFÍA

Según Cairo (2008) la infografía, en una definición que nos parece inclusiva y siempre actual, es una representación diagramática de datos, o sea, cualquier información presentada en forma de diagrama es una infografía. También Valero Sancho (2001) señala que la infografía de prensa es una contribución informativa realizada con elementos icónicos y tipográficos, que permite o facilita la comprensión de los

acontecimientos, acciones, actualidades o algunos de sus aspectos más significativos y acompaña o substituye al texto informativo.

La infografía representa una unidad espacial que recurre a la combinación de códigos icónicos y verbales para representar una información amplia y precisa, relativamente al cual el discurso verbal sería un medio más complejo y carecería de más espacio (Colle, 2004).

El uso de elementos gráficos, de los cuales emerge genéticamente la infografía, proporciona una forma de comunicar más inmediata y, a veces, interactiva. De un modo general, la infografía puede caracterizarse como un elemento visual compuesto de tablas, mapas, diagramas, imágenes que ayudan a la comprensión del contenido de un texto base. Esta afirmación no corresponde a una verdad absoluta, ya que el elemento infográfico puede, a veces, dispensar un texto.

Independientemente del concepto que se adopte, nos parece que lo más relevante para esta investigación, es destacar los elementos infográficos como representación gráfica de la información y no como fruto de la computación gráfica, en concreto de la imagen generada por la informática. Pero también, a pesar de la ausencia de un significado único, no podemos perder de vista que la infografía siempre tiene como objetivo facilitar la comprensión de los hechos, procesos y datos (Holmes, 2002), (Valero Sancho, 2001), (Cairo, 2008).

### 3. LA RELEVANCIA DE LA INFOGRAFÍA EN LA COMUNICACIÓN

Actualmente, el uso de la infografía funciona como un modo de optimizar la asimilación de la información proporcionando una adquisición más rápida de la información, economizando algún tiempo en esa tarea. Puede funcionar además como un estímulo para buscar la propia información. En términos más concretos la utilización de representaciones infográficas puede proporcionar la obtención de la misma información en menos tiempo y de manera más cómoda y amigable para el usuario.

La infografía tiene la doble función de facilitar la comunicación de determinado tipo de información y de prestar su apoyo al periódico tradicional en papel en un periodo en el que la lectura de esos periódicos está perdiendo terreno frente a otros medios (De Pablos, 1999). La infografía adquiere así un gran protagonismo en la estrategia de facilitar información comunicada.

La infografía se desarrolla individualmente para ser aplicada a un conjunto de datos informativos, con un objetivo específico (Kosara, 2010). Significa esto que cada infografía es original y autónoma pero también “única en su concepción estética, difícilmente replicable para otras infografías” (Rodrigues, 2015: 536).

El gran peligro de la infografía viene de su tendencia natural para propiciar el caos informativo y, por eso, estamos de acuerdo con Valero Sancho (2001: 555) cuando afirma que “*La narración infográfica es anárquica y permite empezar a leer y ver la información desde diversas unidades gráficas elementales o grafismos varios que participan en la infografía e infogramas o unidades menores de agrupación gráfica.*”

Es evidente también que la información gráfica tiene sus límites. La primera de las limitaciones es la de que el mensaje del que disponemos puede transferirse para un lenguaje visual o un gráfico. No puede recurrirse a la infografía a toda costa cuando, en términos genéricos, es un elemento facilitador de la comunicación, pero, en la práctica, la información transmitida no es susceptible de traducción infográfica.

### 4. INFOGRAFÍA Y CIBERPERIODISMO

#### 4.1 Relevancia de la Infografía

Partiendo de la idea de que la infografía tiene en su base la imagen y el texto pero que también puede abarcar otros elementos que influyen en el proceso de información visual, interesa analizar cuáles son las características de la infografía que la asocian al periodismo. El elemento infográfico, al tener un enorme componente visual centrado en la imagen, transmite una información de soporte multidireccional. En este sentido, la infografía parece tratarse “de un género distinto por ser más visual y menos literario que los otros (géneros), pero también pretende narrar total o parcialmente una información” (Valero Sancho, 2001: 26).

En este intento de encontrar la conectividad entre periodismo e infografía, Valero Sancho (2001: 21) enumera ocho características de la infografía periodística, añadiendo que son esenciales para que el elemento infográfico no pierda su conexión con el dominio periodístico: tener un sentido completo e independiente;

proporcionar una cantidad razonable de información actual; contener información suficiente para la comprensión de los hechos que se están relatando; establecer una cierta jerarquía del contenido utilizando, si fuese necesario, variantes de tipología; utilizar elementos icónicos que no distorsionen la realidad; efectuar funciones de síntesis o complemento de la información presentada en texto; respetar determinados principios estéticos; ser precisa y clara.

De las características enunciadas, realzamos la necesidad de que la infografía personifique un determinado contenido de un modo riguroso y objetivo, haciendo uso de los elementos visuales como medio y no como fin. El elemento infográfico no puede, de ningún modo, alterar los hechos o hiperbolizar una información. Es evidente que la infografía se trata de un género distinto por ser más visual y menos literario que otros, aunque también pretenda narrar, total o parcialmente, una información.

A nuestro entender, la plusvalía que el ciberperiodismo puede sacar de la infografía se relaciona con la concretización de la función informativa a través de una presentación de hechos que potencian la estética y la interacción. La infografía presente en el ciberperiodismo, permite que el usuario trace un camino autónomo proporcionado por la multimedia, interactividad e hipertextualidad. La interactividad, como “posibilidad dada al lector de modificar un camino limitado, por medio de los botones de navegación ‘avanzar’ y ‘volver’ y de ‘hyperlinks’” (Cairo, 2008), es una de las características más distintivas del ciberperiodismo.

Señalada la relevancia de la infografía en el dominio del periodismo, interesa entender su pertinencia en las plataformas digitales y más específicamente en el ciberperiodismo.

## 4.2 La Infografía Digital

La infografía digital es un producto que deriva de la infografía de los periódicos en papel, pero debe mostrar propiedades específicas y nuevos soportes comunicativos que permiten realizar acciones de distinto tipo. Para Valero Sancho (2004: 5) la infografía digital se ve como

“una unidad informativa (no necesariamente periodística) en la mayoría de los casos presentada en secuencia sucesiva, que se elabora para publicaciones digitales audiovisuales no estrictamente lingüísticas, realizada mediante elementos icónicos (estáticos o dinámicos) con el apoyo de diversas unidades tipográficas y/o auditivas, normalmente verbales”.

Y precisamente en ese contexto, el elemento infográfico a pesar de poder ser visto como un producto periodístico presenta, sobre todo en las plataformas digitales, una lectura no lineal del texto escrito con una forma fundamentalmente gráfica permitiendo una comprensión mejor de la información. La infografía digital se distingue en varios detalles de otros productos comunicativos con características semejantes, por ejemplo, los conocidos como no informativos. Podemos entonces distinguir la infografía de otras características que no se construye con la pretensión de informar y se refieren principalmente con la didáctica y, en menor medida, con la publicidad u otras disciplinas.

Las potencialidades de la infografía para el ciberperiodismo son numerosas cuando se comparan con su uso en el soporte papel, concretamente la versatilidad de aplicación y la interactividad ofrecida. Pero, al mismo tiempo, la infografía del ciberperiodismo facilita la comprensión de la realidad a través de una economía de tiempo y de soporte ya que puede funcionar como complemento o sustituto del texto.

En un infográfico digital podemos considerar dos estados: estático, cuando no hay movimiento; o dinámico, a partir del momento en el que existe alguna animación. En cuanto al grado de interacción, los usuarios pueden ser considerados pasivos o activos. El usuario es pasivo, por ejemplo, cuando apenas asiste a una determinada presentación sin ninguna intervención, como diapositivas o animación continua, o activo, cuando necesita intervenir manipulando el infográfico de alguna manera.

Actualmente al lado de la infografía estática, presente tanto en soporte digital como analógico, el periodismo también recurre a la infografía compuesta por contenidos dinámicos que permiten un acceso a mucha información en un tiempo muy reducido. La infografía dinámica permite además que el usuario visualice los contenidos por el orden que más le interese.

Nora Paul (2007: 125) se refiere a la relación entre el usuario del contenido y el propio contenido a partir de un concepto de abierto o cerrado. Así, y según la autora, el contenido puede ser considerado abierto cuando es posible la interacción y cerrado cuando el usuario se limita a leer, asistir u oír la narración.

En la infografía dinámica la información se presenta de forma progresiva, en una secuencia lineal, con recurso a animaciones, vídeos y/o mecanismos interactivos que permiten que la información se presente de forma selectiva con base en las elecciones del usuario. La infografía dinámica y más específicamente

interactiva, es considerada como una nueva forma de visualización de la información que agregó recursos multimedia en un modelo de naturaleza participativa.

En la medida en que la infografía estática ya era usada en los periódicos en papel, es importante potenciar el uso de la infografía dinámica con la evolución de la tecnología, adaptación a nuevas plataformas periodísticas.

## 5. PERSPECTIVA FUTURO

La infografía pone a disposición del lector y del periodismo innumerables potencialidades que merecen ser explotadas. Si hace algunos años la infografía periodística correspondía a la utilización de texto, imágenes e ilustraciones en papel, actualmente su capacidad ha sido ampliada con el soporte digital. Las infografías que recurren a vídeos, audios, animaciones, mapas y gráficos, nos han permitido marcar la diferencia entre las potencialidades del mismo recurso en el papel y online. Pero es sobre todo la interacción la que marca el elemento indeleble de la circunstancia actual del ciberperiodismo apoyado en el elemento infográfico.

Por lo que ha sido observado, se puede afirmar que la infografía y, más concretamente, la infografía dinámica, ya tiene un lugar destacado considerable en el ciberperiodismo portugués. Sin embargo, aún se continúa haciendo una transposición para el medio digital de las infografías estáticas diseñadas para la edición en papel. Este recurso estático ofrece pocas potencialidades en la red y no explota los recursos tecnológicos. Además, el hecho de que exista un número considerable de infografías con diversos recursos como mapas, gráficos, textos, vídeos, audios, diseños, fotografía y, por otro lado, la presencia de rutas de lectura libre de la información, ya representa una evolución en términos de producción infográfica en el periodismo portugués.

La evolución no es más rápida debido, sobre todo, a limitaciones técnicas y al tiempo necesario para la elaboración de una infografía que se tarda mucha más que en colocar online un texto y una imagen. Una infografía dinámica e interactiva supone el esfuerzo de diferentes profesionales lo que no se ajusta con la inmediatez de la información tan característica del ciberperiodismo.

De esta forma, parece construirse una paradoja: la infografía dinámica tiene su ámbito de aplicación por excelencia en el ciberperiodismo, en la medida en que son potencializados todos los recursos multimedia; al mismo tiempo, la infografía dinámica demuestra dificultades en articularse con el ritmo acelerado de publicación de noticias online.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cairo, A. (2008). *Infografía 2.0 – Visualización interactiva de información en prensa*. Madrid: Alamut.
- Colle, R. (2004). “Infografia: Tipologias”, Revista Latina de Comunicación Social, 58. [web]. Consultado em 08/08/2016: [http://www.ull.es/publicaciones/latina/latina\\_art660.pdf](http://www.ull.es/publicaciones/latina/latina_art660.pdf)
- De Pablos, J. M. (1999). *Infoperiodismo. El periodista como Creador de Infografía*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Holmes, N. (2002). *Making facts, processes and numbers understandable*. Cascante Miguel U.
- Kosara, R. (2010). “The Difference Between Infographics and Visualization”, de *Eagereyes Visualization and Visual Communication* [web]. Consultado em 8/08/2016: <https://eagereyes.org/blog/2010/the-difference-between-infographics-and-visualization>
- McCandless, D. (2009). *Information is Beautiful*. London: Collins.
- PauL, N. (2007). “Elementos das narrativas digitais”. En: Ferrari, Pollyana (Org.) *Hipertexto, hipermídia – As novas ferramentas da comunicação digital*. São Paulo: Contexto.
- Rodrigues, S. (2015). “Infografia no Ciberjornalismo: Fronteiras Conceptuais e novos Territórios”. En: Reis, A. I.; Zamith, F.; Bastos. H e Jerónimo P, (Org.) *Livro de Actas IV Congresso Internacional de Ciberjornalismo*. Porto: Observatório do Ciberjornalismo, Universidade do Porto, p. 527 - 543.
- Valero Sancho, J. (2004). *La infografia en el comienzo de una nueva manera de informar*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Valero Sancho, J. (2001). *La Infografía: Técnicas, Análisis y Usos Periodísticos*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona, Servei de Publicacions.

# ARQUITETURA CONCEITUAL PARA AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA DE SISTEMAS WEB

Ferrucio de Franco Rosa<sup>1,2</sup> e Mario Jino<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CTI Renato Archer, Brasil

<sup>2</sup>FEEC/UNICAMP, Brasil

## RESUMO

Este trabalho apresenta uma reflexão sobre a necessidade de uma arquitetura conceitual voltada a fazer avaliações de segurança de sistemas web de forma sistemática. A arquitetura possibilita a avaliação de padrões de segurança com relação a sua cobertura de propriedades de segurança e também a geração de casos de teste e a seleção de itens de avaliação mais efetivos. A Arquitetura se apoia conceitualmente em uma ontologia de avaliação de segurança, construída especificamente para esse fim. Além da reflexão sobre o problema, apresenta-se, de forma resumida, a metodologia de revisão bibliográfica utilizada, uma proposta de Arquitetura Conceitual para Avaliação de Segurança de Sistemas Web e uma breve descrição de seus componentes. Este trabalho destina-se a ser útil para pesquisadores e desenvolvedores que buscam criar sistemas web menos vulneráveis.

## PALAVRAS-CHAVE

Sistemas Web, Segurança da Informação, Teste, Avaliação, Critério de Avaliação, Conhecimento, Ontologia

## 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E REFLEXÃO

Para um direcionamento correto da pesquisa na área de Avaliação de Segurança de Sistemas Web faz-se necessário um levantamento bibliográfico criterioso, identificando problemas em aberto, contribuições, características e objetivos dos trabalhos. Os trabalhos foram analisados, buscando por conceitos fundamentais do domínio e seus relacionamentos. Este conhecimento do domínio é importante para formalizar a pesquisa de uma maneira sistemática. Com relação à metodologia, o processo de levantamento bibliográfico deste trabalho baseou-se, com adaptações, em guias para execução de revisão sistemática apresentados por Biolchini (Biolchini, Mian, Cândida, & Natali, 2005) e por Kitchenham (Kitchenham, 2004). O levantamento bibliográfico da área de “Avaliação de Segurança de Sistemas Web”, visa a apoiar o direcionamento da pesquisa nesse domínio de conhecimento, ou seja, levantar problemas em aberto, contribuições principais, limitações, características principais, objetivos e resultados dos trabalhos. Mais especificamente, buscou-se na literatura: (i) trabalhos que buscam sistematizar e formalizar conceitos do domínio, por meio de vocabulários, glossários, taxonomias e ontologias; (ii) trabalhos que apresentam arquiteturas, métodos, processos, frameworks ou outras abordagens para avaliação sistemática de segurança de sistemas de informação na Internet. De forma complementar ao processo de revisão proposto, também foram considerados trabalhos derivados das referências. Esse passo complementar é conhecido como “snowballing” (referências de referências) (Greenhalgh, Robert, Macfarlane, Bate, & Kyriakidou, 2004).

Violações e fraudes relacionadas à segurança de informação são comuns e, infelizmente, não costuma haver por parte dos desenvolvedores de software muita preocupação com segurança ao longo do processo de desenvolvimento, frequentemente sendo objeto de mais atenção apenas após o software já ter sido desenvolvido, ou até mesmo disponibilizado. Isso se torna mais crítico para sistemas que operam usando a infraestrutura da Internet (Sistemas Web). *Cyber War*, *Cyber Defense*, *Cyber Security* e termos relacionados têm sido usados para descrever a importância do tema, apresentando um contexto onde o software é usado como arma e as infraestruturas críticas dos países estão em risco constante. No contexto de e-commerce, vazamentos de informação e todos os tipos de fraudes eletrônicas causam diariamente enormes prejuízos financeiros e de credibilidade às empresas (Barreto, 2013; Mundie & McIntire, 2013; Obrst, Chase, & Markeloff, 2012; Razzaq, Hur, Ahmad, & Masood, 2013).

É necessário que haja preocupação com segurança da informação desde as etapas iniciais do desenvolvimento de um software, de forma a permitir que sejam bem elaborados os requisitos de segurança, e que seja feita uma verificação cuidadosa do atendimento a esses requisitos. Mas, nem sempre isso é possível. A verificação de requisitos de segurança precisa ser feita pela sistematização de avaliações de segurança de software, com o projeto e a execução de testes especificamente elaborados para o contexto de segurança da informação do software sob avaliação (Mellado, Fernández-Medina, & Piattini, 2007; Salini & Kanmani, 2012, 2013; Souag, Salinesi, Wattiau, & Mouratidis, 2013).

Nos dias atuais, diversas instituições das áreas de segurança da informação e defesa cibernética demandam ferramentas (métodos, processos, técnicas, sistemas etc.) que auxiliem na avaliação sistemática de segurança da informação. Existem aplicativos voltados exclusivamente a testar vulnerabilidades conhecidas (scanners de vulnerabilidades), mas nenhum com critérios considerando pontos de observação que possibilitem descobertas de defeitos desconhecidos nos sistemas (Zero-Day, por exemplo). Esses aplicativos também apresentam grande quantidade de falsos-positivos, diminuindo sua credibilidade ou sua utilidade (Barreto, 2013; Ficco & Romano, 2010; Khairkar, Kshirsagar, & Kumar, 2013; Kotenko, Polubelova, Saenko, & Doynikova, 2013; OWASP Foundation, 2008; Razzaq et al., 2014; Shahriar & Zulkernine, 2011; Zhang, Caragea, & Ou, 2011).

A indústria de software tem utilizado técnicas e ferramentas como testes de invasão, análise de código-fonte, auditorias de segurança, desenvolvimento seguro, etc., que de fato contribuem para a verificação de aspectos de segurança, mas não se trata de recursos típicos ou clássicos provenientes da área de avaliação de software. Essas técnicas geralmente são baseadas em ferramentas de mercado, sem maiores preocupações com formalização conceitual e gestão sistemática das avaliações, de modo a permitir reuso de conhecimento (Barros, Rosa, & Balcão Filho, 2013; Pumvarapruk & Senivongse, 2014).

Observa-se em ambiente operacional que existe a possibilidade de utilização de ontologias para prover suporte à gestão de avaliações de segurança (projeto, execução, etc.), à geração (via critérios específicos para segurança) e gestão de casos de teste ou cenários de avaliação de segurança, à identificação e garantia de atendimento dos requisitos de segurança, à conformidade com políticas e normas de segurança, à aplicação de melhores práticas de segurança e à gestão da segurança (em sentido amplo).

Existe conhecimento teórico e experiência prática em relação a mecanismos e técnicas para se aprimorar a segurança da informação, criados ou adquiridos tanto na academia (estado-da-arte) como na indústria de software (estado-da-prática), mas de forma dispersa, não estruturada, não sistematizada ou formalizada. O conhecimento disponível na literatura para apoiar a realização de avaliações de segurança de Sistemas Web, tanto pela indústria de software como por comunidades acadêmicas e de pesquisa, não possui estruturação suficiente para que as técnicas disponíveis sejam aplicadas de forma ampla e bem sucedida. Abordagens baseadas em ontologias, adequadamente construídas para o contexto de segurança da informação, podem contribuir nesse sentido. Por exemplo, frequentemente atividades visando a testar a segurança de Sistemas Web dependem fortemente da capacitação e da experiência dos profissionais envolvidos nessas atividades; defeitos de segurança antigos, de correção já conhecida e divulgada, continuam a ser introduzidos em novos sistemas sendo desenvolvidos, ou se encontram instalados em sistemas em operação, aguardando para serem ativados – é difícil localizá-los e corrigi-los de forma sistemática (Barros et al., 2013; Gartner, Ruhroth, Burger, Schneider, & Jurjens, 2014; OSVDB, 2015; Salini & Kanmani, 2012; Stanford, Bau, Bursztein, Gupta, & Mitchell, 2010; The MITRE Corporation, 2015).

Considerando o contexto e a reflexão postos, e com base na revisão bibliográfica, identificou-se o seguinte Problema de Pesquisa: “Falta de uma abordagem sistemática para avaliação de segurança de sistemas web, que leve a uma maior cobertura de propriedades de segurança”. O problema proposto foi decomposto nas seguintes ausências: (i) Falta de consenso na formalização conceitual de termos importantes, tais como Avaliação, Defeito, Falha, Erro, Risco, Vulnerabilidade, Ataque, Ameaça, Dimensões de Avaliação, Propriedades de Segurança, entre outros; (ii) Falta de Arquiteturas que levem em consideração diversas Fontes de Conhecimento; (iii) Falta de critérios de avaliação que levem em consideração uma maior cobertura de Propriedades de Segurança e Dimensões de Avaliação.

## 2. ARQUITETURA CONCEITUAL PARA AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA DE SISTEMAS WEB

Neste tópico apresenta-se a visão geral da proposta de solução, por meio de uma Arquitetura Conceitual em camadas. A Arquitetura Conceitual proposta é uma maneira de abordar o problema da falta de uma abordagem sistemática para avaliação de segurança de sistemas web. Um framework e um protótipo de sistema web foram construídos utilizando como base a arquitetura proposta. Na Figura 1 apresenta-se a Arquitetura Conceitual proposta.

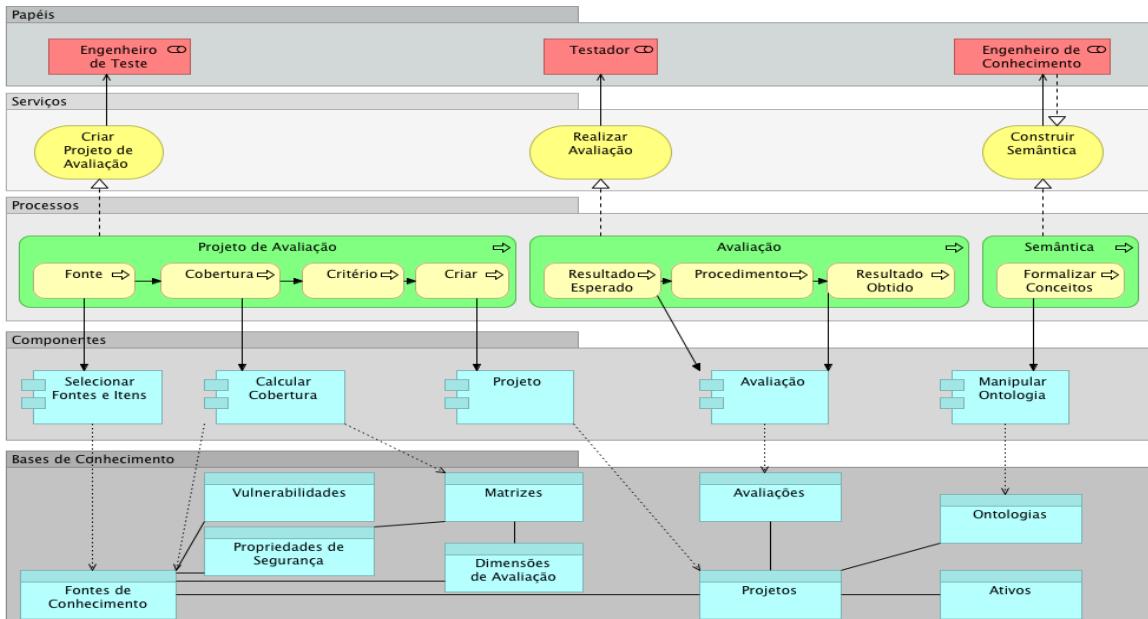


Figura 1. Arquitetura Conceitual

Na Figura 1 podem-se identificar as seguintes camadas: Papéis, Serviços, Processos, Componentes, Bases de Conhecimento, e também as interações entre elas. Resumidamente, apresenta-se a seguir as camadas:

**Papéis e Serviços** – (i) O Engenheiro de Conhecimento formaliza o conhecimento, por meio de criação e manipulação da ontologia; (ii) O Engenheiro de Teste constrói o Projeto de Avaliação, selecionando Fontes de Conhecimento e Itens de Avaliação; (iii) O Testador executa os Itens de Avaliação Selecionados do Projeto de Avaliação.

**Processos** – (i) Semântica: Foi construída e está sendo evoluída uma Ontologia de Avaliação de Segurança para prover conhecimento formalizado para o método proposto; os conceitos principais da Ontologia são usados nas bases de conhecimento para formalizar e explicitar conhecimento. (ii) Projeto de Avaliação: Primeiramente, as Fontes de Conhecimento são selecionadas; então, realiza-se a atribuição conceitual da Fonte de Conhecimento, calcula-se a cobertura de cada Item de Avaliação e gera-se o conjunto de critérios; por fim, constrói-se o Projeto de Avaliação por meio da seleção dos Itens de Avaliação de acordo com os critérios escolhidos. (iii) Avaliação: Definem-se os resultados esperados, seus procedimentos e executa-se a avaliação.

**Componentes** - (i) Seleção de Fontes e Itens: Interface gráfica para selecionar as Fontes de Conhecimento e seus Itens de Avaliação. (ii) Calcular Cobertura e gerar Critérios: Software de *back-end* que calcula todas as coberturas e as devolve ao software *front-end*; o retorno deste programa nos permitirá gerar um conjunto de critérios. (iii) Projeto: Depois de selecionar Fontes de Conhecimento disponíveis e gerar os conjuntos de critérios, podemos selecionar o conjunto efetivo de Itens de Avaliação para compor o Projeto de Avaliação. (iv) Avaliação: Interface que permitem realizar e gerir a avaliação. (v) Manipulação da Ontologia: Usamos o software Protégé (Stanford University, 2015) para gerar e manter a ontologia criada.

Bases de conhecimento - (i) Bases de conhecimento armazenam as Fontes de Conhecimento e seus Itens de Avaliação. (ii) A base de Dimensões de Avaliação armazena as Dimensões de Avaliação propostas. (iii) A base de Propriedades de Segurança armazena as Propriedades de Segurança propostas. (iv) A base de Vulnerabilidades armazena defeitos de segurança conhecidos que podem ser usados em um Projeto de Avaliação, e, quando disponíveis, suas ferramentas de exploração. (v) A base de Matrizes armazena as Matrizes de Adjacências propostas, usadas nos cálculos de cobertura. (vi) A base de Projetos armazena informações de gestão sobre os Projetos de Avaliação. (vii) A base de Avaliações armazena informações técnicas sobre os Projetos de Avaliação. (viii) A Base de Ativos armazena uma lista de categorias de ativos para classificar o software sob teste. (ix) A base de ontologias armazena a ontologia proposta, e se necessário, outra ontologia mapeada.

### 3. CONCLUSÕES

Podem-se citar como contribuições da proposta: a Arquitetura Conceitual proposta é sistemática e com menor ambiguidade conceitual, sem restrição de aplicação, possui camadas e é extensível, com o objetivo de aumentar a cobertura de avaliação; a Ontologia proposta considera outras ontologias e padrões importantes na especificação dos conceitos; a Base de Conhecimento proposta possibilita reuso de avaliações anteriores e considera diversas bases de dados de apoio.

Com relação à aplicabilidade da proposta, a Arquitetura Conceitual possui as seguintes características: (i) sem custo; (ii) simplicidade de uso, com baixa necessidade de treinamento; (iii) protótipo de sistema a ser disponibilizado na Internet; (iv) base de Projetos de Avaliação anteriores disponível, possibilitando reuso; (v) possui medidas para análise da cobertura de padrões de avaliação de segurança.

As seguintes limitações ou dificuldades foram identificadas até o momento: (i) Contexto de avaliação considerado pressupõe sistema web pronto, fontes de conhecimento disponíveis e análise de riscos anterior para definição do sistema sob teste; (ii) A Ontologia não é exaustiva com relação à conceituação dos domínios estudados; (iii) Devido à grande quantidade de trabalhos disponíveis nas diversas bases e indexadores, a Revisão Bibliográfica não é exaustiva.

Como trabalhos futuros propõe-se o seguinte: (i) Avaliar a aplicabilidade da proposta em outros domínios, além de sistemas web; (ii) Aumentar a base de Fontes de Conhecimento; (iii) Evoluir e usar a Ontologia proposta para missões além de formalização conceitual, tais como, popular com elementos (*individuals*), propriedades, relacionamentos, efetuar exercícios de inferências, etc.; (iv) Avaliar a necessidade de incorporação de novas Dimensões de Avaliação e Propriedades de Segurança; (v) Evoluir o Protótipo de sistema web, incorporando outras funcionalidades.

### REFERÊNCIAS

- Barreto, A. de B. (2013). *Cyber-ARGUS Framework - Measuring Cyber-impact on the Mission*. Technological Institute of Aeronautics (ITA).
- Barros, C. P. de, Rosa, F. de F., & Balcão Filho, A. F. (2013). Software Testing With Emphasis on Finding Security Defects. In *IADIS - The 12th International Conference on WWW/Internet* (pp. 226–228).
- Biolchini, J., Mian, P. G., Cândida, A., & Natali, C. (2005). Systematic Review in Software Engineering. *Engineering*, 679(May), 165–176. <http://doi.org/10.1007/978-3-540-70621-2>
- Ficco, M., & Romano, L. (2010). A Correlation Approach to Intrusion Detection. [http://doi.org/10.1007/978-3-642-16644-0\\_19](http://doi.org/10.1007/978-3-642-16644-0_19)
- Gartner, S., Ruhroth, T., Burger, J., Schneider, K., & Jurjens, J. (2014). Maintaining requirements for long-living software systems by incorporating security knowledge. *2014 IEEE 22nd International Requirements Engineering Conference (RE)*, 103–112. <http://doi.org/10.1109/RE.2014.6912252>
- Greenhalgh, T., Robert, G., Macfarlane, F., Bate, P., & Kyriakidou, O. (2004). Diffusion of Innovations in Service Organizations: Systematic Review and Recommendations. *Milbank Quarterly*, 82, 581–629. <http://doi.org/10.1111/j.0887-378X.2004.00325.x>
- Khairkar, A. D., Kshirsagar, D. D., & Kumar, S. (2013). Ontology for detection of web attacks. *Proceedings - 2013 International Conference on Communication Systems and Network Technologies, CSNT 2013*, 612–615. <http://doi.org/10.1109/CSNT.2013.131>

- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University*, 33(TR/SE-0401), 28. <http://doi.org/10.1.1.122.3308>
- Kotenko, I., Polubelova, O., Saenko, I., & Doynikova, E. (2013). The ontology of metrics for security evaluation and decision support in SIEM systems. *Proceedings - 2013 International Conference on Availability, Reliability and Security, ARES 2013*, 638–645. <http://doi.org/10.1109/ARES.2013.84>
- Mellado, D., Fernández-Medina, E., & Piattini, M. (2007). A common criteria based security requirements engineering process for the development of secure information systems. *Computer Standards & Interfaces*, 29(2), 244–253. <http://doi.org/10.1016/j.csi.2006.04.002>
- Mundie, D. a., & McIntire, D. M. (2013). The MAL: A Malware Analysis Lexicon. *2013 International Conference on Availability, Reliability and Security*, (February), 556–558. <http://doi.org/10.1109/ARES.2013.73>
- Obrst, L., Chase, P., & Markeloff, R. (2012). Developing an Ontology of the Cyber Security Domain. *Seventh International Conference on Semantic Technologies For, Intelligence, Defense, and Security – STIDS 2012.*, 49–56. Retrieved from [http://sunsite.informatik.rwth-aachen.de/Publications/CEUR-WS/Vol-966/STIDS2012\\_T06\\_ObrstEtAl\\_CyberOntology.pdf](http://sunsite.informatik.rwth-aachen.de/Publications/CEUR-WS/Vol-966/STIDS2012_T06_ObrstEtAl_CyberOntology.pdf)
- OSVDB. (2015). Open Sourced Vulnerability Database. Retrieved October 9, 2015, from [osvdb.org](http://osvdb.org)
- OWASP Foundation. (2008). OWASP Testing Guide v3.0. *OWASP Foundation*, 349.
- Pumvarapruet, N., & Senivongse, T. (2014). Classifying Cloud Provider Security Conformance to Cloud Controls Matrix, 66.
- Razzaq, A., Hur, A., Ahmad, H. F., & Masood, M. (2013). Cyber security: Threats, reasons, challenges, methodologies and state of the art solutions for industrial applications. *2013 IEEE Eleventh International Symposium on Autonomous Decentralized Systems (ISADS)*, 1–6. <http://doi.org/10.1109/ISADS.2013.6513420>
- Razzaq, A., Latif, K., Farooq Ahmad, H., Hur, A., Anwar, Z., & Bloodsworth, P. C. (2014). Semantic security against web application attacks. *Information Sciences*, 254, 19–38. <http://doi.org/10.1016/j.ins.2013.08.007>
- Salini, P., & Kanmani, S. (2012). A Knowledge-Oriented Approach to Security Requirements Engineering for E-Voting System, 49(11), 21–25.
- Salini, P., & Kanmani, S. (2013). Ontology-based representation of reusable security requirements for developing secure web applications.
- Shahriar, H., & Zulkernine, M. (2011). Taxonomy and classification of automatic monitoring of program security vulnerability exploitations. *Journal of Systems and Software*, 84(2), 250–269. <http://doi.org/10.1016/j.jss.2010.09.020>
- Souag, A., Salinesi, C., Wattiau, I., & Mouratidis, H. (2013). Using security and domain ontologies for security requirements analysis. *Proceedings - International Computer Software and Applications Conference*, 101–107. <http://doi.org/10.1109/COMPACW.2013.124>
- Stanford University. (2015). Protégé. Retrieved October 16, 2015, from <http://protege.stanford.edu/>
- Stanford, C., Bau, J., Bursztein, E., Gupta, D., & Mitchell, J. (2010). State of The Art: Automated Black Box Web Application Vulnerability Testing. *Security and Privacy (SP), 2010 IEEE Symposium on*. Retrieved from [http://www.owasp.org/images/2/28/Black\\_Box\\_Scanner\\_Presentation.pdf](http://www.owasp.org/images/2/28/Black_Box_Scanner_Presentation.pdf)
- The MITRE Corporation. (2015). *Common Vulnerabilities and Exposures (CVE)*. Retrieved from <http://cve.mitre.org/>
- Zhang, S., Caragea, D., & Ou, X. (2011). An empirical study on using the national vulnerability database to predict software vulnerabilities. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 6860 LNCS(PART 1), 217–231. [http://doi.org/10.1007/978-3-642-23088-2\\_15](http://doi.org/10.1007/978-3-642-23088-2_15)



# Posters



# **EVENTO 100% ONLINE: DESAFIOS E OPORTUNIDADES DA CONCEPÇÃO À EXECUÇÃO**

Cristine Gusmão<sup>1</sup>, Josiane Machiavelli<sup>2</sup>, Patrícia Cavalcanti<sup>3</sup>, Rodrigo Lins<sup>2</sup>, Júlio Menezes Jr.<sup>2</sup>  
e Fabiano Pereira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Pesquisa SABER Tecnologias Educacionais e Sociais, Departamento de Engenharia Biomédica

<sup>2</sup>Grupo de Pesquisa SABER Tecnologias Educacionais e Sociais

<sup>3</sup>Conecte – Inovação na Educação

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco, Brasil

## **RESUMO**

A multidisciplinariedade de atividades e serviços na Internet aumentou consideravelmente na última década, atividades acadêmicas de cunho integrativo não poderiam ficar de fora. A utilização das tecnologias de comunicação vem transformando a realização de eventos acadêmicos e permitindo que público mais abrangente possa participar. Um dos estímulos na concepção de eventos digitais é oportunizar temáticas de interesse e atuais que sejam atrativas o suficiente para que os participantes consigam interagir e adquirir novos conhecimentos, frente aos desafios impostos pela infraestrutura tecnológica e cobertura da conexão de internet. Dentro deste contexto, este artigo traz experiência de realização de um evento 100% online voltado para estudantes (graduação, pós-graduação) e profissionais da área de educação em todo o Brasil. Os resultados são promissores e mostram a importância do planejamento das ações, o controle da execução das mesmas, com vistas a uma clara definição das temáticas a serem abordadas, período de realização e infraestrutura tecnológica utilizada.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Educação; Tecnologia; Evento online

## **1. INTRODUÇÃO**

Inovações tecnológicas têm sido constantemente desenvolvidas, não apenas como provas de conceitos teóricos, mas também trazendo benefício econômico e social a curto, médio e longo prazo para toda sociedade. Um exemplo disso é a utilização de tecnologias na educação a distância, que se mostra uma alternativa interessante, quando há a necessidade de envolver grande número de pessoas e há dificuldade de acesso à informação, seja pela distância de municípios mais interioranos dos centros urbanos ou pela dificuldade dos profissionais na realização de atualização e participação em ações educativas (BELLONI, 2002).

Dentro deste contexto este artigo apresenta a experiência de concepção e execução do II Encontro de Educação em Rede – EDUCAR, evento 100% online. A finalidade foi promover a inclusão digital, interação entre grupos afins e integração das áreas de educação e tecnologia. Após esta seção introdutória a Seção 2 traz visão sobre estruturação e execução do II EDUCAR. A Seção 3 apresenta avaliação dos resultados e por fim, a Seção 4 apresenta considerações finais.

## **2. II ENCONTRO EDUCAÇÃO EM REDE – EDUCAR**

A Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), por meio do Grupo SABER Tecnologias Educacionais e Sociais (SABER, 2016) e da Conecte Educação a Distância e Inovação na Educação (CONECTE, 2016), sediou, de 31/08 a 02/09/2016, o II Encontro Educação em Rede – EDUCAR (<http://www.sabertecnologias.com.br/educar>), que aconteceu exclusivamente online. O evento faz parte das

ações do Programa Institucional de Inovação Pedagógica (Inova) da Pró-Reitoria para Assuntos Acadêmicos (Proacad) da UFPE.

O Inova prevê série de ações dentre as quais estão programadas: (i) campanhas institucionais de docentes e discentes para divulgação e socialização científica e pedagógica; (ii) divulgação de e-book Cadernos de Inovação Pedagógica, de salas de aula dinâmicas nos Núcleos Integrados de Atividades de Ensino (Niates), da implantação do Hacker Club Docente/UFPE; (iii) oferta do curso de pós-graduação lato sensu em Docência Universitária e Inovação Pedagógica; (iv) realização do EDUCAR, evento online, com o tema “Inovação e Tecnologias na Educação”, entre outras. Nas próximas seções serão apresentadas as atividades da concepção à execução do II EDUCAR, com vistas aos desafios enfrentados e oportunidades vivenciadas.

## 2.1 Concepção

A concepção do II EDUCAR compreendeu a definição das áreas de interesse, sugestão de programação, divisão das áreas temáticas – palestras e apresentação de trabalhos científicos, logística e infraestrutura necessárias. A ideia foi lançar um evento que permitisse a experiência de desenvolver atividades exclusivamente online. Todas as atividades dos II EDUCAR foram realizadas em Ambiente Virtual de Aprendizagem (Moodle) com configurações específicas para atender aos eixos temáticos definidos e à programação do evento.

As atividades realizadas nos três dias de II EDUCAR envolveram conferências e apresentações de trabalhos em três eixos temáticos: (i) **Formação e atuação docente**: espaço para debates sobre o que é ser docente na atualidade, as necessidades e os desafios para o desenvolvimento profissional e institucional, tanto no ensino presencial quanto a distância; (ii) **Metodologias inovadoras na educação**: pretendeu-se discutir a inovação não apenas a partir da inserção da tecnologia, mas também de abordagens que proporcionem aprendizagem mais profunda e significativa; (iii) **Educação mediada por tecnologias**: a proposta foi discutir tendências em infraestrutura, equipamentos e softwares que sirvam de apoio ao ensino presencial e a distância.

O público-alvo do II EDUCAR é composto por educadores, pesquisadores, gestores, servidores, estudantes de graduação e pós-graduação e demais interessados nos temas discutidos no Encontro. O II EDUCAR ofereceu duas opções de participação no evento: com ou sem certificação. A opção sem certificação foi gratuita e a com certificação teve os custos relacionados à emissão do certificado de participação ou de apresentação do trabalho científico.

## 2.2 Execução

A programação do II EDUCAR contou com 5 (cinco) conferências: 3 (três) nacionais e 2 (duas) internacionais. Foram aprovados 27 relatos de experiência de 40 trabalhos submetidos, dos quais apenas um não foi apresentado por questões técnicas. Todos os trabalhos apresentados farão parte de e-book do evento.

Optou-se por realizar a gravação das conferências com antecedência e disponibilizar o vídeo. O palestrante estava presente na sala virtual para responder aos questionamentos que, por ventura, fossem realizados. As boas-vindas dos gestores envolvidos com a realização do evento também foi gravada. Deste modo, pode-se dirimir questões técnicas de transmissão ao vivo, via streaming. Isso já não foi realizado com as apresentações dos trabalhos técnicos. Muito embora todos os autores foram orientados, com horários agendados antes do evento, no uso das ferramentas de transmissão e acesso ao sistema, bem como nas configurações mínimas de equipamentos e utilização de internet via cabo.

Cada sessão de apresentação de trabalhos contou, em média, com a presença de 25 pessoas e os autores dos trabalhos. Nas conferências esse número duplicou e, em algumas, chegou a 60, 70 pessoas na sala de transmissão da palestra. Para manter uma transmissão de qualidade, além da internet disponibilizada pela UFPE, foi contratado link dedicado de 10 Mb com empresa local. Essa ação minimizou algumas questões técnicas, mas não evitou ocorrências de instabilidade da rede advindas de intempéries.

Todas as sessões do evento contaram com a presença de dois moderadores e um técnico em infraestrutura de redes. Verificou-se que esta é uma equipe muito enxuta. O ideal é ter, pelo menos, três técnicos e três moderadores. Desta forma, a solução para qualquer problema técnico é melhor gerida. Por logística de execução das atividades e, minimizar falhas eventuais, profissional ficou em ambiente externo, ou seja, fora da sala onde a equipe principal do II EDUCAR realizou suas atividades.

### 3. RESULTADOS

Aproximadamente 300 inscritos em todo território nacional, cobrindo as 5 regiões, entre educadores, pesquisadores, gestores, servidores, estudantes de graduação e pós-graduação e demais interessados nos temas discutidos no Encontro acompanharam e participaram ativamente do evento, em tempo real. Especial participação do estado de Pernambuco, capital e municípios interioranos.

Os participantes que escolheram participar do II EDUCAR com certificação foram convidados a responder um questionário de avaliação do evento, pois obrigatoriamente tiveram acesso às salas com usuário e senha. Muitos participantes fizeram acesso externo, ou seja, assistiram as atividades diretamente pelo canal do Youtube. Todos os vídeos estiveram disponíveis por 30 dias no ambiente virtual de aprendizagem. Sendo assim, os levantamentos das respostas à enquete ainda são preliminares, no entanto mostram que o evento teve uma excelente aceitação.

Composto de 18 (dezoito) questões (duas abertas), o questionário trouxe pontos relacionados ao ambiente virtual utilizado para o evento, o portal, eixos temáticos definidos, qualidade das transmissões, organização e programação do evento, nota geral, entre outras.

### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os avanços das tecnologias de comunicação, das aplicações para apoio às atividades baseadas em rede, é primordial a aplicação de metodologias mediadoras de recursos educacionais de maneira apropriada. Mais especificamente no caso da realização de eventos virtuais, é importante considerar que as tecnologias desenvolvidas promovem a inclusão digital e social. Nesta ótica, evento exclusivamente online foi desenvolvido e executado na Universidade Federal de Pernambuco, tendo como conteúdo ações associadas à Educação e Tecnologias.

Desta forma são evidentes as contribuições, tanto para os organizadores quanto para os participantes. Os resultados alcançados são fundamentais para a evolução da proposta para novas edições do EDUCAR. A metodologia utilizada se mostrou útil, muito embora pontos de melhoria serão implementados, com base na vivência, percepção capturada desta edição e nas respostas do questionário disponibilizadas pelos participantes.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal de Pernambuco e à Pró-Reitoria para Assuntos Acadêmicos a oportunidade de exercer o pioneirismo na realização do II EDUCAR.

### REFERÊNCIAS

- Belloni, M. L. Ensaio sobre a educação a distância no Brasil. 2002. Educação & Sociedade, Vol. 23, No. 78, pp. 117-142.
- CONECTE Educação a Distância e Inovação na Educação. 2016. Portal. Disponível em: <http://www.ufpe.br/conecte>. Acesso em novembro/2016.
- SABER Tecnologias Educacionais e Sociais. 2016. Portal. Disponível em: <http://www.sabertecnologias.com.br>. Acesso em novembro/2016.

# MONITOREO DE CONSTANTES VITALES BIOMÉDICAS UTILIZANDO HARDWARE RECONFIGURABLE

Federico Fernández, Lucas Frutos y Dani Ocampo

*Dirección de Investigación Postgrado y Extensión. Facultad Politécnica. U.N.A. Paraguay*

## RESUMEN

El artículo presentado esta basado en el desarrollo de un sistema de monitorización de constantes vitales biomédicas (ECG, temperatura, presión y pulsioximetría), aplicando un hardware reconfigurable para el procesamiento de las señales y su posterior transmisión inalámbrica a un entorno cercano para la visualización en tiempo real de la evolución de las constantes vitales de paciente bajo observación, que es la vertiente principal del trabajo de investigación.

Las señales sensoriales son adaptadas a parámetros antes de ser acopladas a la placa controladora que contiene una FPGA Artix 7 de Xilinx. Dentro de la misma, las señales son filtradas en pos de eliminar cualquier ruido presente. A posterior transmitidas recurriendo a un protocolo Bluetooth en la recepción del sistema, pudiendo utilizar tableta, Smartphone o laptop. En esta instancia las señales pueden ser visualizadas en tiempo real para una evaluación del estado general del paciente bajo observación, llegando de este modo al hito previsto.

## PALABRAS CLAVE

FPGA, ECG, y pulsioximetría, tiempo real

## 1. INTRODUCION

Las necesidad de la ampliación de la capacidad y disponibilidad de los equipos utilizados en los cuidados de la salud es de radical importancia para garantizar la calidad de vida de la población (WHO, 2015; WHO, 2016). Tomando a cuenta, el alto costo de estos equipos y la necesidad de contar con mayor número de sistemas digitales que monitorean las constantes vitales, atendiendo que aumenta la edad media de la población, se hace ineludible la búsqueda de tecnologías que permitan no solo contar con un mayor número de equipos en la disposición de prototipos que se puedan aplicar a la investigación sobre las señales biomédicas.

La aparición de la tecnología basada en el software y en el hardware reconfigurable ha significado un gran salto en el diseño de dispositivos digitales, en la capacidad de reducir los tiempos de desarrollo de diseños nuevos, otorgando menor tiempo de periodo de chequeo de errores y pruebas y por ende la posibilidad de ir optimizando la configuración ya diseñada, ventajas estas que permiten que en la actualidad sean cuantiosas las líneas de investigación relacionadas al diseño digital en utilización de soportes a los dispositivos reconfigurables tales como FPGA (Gharehbaghi, 2006; Flores, 2006).

Otro aspecto substancial a considerar es que el acceso a la tecnología relacionada al monitoreo en tiempo real de constantes vitales biomédicas es transcendental para dar respuesta a la necesidad de la aplicación en los pacientes que necesitan el monitoreo constante de sus signos vitales, a fin de dar una rápida respuesta en caso de presentarse un condición crítica. Si al sistema de monitoreo le añadimos la posibilidad de poder trasmisir de manera inalámbrica las señales que son adquiridas para su visualización gráfica, con la posibilidad de generar señales de alerta preventiva ante la aparición de alguna anormalidad tendremos un sistema que brinde capacidad de procesamiento y flexibilidad en aplicaciones prácticas y para investigación.

## 2. MONITOREO DE CONSTANTES VITALES

Un sistema de monitoreo de constantes vitales biomédicas se utiliza para el seguimiento del estado general de un paciente bajo observación clínica, mediante el uso de sensores invasivos y no invasivos. En este proyecto se manipulan cuatro sensores, ECG, temperatura corporal, presión sanguínea y Pulsioximetría. Como cada

sensor tiene un funcionamiento diferente, los mismos deben ser controlados por un micro controlador, al que se debe acondicionar y digitalizar las señales procedentes de los sensores, acopladas a la placa que contiene la FPGA mediante protocolos GPIO y SPI.

Dentro de la FPGA las señales son filtradas, si así lo ameritan, y posteriormente transmitidas utilizando un transmisor con protocolo Bluetooth. Las señales transmitidas son captadas por un receptor y una vez procesadas presentan la evolución de las constantes vitales biomédicas del paciente en tiempo real.

## 2.1 Arquitectura del Sistema

En la Figura 1 se puede apreciar el esquema general del sistema de monitoreo en tiempo real. El sistema de adquisición consta de cuatro señales biomédicas: Tensiómetro, Pulsioxímetro, Termómetro y Electrocardiógrafo (ECG). Cada uno de ellas cuenta con su propio sensor y circuito de acondicionamiento. El procesamiento de las señales analógicas de los tres primeros sensores se realiza con un microcontrolador, por el cual se controlan las válvulas y el motor del sensor de presión y la emisión de los leds del Pulsioxímetro. En todos los casos una vez acondicionadas y digitalizadas las señales son procesadas antes de enviarlo a una entrada GPIO de la FPGA.

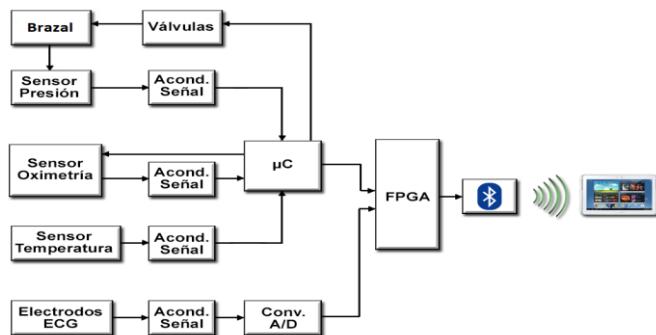


Figura 1. Arquitectura del sistema

En cuanto a la señal ECG, es previamente acondicionado para introducirlo a un conversor A/D, una vez digitalizada la señal se lo acopla a otro puerto GPIO e la FPGA. Dentro de la FPGA las señales son tratadas con un filtro para anular cualquier ruido introducido y posteriormente enviados a través de un transmisor Bluetooth. A continuación la señal recibida es procesada para su presentación visual, donde se visualiza en tiempo real la evolución de las constantes vitales del paciente.

Todo el proceso de control estará centrado en la placa Nexys 4, ya que la misma además de tener un potente diseño de FPGA basado en Artix 7, dispone de los módulos necesarios para la interface de las señales sensoriales y el bloque transmisor Bluetooth. La recepción, procesamiento y presentación visual se puede realizar en un Smartphone, tableta o cualquier sistema ejecutado bajo Android.

## 2.2 Modulo de Control

El modulo de control será la placa Nexys 4 FPGA de la serie 7 de Xilinx, ya que la misma tiene todos los componentes necesarios para controlar la operación del sistema de monitoreo. La placa contiene terminales que funcionan como General Propose Input Output, (GPIO) (Digilent, 2015). Las mismas serán utilizadas para acoplar las señales acondicionadas provenientes de los sensores biomédicos al mecanismo de control. En esta etapa se aplica un filtro a las señales entrantes a fin de suprimir cualquier señal de ruido que se encuentre en las señales de interés.

## 2.3 Transmisión de Datos

En esta etapa los datos son transmitidos desde la FPGA a través de un modulo transmisor Bluetooth PmodBT2 (Digilent, 2016), que utiliza un Roving Networks® RN-42 para integrar el protocolo. La comunicación se realiza vía UART a través de protocolo SPI utilizando uno de los módulos Pmod, integrados dentro de la

placa Nexys 4. Las señales pueden ser recibidas por cualquier dispositivo que funcione bajo el sistema operativo Android. Una vez dentro de este entorno las señales serán procesadas para exhibir gráficamente, en tiempo real, las señales biomédicas que provienen del paciente bajo observación.

### 3. CONCLUSION

Se puede concluir y admitir que el proyecto está en fase de ejecución. Se han adquirido las primeras señales procedentes del sensor de presión, Figura 2, y del sensor ECG, Figura 3, optimizando los algoritmos para leer las señales provenientes de los conversores A/D.

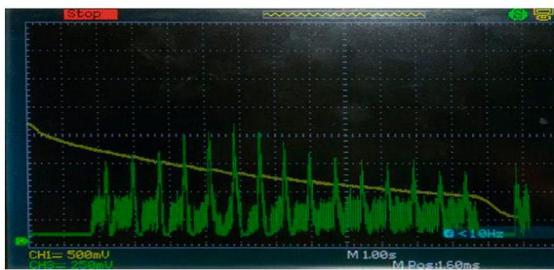


Figura 2. Señal de presión

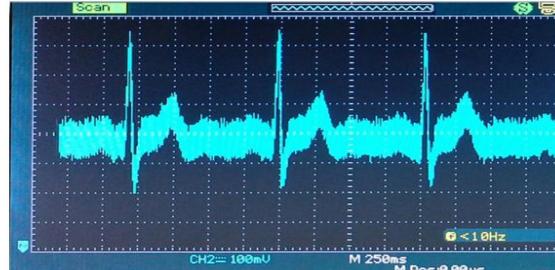


Figura 3. Señal ECG

En fase de prueba y optimización están el acondicionamiento de las señales provenientes de los sensores de oximetría y temperatura. Igualmente el proceso de transmisión y recepción de señales Bluetooth. Finalizada la ejecución del proyecto, nos proponemos ampliar las posibilidades de dotar de capacidad de almacenamiento a los datos provenientes de los sensores en una memoria para poder perpetuar el registro histórico del paciente. Eso implica también diseñar un sistema de alimentación portátil a fin de garantizar el funcionamiento del sistema. En la posibilidad de ampliación esta la dotación al sistema de comunicación wifi a fin de aumentar el alcance de las señales a ser observadas del paciente. Finalmente queda aprovechar la salida VGA de la placa para observar directamente las señales biomédicas a un monitor.

### AGRADECIMIENTOS

El trabajo fue financiado con los fondos del programa PROCIENCIA del CONACYT 14-INV-395 y de la Facultad Politécnica UNA.

### REFERENCIAS

- WHO 2015. Enfermedades cardiovasculares. Enero 2015 Organización Mundial de la Salud. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/>.
- WHO 2004. La OMS publica un atlas decisivo sobre la epidemia mundial de cardiopatías y accidentes cerebrovasculares. Septiembre 2004. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2004/pr68/es/>.
- Gharehbaghi 2006. Digital System Design Lecture 8: Xilinx FPGAs. Amir Masoud Gharehbaghi. Disponible en: <http://ce.sharif.edu/courses/83-84/2/ce223/resources/root/CAD/8-%20Xilinx%20FPGA.pdf>.
- Flores 2006. Introduction with FPGA design. Disponible en: [http://algos.inescid.pt/sid06/downloads/Slides/xilinx\\_design-2.pdf](http://algos.inescid.pt/sid06/downloads/Slides/xilinx_design-2.pdf).
- Digilent 2015. Nexys 4™ FPGA Board Reference Manual. Disponible en: [https://reference.digilentinc.com/\\_media/nexys:nexys4:nexys4\\_rm.pdf](https://reference.digilentinc.com/_media/nexys:nexys4:nexys4_rm.pdf)
- Digilent 2016, PmodBT2™ Reference Manual. Disponible en: [https://reference.digilentinc.com/\\_media/reference/pmod/pmodbt2/pmodbt2\\_rm.pdf](https://reference.digilentinc.com/_media/reference/pmod/pmodbt2/pmodbt2_rm.pdf) <http://store.digilentinc.com/pmod-bt2-bluetooth-interface/>

# **RITMO CIRCADIANO: UMA ABORDAGEM BASEADA SIMULAÇÃO MULTIAGENTE**

Angélica Theis dos Santos, Stefânia da Silveira Glaeser, Vinicius Montenegro Silva,

Adriano De Cezaro e Diana Francisca Adamatti

*Programa de Pós Graduação em Modelagem Computacional, Universidade Federal do Rio Grande, Brasil*

## **RESUMO**

O corpo humano apresenta ritmos endógenos, chamados de ritmos biológicos, dentre estes temos o ritmo circadiano. Neste estudo, descreve-se os conceitos de ritmo circadiano, utilizando simulação multiagente e a inserção da dor. O ritmo circadiano, também conhecido como ritmo do sono. Para validação, o estudo é o modelo do sistema multiagente que representa a dor como influência no ritmo circadiano.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Ritmo Circadiano; Simulação Multiagente; Dor

## **1. INTRODUÇÃO**

Os seres vivos possuem ritmos biológicos que governam a maioria das suas atividades inconscientes. O ritmo circadiano é um ritmo biológico com um ciclo aproximado de 24 horas. Este ritmo pode ser influenciado por fatores externos, tais como a luz do dia, temperatura e viagens (Glaeser, 2016).

Um fator que compromete a boa funcionalidade do ritmo circadiano, é a dor, esta principalmente presente em pessoas que encontram-se hospitalizadas. A dor afeta diretamente o ritmo circadiano, descontrolando-o.

Desta maneira, o objetivo desse artigo consiste em analisar como se comporta o ritmo circadiano sob influência da dor com simulação de multiagentes em NetLogo.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Ritmos e Ciclos Biológicos**

Os ritmos ou ciclos biológicos são mecanismos capazes de conferir ritmocidade comportamentais do organismo.

O ritmo circadiano regula os ritmos materiais e psicológicos do ser humano, sendo controlado por um marca-passo localizado no cérebro. Este relógio que monitora o ciclo de atividades do corpo humano localiza-se, especificamente, no núcleo supraquiasmático. Esse núcleo é conectado a outras partes do cérebro e assim funciona como um marca-passo que regula o ritmo (Chiesa, 2005).

O ritmo homeostático, ou ainda pressão do sono, é a pressão de sono acumulada durante o dia e que diminui durante a noite. A falta de sono provoca prejuízos substanciais no desempenho físico e no cognitivo. As tarefas cognitivas complexas e as com um componente substancial de vigilância sofrem redução da eficiência do processamento cognitivo devido à privação de sono (Ellenbogen, 2005, Horne, 1983). Do mesmo modo, o excesso de sono afeta a eficiência destas mesmas tarefas.

A dor é um dos componentes essenciais de defesa do organismo. Ela pode ser definida como uma experiência subjetiva que pode estar associada a uma lesão real ou potencial nos tecidos, podendo ser descrita tanto em termos destas lesões quanto por ambas as características (Silva, 1983).

Desta forma, a dor é um fator que influência diretamente na qualidade do sono e, portanto na boa funcionalidade do ritmo circadiano.

## 2.2 Simulação Multiagente

A Simulação Multiagente é uma concepção do sistema, onde os agentes e suas interações de organização de sociedade são concebidas independente de um problema a ser resolvido pela sociedade (Alvares, 1997).

Os agentes são denominados como entidades ativas. Todo o conjunto de agente forma a sociedade de agentes. O agente tem raciocínio sobre o ambiente, existência própria que independe dos outros agentes.

Desta forma, utilizaremos como base o modelo de Skeldon com simulação baseada em multiagentes intitulado “Are you listening to your body clock?” da Universidade de Surrey.

Essa proposta consiste em estudar as propriedades da implementação do código, entre eles os valores estipulados aos parâmetros, as variáveis e equações utilizadas no modelo. Assim como acrescentar a influência externa da dor na modelagem do código.

O NetLogo é um software de fácil implementação, pois se dá por meio de agentes. Com ele podemos desenvolver as simulações e fazer suas posteriores considerações. Ainda assim, este software traz uma explicação referente ao modelo que está sendo utilizado.

Na programação em NetLogo a linguagem utilizada é a LOGO. Esta ferramenta é completa, permite implementar vários agentes, fazer movimentações e comunicação. A interface gráfica é fácil de ser criada, inicializando pelas variáveis, definindo os gráficos para representação dos dados em tempo real.

## 3. SIMULANDO O RITMO CIRCADIANO

A simulação do ritmo circadiano no software NetLogo (figura 1), é a modelagem do sono desenvolvido pelo Centro de Pesquisa do Sono da Universidade de Surrey, baseado em agentes. A ideia desse projeto é acrescentar neste modelo a influência da dor.

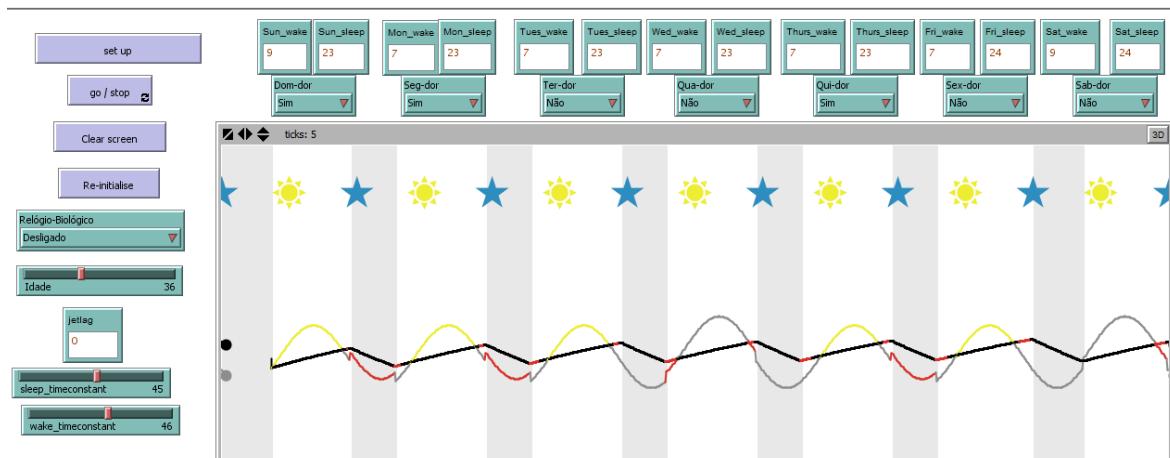


Figura 1. Interface do Aplicativo NetLogo *Surrey Sleep Research Center* com influência da dor

Percebe-se pela figura 1, que o ritmo circadiano está sendo analisado num período de sete dias, para um paciente com trinta e seis anos de idade, em que o período de sono sofre poucas alterações, ou seja, apenas o horário de acordar no sábado e domingo é as nove horas, nos demais dias ele acorda as sete horas e vai dormir as vinte e três horas. Notemos ainda que houve evidências de dor, em três dias, sendo eles DOMINGO e SEGUNDA E QUINTA.

Pode-se observar também que a curva cinza descreve o ritmo circadiano e a curva preta o ritmo homeostático (ou pressão do sono). A curva preta descreve que a pressão do sono aumenta quando o paciente está acordado e diminui quando o paciente está dormindo. Nos dias em que há evidências de dor, tais curvas sofrem alterações. As partes vermelhas e amarelas que surgem nas curvas do gráfico referem-se aos momentos em que o paciente realmente quer estar dormindo, mas está acordado e, aos momentos em que o paciente deve estar acordado, mas está dormindo, respectivamente. Os picos amarelo, após o dia que teve dor, refere-se ao período de adaptação ao ritmo circadiano.

Neste exemplo da Figura 1, os momentos de dor foram no Domingo, Segunda e Quinta, na terça e sexta foram os dias de adaptações do ritmo circadiano para voltar ao seu ritmo normal.

## 4. CONCLUSÃO

O valor biológico do ritmo circadiano é de fundamental importância a qualquer ser vivo. Todos os seres estão determinados a dormir em algum momento do período de 24 horas, seja no período matutino ou vespertino.

A simulação multiagente permite uma visualização em tempo real do ritmo circadiano.

A dor é um fator muito influente no sono, pois a mesma pode fazer com que sofra diversas alterações no ritmo circadiano. Desta maneira, pode-se concluir que a simulação multiagente auxiliou no entendimento do ritmo circadiano influenciando pela dor. Este é um trabalho que está em fase de implementação, a dor está sendo inserida, como trabalho futuro, pretendemos mostrar a eficiência de cada ser humano em relação a seu turno de trabalho.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade Federal do Rio Grande (FURG), ao Programa de Pós Graduação em Modelagem Computacional (PPGMC) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior (CAPES).

## REFERÊNCIAS

- Alvares, L. O. *Introdução aos sistemas multiagentes*. PhD Thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.
- Chiesa J. J. *Patrones Del Ritmo De Actividad Motora Como Expresión De La Plasticidad Del Sistema Circadiano*. PhD thesis, Universitat de Barcelona, Octubre 2005.
- Ellenbogen JM. *Cognitive benefits of sleep and their loss due to sleep deprivation*. Neurology. Pages 64: E25-27, 2005.
- Glaeser S. S. *Modelagem de Sistemas Biológicos: Ritmo Circadiano*. Universidade Federal do Rio Grande, 2016
- Horne J.A. et al. *Effects of sleep on signal detection measures of vigilance: implications for sleep function*. Sleep, pages 6:347-358, 1983.
- NetLogo. Disponível em: <<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>>. Acesso em: 31 maio 2016.Surrey Sleep Research.
- Silva J. A. et al. *A dor como um problema psicofísico*. Sociedade Brasileira para o Estudo da Dor, 12(2):138–151, abr-jun 2011. [36] Horne J.A. et al. *Effects of sleep on signal detection measures of vigilance: implications for sleep function*. Sleep, pages 6:347-358, 1983.
- Surrey Sleep Research Center. University of Surrey. Are you listening to your body clock? Disponível em:<<http://personal.maths.surrey.ac.uk/st/A.Skeldon/sleep.html>>. Acesso em: 02 jun 2016.



# ÍNDICE DE AUTORES

- Aganette, E. .... 149  
Adamatti, D. .... 334, 407  
Agner, C. .... 53  
Albuquerque, R. .... 69, 117  
Alegretti, A. .... 363  
Alonso, A. .... 385  
Alves, D. .... 117  
Alvim, A. .... 101  
Araújo, W. .... 133  
Arellano, L. .... 181  
Bagatini, D. .... 348, 353  
Balcão Filho, A. .... 357  
Barbosa, A. .... 213  
Barié, F. .... 363  
Barré, E. .... 93  
Biasuz, M. .... 348, 353  
Bine, G. .... 367  
Borges, F. .... 353  
Bravo, O. .... 363  
Caldeira, J. .... 283  
Cammarano, P. .... 321  
Campos, E. .... 269  
Canedo, E. .... 117  
Cardoso, D. .... 133  
Carlucci, R. .... 189  
Cavalcabue, P. .... 363  
Cavalcanti, P. .... 401  
Coelho, V. .... 77  
Corrêa, B. .... 334  
Correia, W. .... 205  
Cortez, M. .... 343  
Cunha, V. .... 269  
da Costa, J. .... 77  
da Costa, S. .... 85  
da Frota, F. .... 117  
da Silva, A. .... 252  
da Silva, D. .... 77  
da Silva, L. .... 300, 305  
da Silva, L. .... 19  
da Silva, L. .... 157  
Dall’Agnol, J. .... 36, 45, 367, 373  
Dantas, M. .... 269  
Darahuge, M. .... 181  
de Cezaro, A. .... 407  
de Deus, F. .... 69  
de Mendonça, F. .... 77  
de Oliveira, A. .... 85  
de Oliveira, B. .... 269  
de Sousa Júnior, R. .... 69, 77, 117, 261  
de Souza, L. .... 36, 45, 373  
Debatin, L. .... 205  
Dias, V. .... 101  
Díaz, G. .... 363  
do Nascimento, D. .... 85  
do Nascimento, J. .... 157  
dos Santos, A. .... 407  
dos Santos, M. .... 36  
dos Santos, S. .... 157  
Espinoza, C. .... 289  
Fernández, F. .... 404  
Fernandez, M. .... 85  
Fernández-Falero, R. .... 378  
Ferreira, D. .... 61  
Ferreira, L. .... 165, 315  
Ferreira, P. .... 329  
Figueroa, J. .... 245  
Fontes, R. .... 283  
Frutos, L. .... 404  
Gabardo, G. .... 343  
Garzón, N. .... 325  
Gaspar, P. .... 283  
Gibertoni, D. .... 125, 189, 197  
Giulianelli, D. .... 321  
Glaeser, S. .... 407  
Gomes, C. .... 157  
Gomes, S. .... 334  
González, J. .... 11  
González, S. .... 245  
Guilherme, I. .... 125  
Guimarães, A. .... 221, 343  
Guimarães, L. .... 269  
Gusmão, C. .... 300, 305, 401  
Haendchen Filho, A. .... 205  
Hoed, R. .... 229  
Hounsell, M. .... 252  
Iaione, F. .... 213  
Ichihara, A. .... 19  
Jino, M. .... 357, 393

- Ladeira, M. .... 229  
Lima, A. .... 61  
Lima, C. .... 269  
Lins, A. .... 300  
Lins, M. .... 165, 315  
Lins, R. .... 401  
Lopes, L. .... 53  
Lorenzetti, L. .... 45  
Machiavelli, J. .... 401  
Machula, P. .... 36  
Maciel, D. .... 53  
Mantuani, S. .... 221, 339  
Marães, L. .... 213  
Marangon, R. .... 93  
Mariano, F. .... 173  
Massé, M. .... 289  
Medeiros, D. .... 28  
Melo, V. .... 85  
Menezes Jr., J. .... 401  
Michelon, G. .... 36, 45, 373  
Mikami, M. .... 343  
Miranda, E. .... 385  
Monteiro, C. .... 348  
Moraes, F. .... 69  
Moraes, A. .... 28  
Morais, A. .... 141  
Morais, B. .... 173  
Mota, C. .... 329  
Mota, J. .... 173, 329  
Moura, A. .... 3  
Muñoz-Cañavate, A. .... 378, 385  
Natale, L. .... 109  
Nunes, I. .... 305  
Ocampo, D. .... 404  
Ohse, S. .... 343  
Oliveira, N. .... 173  
Omar, N. .... 19, 109  
Panizzi, M. .... 363  
Pata, A. .... 3  
Pegado, E. .... 157  
Pego, A. .... 310  
Pellens, M. .... 252  
Pereira, F. .... 401  
Perez-Gutierrez, B. .... 237  
Perin, G. .... 343  
Pessoa e Silva, P. .... 305  
Pinto, J. .... 389  
Ramírez, J. .... 289  
Rauntenberg, S. .... 36, 45, 373  
Reategui, E. .... 348, 353  
Reis, R. .... 61  
Rey, D. .... 363  
Reyes, C. .... 289  
Rodrigues, F. .... 329  
Rodríguez, R. .... 321  
Rosa, F. .... 393  
Sampaio, F. .... 101  
Sánchez, W. .... 325  
Santini, P. .... 295  
Santos, D. .... 117  
Scholl, M. .... 334  
Sierra-Ballén, L. .... 325  
Silva, D. .... 77  
Silva, J. .... 221  
Silva, L. .... 213  
Silva, N. .... 348  
Silva, V. .... 334, 407  
Siqueira, M. .... 85  
Soares, A. .... 261  
Soares, R. .... 348, 353  
Soares, V. .... 283  
Teixeira Filho, J. .... 295  
Teixeira, L. .... 149  
Telles, F. .... 353  
Teodoro, R. .... 373  
Urbina, V. .... 237  
Valentim, R. .... 329  
Vallés, F. .... 321  
Vargas, C. .... 289  
Vaz, M. .... 53, 339  
Vaz, M. .... 53, 221, 339  
Vera, P. .... 321  
Vera-Rivera, F. .... 237  
Visioli, I. .... 213  
Zanchett, P. .... 205  
Zaniolo, P. .... 197  
Zinzun, J. .... 245