

Setii

SEMINÁRIO EM TECNOLOGIA
DA INFORMAÇÃO INTELIGENTE

Anais do SeTII 2016



SeTII SEMINÁRIO EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO INTELIGENTE

Anais do Seminário em Tecnologia da Informação Inteligente – SeTII 2016

Evento realizado pelo Programa de Pós – Graduação em Informática e Gestão do Conhecimento (PPGI) da Universidade Nove de Julho (UNINOVE), nos dias 21 e 22 de novembro de 2016, na cidade de São Paulo-SP

Editores:

Dr. André Felipe Henriques Librantz
Dr. Fabio Henrique Pereira
Dr. Marcos Antonio Gaspar
Dr. Marcos Vinicius Cardoso
Dr. Sidnei Alves de Araújo
Dr. Wonder Alexandre Luz Alves

São Paulo, 01 de dezembro de 2016

Prezado autor (a):

É com satisfação que apresentamos os Anais do SeTII 2016 – Seminário em Tecnologia da Informação Inteligente realizado nos dias 21 e 22 de novembro de 2016 na Universidade Nove de Julho.

Já em sua primeira edição, o evento estabeleceu um profícuo fórum de discussão de temas relacionados à tecnologia da informação inteligente, ajudando assim a divulgar as diferentes possibilidades de pesquisa resultantes de uma visão interdisciplinar aplicada a essa ampla temática. O SeTII foi prestigiado por mais de uma centena de pesquisadores, docentes, discentes e profissionais de mercado de TI, oriundos de diferentes estados de todas as regiões do país, evidenciando assim a abrangência e relevância dos temas debatidos.

Esse volume traz 46 trabalhos completos e 22 resumos expandidos de pesquisadores da área de Informática e correlatas, abordando temas variados, conforme exposto na figura abaixo.



É desejo da Comissão Científica do SeTII 2016 que a abrangência e a relevância dos assuntos tratados nos trabalhos aqui apresentados, bem como a sua qualidade dos mesmos, contribuam para o crescimento científico do País.

Boa leitura a todos!

Atenciosamente,

Comissão Científica
SeTII – Seminário em Tecnologia da Informação Inteligente
<http://www.setii.net>

Comissão organizadora

Dr. André Felipe Henriques Librantz – PPGI/Uninove
Dr. Fabio Henrique Pereira – PPGI/Uninove
Dr. Ivanir Costa – PPGI/Uninove
Dr. Marcos Alberto Bussab – Universidade nove de julho
Dr. Marcos Antonio Gaspar – PPGI/Uninove
Dr. Marcos Vinicius Cardoso – PPGI/Uninove
Dr. Sidnei Alves de Araújo – PPGI/Uninove
Me. Fabio Luis Falchi de Magalhaes – PPGI/Uninove
Maria Helena Mauro – PPGI/Uninove

Comissão científica

Dr. Adilson Rogerio de Almeida – Universidade nove de julho
Dr. Alessandro Melo de Ana – Universidade nove de julho
Dra. Anapatria de O. M. Vilha – Fundação universidade federal do ABC – UFABC
Dr. Andre Felipe H Librantz – Universidade nove de julho
Dra. Andreia Miranda Domingues – Universidade nove de julho
Dr. Antônio Carlos Bento – Universidade nove de julho
Dr. Antônio Sergio A M Bastos – Universidade nove de julho
Dr. Bruno da Silva Rodrigues – Universidade nove de julho
Dr. Carlos de Oliveira Affonso – UNESP Campus Itapeva
Dr. Cesar Augusto Cardoso Caetano – Universidade nove de julho
Dr. Cleber Gustavo Dias – Universidade nove de julho
Dr. Daniel Oliveira Dantas – Universidade federal de Sergipe (UFS)
Dr. Fabio Henrique Pereira – Universidade nove de julho
Dr. Fabrício Ziviani – Universidade Fumec
Dr. Francisco Araujo Bomfim Junior – Universidade nove de julho
Dr. Ivanir Costa – Universidade nove de julho
Dr. Jefferson dos Santos Marques – Universidade nove de julho
Dr. Jesus P. Mena-Chalco – Fundação universidade federal do ABC – UFABC
Dr. Leandro Zerbinatti – Universidade nove de julho
Dr. Luis Antonio Ccopia Ybarra – Universidade nove de julho
Dr. Marcelo Duduchi Feitosa – Faculdade de tecnologia de São Paulo
Dr. Marcelo Duduchi Feitosa – Faculdade de tecnologia de São Paulo
Dr. Marcio Shoiti Kuniyoshi – Universidade metodista de São Paulo
Dr. Marcirio Silveira Chaves – Pontifícia universidade católica do Rio Grande do Sul
Dr. Marcos Alberto Bussab – Universidade nove de julho
Dr. Marcos Antonio Gaspar – Universidade nove de julho
Dr. Marcos Vinicius Cardoso – Universidade nove de julho
Dr. Marcus Vasconcelos de Castro – Universidade nove de julho
Dr. Mauro de M. Spinola – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Dr. Nilton Cesar Furtado Canto – Universidade nove de julho
Dr. Oscar Salviano Silva Filho – Centro de tecnologia da informação Renato Archer – CTI
Dr. Paulo Henrique Pereira – Universidade nove de julho
Dr. Pedro Henrique T. Schimit – Universidade nove de julho
Dr. Reinaldo Castro Souza – Pontifícia universidade católica do Rio de Janeiro
Dr. Renato Jose Sassi – Universidade nove de julho
Dr. Rodrigo Amorim Motta Carvalho – Universidade nove de julho
Dr. Rodrigo Franco Goncalves – Universidade Paulista
Dr. Sergio V. D. Pamboukian – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Dr. Sidnei Alves De Araujo – Universidade nove de julho

Dr. Valdinei Freire Da Silva – Universidade de São Paulo (EACH)

Dr. Wonder A. Luz Alves – Universidade nove de julho

Sumário

Trabalhos Completos	1
1 Estudo Sobre Reconhecimento de Manuscritos de Endereçamento Postal com Redes Neurais Artificiais <i>Ricardo Pinto Ferreira, Arthur Ferreira, Andréa Martiniano, Renato José Sassi</i>	
9 Open Government Data Publish (OGDPub) – Uma Ontologia de Domínio para Ampliar e Promover o Uso de Dados Abertos Governamentais <i>Larissa Mariany Freiberger Pereira, Guilherme Bertoni Machado, José Leomar Todesco, Fernando Ostuni Gauthier</i>	
19 Previsão de Demanda de Energia Elétrica por Classe de Consumo Utilizando Série Temporal e Rede Neural Artificial <i>Elanio, F. Bezerra, Dias, C. Gustavo, H. Pereira</i>	
29 Modelagem Preditiva de Riscos de Acidentes do Trabalho, uma Aplicação da Regressão de <i>Poisson</i> <i>Domingos M. R. Napolitano, Ricardo Pinto Ferreira, Renato José Sassi</i>	
37 Análise de Legibilidade de Código Java Usando Padrões de Anotações <i>Alessandro Correa Alba, Renato Penha</i>	
45 Rede de Sensores e Atuadores Sem Fio Para o Controle de Sistemas de Climatização: Uma Aplicação de Internet das Coisas em Edifícios Inteligentes <i>Bruno Eduardo Medina, Leandro Tiago Manera</i>	
55 Aplicação Para Gerenciamento Acadêmico de Estudantes Por Meio da Web e Dispositivos Móveis <i>Gustavo Abreu Caetano, Tiago Rodrigues da Silva, Cristina Zukowsky Tavares, Everson Berg Passos</i>	
63 Proposta de Arquitetura em Grade Computacional para o Prontuário Eletrônico Único do Paciente <i>José da S. Azanha Neto, Henrique J. Q. de Oliveria, Antônio S. A. M. Bastos, Débora V. Canne</i>	
71 Rastreabilidade de Requisitos Usando Ferramenta de BI <i>Renato Toshio Kuroe, Marcelo Pereira da Silva, Jacques Duílio Brancher</i>	
79 Aplicação de Sistema Especialista nas Escalas de Apoio ao Diagnóstico de Enfermagem Durante a Elaboração da Sistematização da Assistência de Enfermagem <i>Edquel Bueno Prado Farias, Anderson Cavichioli, Paulo Henrique Andrade, Renato Jose Sassi</i>	
87 Automação com Arduíno: Um Levantamento das Aplicações <i>Fernando Aparecido Pacheco da Silva Fortunato</i>	
95 Segmentação de Imagens <i>Speckle</i> de Amostras de Dentes Cariados Baseada na Distância do Qui-quadrado <i>Luciano G. Gavinho, João H. Damazio, Sidnei Alves de Araújo, Sandra K. Bussadori, João V. da Silva, Alessandro M. Deana</i>	
103 Análise de Desempenho de Máquinas Virtuais Executadas Simultaneamente em um Mesmo Sistema Hospedeiro <i>Eder J. A. de Oliveira, Thais K. de Farias, Wilber S. C. Costa, Filippo Valiante Filho</i>	
111 Gerenciamento de Consumo Energético com Aplicação Java e Plataforma Arduíno <i>Larissa de Paula Serrão Garcia, José Jailton Henrique Ferreira Junior, Paulo Robson Campelo Malcher</i>	
119 O Modelo Adaptativo Diamante Como Alternativa Para Classificação de Projetos Ágeis em um Escritório de Projetos <i>André R. Rivas, Bruna Costa Santos, Gustavo Rozatte, Vitor Hugo Rodrigues Merencio</i>	
127 Nutrirá: Um Aplicativo Para Busca de Produtos para Restrições Alimentares Baseado em Redes Sociais <i>Lucas Padilha, Ana Elisa Tozetto Piekarski, Mauro Miazaki</i>	
135 Dimensionamento de Recursos Humanos Especialistas em Inteligência de Mercado com Teoria de Filas <i>André Luis Marques Ferreira dos Santos, Fábio Henrique Pereira</i>	
143 Algoritmo Genético com Busca Local Para o Problema de Sequenciamento de Produção em Ambiente <i>Job Shop</i> <i>Marcos Fernando M. J. Santana, Luis Carlos Santos Jr, Fábio Henrique Pereira</i>	
151 Detecção de Defeitos em Peças Metálicas usando <i>Speckle</i> e Técnicas Estatísticas <i>Luiz Carlos da Silva, Alessandro M. Deana, Cleber Gustavo Dias</i>	

- 159 *Image Classification Applied to Forest Products*
Carlos Affonso, Fabio Vieira, Andre Rossi
- 167 Seleção de Objetos de Aprendizagem com Base no Perfil do Aprendiz
Nelson Missaglia
- 177 Jogo de Raciocínio Rápido Adaptativo
Leonardo Mauro Pereira Moraes, Fabio Quimio Pereira Fujii, Anderson Corrêa de Lima
- 185 Processo de Descobertas Eletrônicas (*e-Discovery*) e seu Impacto na Segurança da Informação
Michel Gomes Nogueira, Flávio Elias Gomes de Deus, Rafael Timóteo de Sousa Jr
- 193 Análise Qualitativa dos Modelos T-Shaped e C.H.A.
Antonio Carlos da Silva, Ivanir Costa, Ernani Marques da Silva, Marcos Vinicius Cardoso
- 201 Modelos Substitutos Via Transformada Wavelet Para Algoritmos Genéticos de Dois Níveis
Marilda Fatima de Souza da Silva, Aparecida de Fatima Castello Rosa, Fabio Henrique Pereira
- 213 Sistema de Informação Gerencial em Bibliotecas: Aplicações e Potencialidades
Luciana A. Gadbem, César Fernandes Ribeiro Filho, Sidney Verginio da Silva, Wariston F. Pereira, Fabricio Pelloso Piurcosky
- 221 *Multicriteria Decision-Making Program based on AHP*
R. S. Reis, W. R. Soares, A. F. H. Librantz
- 229 Análise da Qualidade de Energia em uma Linha de Baixa Tensão: Estudo de Caso Aplicado à Empresa Sercom
Zeitounian, K.; Gama, J.; Martins, W.; Thayná, N.; Batista, E.; Camargo, L.; Dias, C. G.
- 237 Algoritmo Genético com Chaves Aleatórias Viciadas de Dois Níveis em Problemas de Sequenciamento da Produção
Aparecida de Fátima Castello Rosa, Fabio Henrique Pereira
- 249 Apresentação de Norma ISO/IEC 29110 Voltada Para a Qualidade de Software de Micro Organizações
Nilson Salvetti, Ivanir Costa, Marcos V. Cardoso, Houston Rodrigues Batista
- 257 Perspectiva de Criação do Conhecimento em uma Estrutura *Devops*
André Rivas, Ivanir Costa, Tereza Cristina Maia Fernandes, Aguinaldo Aragon Fernandes
- 265 Fatores Críticos de Sucesso dos Sistemas Integrados de Gestão (Erps) Para Pequenas Empresas
André Rivas, Ivanir Costa, Nicolas Thiago Persuhn
- 273 Propagação de Informações a Partir de um Modelo Epidemiológico Baseado em Autômatos Celulares
Emerson da Silva, Kleber R. M. Prado, Marcos V. Cardoso, Pedro H. T. Schimit
- 281 Meta-Heurísticas Para o Problema Integrado de Roteamento e Carregamento de um Único Veículo
Luigi Tavolaro Santini, Leonardo Junqueira, Eryck Augusto da Silva
- 289 Heurísticas Para um Problema Integrado de Roteamento e Carregamento de um Único Veículo com Coletas e Entregas
Eryck Augusto da Silva, Luigi Tavolaro Santini, Leonardo Junqueira
- 297 Um Modelo de Otimização Para o Problema de Roteirização de Veículos com Frota Heterogênea e Janelas de Tempo
Anderson Willian de Souza, Leonardo Junqueira
- 305 Os Sistemas de Informação e a Gestão do Conhecimento na Segurança do Trabalho: Uma Avaliação de Empresas do Polo Industrial de Manaus
Fabian Bezerra de Oliveira
- 313 Modelagem e Simulação de um Motor de Indução Trifásico Aplicado a um Veículo Elétrico
Moura, M.; Carvalho, A. C.; Jesus, D.; Baruti, D. T.; Silva, N. C. A.; Santos, S. C.; Ribeiro, S. D.; Bulzico, V. A.; Dias, C. G.
- 321 Uso de Técnicas Inteligentes no Controle de um Gerador Síncrono de Pólos Salientes
Dias, C. G.; Garcia, T. A. A. F.; Romio, E.

- 329 Modelagem e Simulação Computacional Aplicadas na Avaliação do Consumo de Cal em uma Planta de Tratamento de Água
Dias, C. G.; Sousa, C. M.; Santos, F. C. R.; Librantz, A. F. H.
- 337 Inteligência Computacional em *Serious Games*: Um Estudo de Caso Para Identificar Padrões em um Jogo Para Crianças com Transtorno de Aprendizagem
Andreia Miranda Domingues, Marcia A. S. Bissaco, Sidnei Alves de Araújo
- 345 Como a Gestão do Conhecimento e a Capacidade Inovativa, Moderadas Pelas TICs, Afetam a Eficiência Organizacional: A Proposição de Modelo
Ernani Marques da Silva, Marcos Vinícius Cardoso
- 353 Um processo de Gestão do Conhecimento do Cliente com Apoio de Ferramentas da Web 2.0
Houston Rodrigues Batista, Marcos Vinícius Cardoso
- 361 Algoritmos de Tratamento de Curvas Para Determinação de Parâmetros de Geradores Síncronos Através do Ensaio de Resposta em Frequência Utilizando Metodologia com Inversor De Frequência e Redes Neurais
Luiz H. D. Kornrumpf, Silvio I. Nabeta
- 369 Geração de Números Aleatórios para Aplicação em Simulador de Eventos Discretos
Renato Alves Ferreira, Fábio Henrique Pereira
- 377 Método de Monte Carlo: Um Estudo de Caso Aplicado na Avaliação de Riscos em Projetos
Rômulo Petronilio Pereira Brandão, Patricia Barbosa Inojosa da Silva

Resumos Expandidos

385

- 385 Ontologia Para a Criação e Compartilhamento do Conhecimento, Através da Aprendizagem Baseada em Projetos
Guilherme Bertoni Machado, Larissa Mariany Freiberger Pereira, José Leomar Todesco, Fernando Ostuni Gauthier
- 389 Automação de Controle de Frequência de Alunos em Ambiente Acadêmico com a Tecnologia RFID e Arduíno
Edson Melo de Souza, Paulo Ricardo Batista Mesquita
- 393 Gestão do Conhecimento em uma Instituição de Ensino Superior: Iniciação Científica
Luis Antonio Ccopa Ybarra, Marisa Soares
- 397 Desenvolvimento de um Protótipo para Análise de Vibrações Automotivas Utilizando a Plataforma Arduíno em Conjunto com Técnicas de Redes Neurais Artificiais
Ana Carolina dos Santos, Bruno Lourenço da Silva, Laércio da Silva Santos, Edson Melo de Souza
- 401 IoT para Controle de Tráfego de Automóveis Utilizando a Plataforma Arduíno e Técnicas das Redes Neurais Artificiais
Caique Barbosa Santos, Thiago Rabelo Soares de Lima, Edson Melo de Souza
- 405 *ECM Systems Comparison Model Proposal*
Ohashi, F. Kazuo, Gaspar, Marcos
- 409 Aplicação de Multiagentes Inteligentes em um Sistema de Pesquisas e Colaboração para Diagnóstico Médico (SPCDM)
Paulo Ricardo Batista Mesquita, Edson Melo de Souza
- 413 Aplicação da Gestão do Conhecimento na Integração do *Service Desk* por uma Corporação Multinacionais
Edgard Dias da Silva, Marcos Antonio Gaspar, Fabio Luís Falchi de Magalhães
- 417 Os Perigos das Redes Sociais: Um Estudo Voltado Para a Utilização do *Facebook* na Cidade de Bom Sucesso/MG
Wilker R. de Almeida, Paulo Henrique A. de Oliveira, Gisely A. Teixeira
- 421 Detecção de Corpos D'água em Imagens Aéreas Multiespectrais Adquiridas por Drones
Daniel Trevisan Bravo, Vanderson Oliveira Jardim, Sidnei Alves de Araújo, Wonder Alexandre Luz Alves
- 425 Abordagem Computacional para Classificação Automática de Grãos de Feijão em Tempo Real
Peterson A. Belan, Mariá M. A. Pereira, Sidnei A. Araújo, Wonder A. L. Alves

- 429 *Learning Management System Corporativo e sua Contribuição Para a Gestão do Conhecimento*
Maria Helena Mauro, Marcos Antonio Gaspar, Fabio Kazuo Ohashi
- 433 Utilização de Diferentes Normalizações de Dados em Aprendizados de Redes Neurais Artificiais Aplicados a Modelos de Previsão de Dosagem de Coagulante
Santos, F. C. R., Librantz, A. F. H.
- 437 Revisão Sistemática Sobre o Uso de Wikis
Gomes Junior, J. C., Gaspar, M. A.
- 441 Movimento DevOps: A Nova Técnica nas Organizações
André Rivas, Ivanir Costa, Renan Leão, Marcelo Érico, Mbito Borges, Jaqueline Carvalho, Rogério Pizarro
- 445 Panorama dos Programas de Pós-graduação Stricto Sensu em Gestão do Conhecimento no Brasil
Lidiane Cristina da Silva, Fábio Luís Falchi de Magalhães, Maria Helena Mauro, Antonio Carlos Silva, Marcos Antonio Gaspar
- 449 *Interactive Segmentation and Classification of Cutaneous Ulcers*
Charles Ferreira Gobber, Wonder Alexandre Luz Alves
- 453 Desenvolvimento de um Sistema de Apoio à Decisão com Rastreabilidade dos Processos da Colheita e Pós-Colheita do Café
Iur Bueno Papale, Marcelo Aparecido Costa, Fabrício Pelloso Piurcosky, Ricardo Bernardes de Mello
- 457 UNISAPP – Aplicativo Informativo da Pós-Graduação UNIS-MG
Gabriel Mesquita Moreira, Leandro Henrique Ferreira, Fabrício Pelloso Piurcosky, Ricardo Bernardes de Mello
- 461 Extração de Informações Automática Para Prestação de Contas na Plataforma Sucupira
Saulo D. Santos, Wonder A. L. Alves

Índice Remissivo

465

Estudo sobre reconhecimento de manuscritos de endereçamento postal com redes neurais artificiais

Study on recognition of postal manuscripts with artificial neural networks

Ricardo Pinto Ferreira¹, Arthur Ferreira², Andréa Martiniano³, Renato José Sassi⁴

^{1, 3, 4} Universidade Nove de Julho (Informática/PPGI – UNINOVE)
Avenida Francisco Matarazzo, 612, Água Branca, São Paulo/SP – Brasil

² Universidade de São Paulo (Informática/Graduação – USP)
Rua Arlindo Béttio, 1000, Ermelino Matarazzo – São Paulo/SP – Brasil

kasparov@uni9.pro.br 1, arthur2.ferreira@usp.br 2,
andrea.martiniano@gmail.com 3, sassi@uni9.pro.br 4

Resumo. *O código de endereçamento postal, também conhecido no Brasil como CEP, é um conjunto numérico constituído de oito algarismos, cujo objetivo é acelerar o encaminhamento, o tratamento e a distribuição de objetos de correspondência, por meio da atribuição a localidades, logradouros etc. O código de endereçamento postal manuscrito oferece maior dificuldade para o reconhecimento e leitura automática. Em razão disso, uma Rede Neural Artificial (RNA) foi modelada para exercer essa tarefa de reconhecimento automático dos algarismos manuscritos de endereçamento postal. O objetivo do trabalho foi aplicar uma RNA para reconhecer manuscritos de endereçamento postal.*

Abstract. *The postal code, also known in Brazil as CEP, is a numerical set consisting of eight digits, which aims to speed up the referral, treatment and distribution of matching objects by assigning the locations, public parks etc. The manuscript postal code offers greater difficulty for the recognition and automatic reading. As a result, an Artificial Neural Network (ANN) was modeled to perform this automatic recognition task of postal handwritten digits. The objective was to apply an ANN to recognize postal manuscripts.*

Reconhecimento de padrões, Inteligência computacional.

1. Introdução

No Brasil o Código de Endereçamento Postal (CEP), com estrutura de cinco dígitos, foi criado pela Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos, em maio de 1971. A divulgação ao público ocorreu com a publicação do Guia Postal Brasileiro, na Edição de 1971. Em maio de 1992, sua estrutura foi alterada para oito dígitos e oficializada junto ao público, com a publicação do Guia Postal Brasileiro, na Edição de 1992 (CORREIOS, 2016).

A finalidade do CEP é otimizar os métodos de separação da correspondência por meio da simplificação dos processos de triagem, encaminhamento e distribuição, permitindo o tratamento automatizado com a utilização de equipamentos modernos de triagem automatizada (CORREIOS, 2016).

Nos Estados Unidos o Plano de melhoria de zoneamento ou *Zone Improvement Plan* (ZIP) code equivale ao CEP no Brasil, são utilizados pelo serviço postal americano desde 1963 tendo a mesma finalidade que o CEP brasileiro. O formato básico consiste em cinco dígitos numéricos decimais. Posteriormente em 1983 foi introduzido mais quatro dígitos adicionais, que determinam um local mais específico dentro de uma determinada região (NATIONAL POSTAL MUSEUM, 2016). Verifica-se que desde a criação do código de endereçamento postal americano em 1963 até a criação do código de endereçamento postal brasileiro em 1971 se passaram apenas oito anos.

As RNAs constituem uma técnica proveniente da área de Inteligência Artificial baseada na simulação do funcionamento do cérebro por estruturas de dados computacionais, a grande motivação da utilização desta técnica está na realização de tarefas que demandam tolerância a falhas, flexibilidade, imprecisão e paralelismo (HAYKIN, 2001).

A RNA do tipo MLP consiste de um conjunto de unidades (nós ou neurônios), que constituem a camada de entrada, uma ou mais camadas ocultas e uma camada de saída, onde o sinal de entrada se propaga pela RNA camada por camada (HAYKIN, 2001; SIMÕES e SHAW, 2007; SILVA, SPATTI e FLAUZINO, 2010; BRAGA, CARVALHO e LUDERMIR, 2011).

A rede MLP normalmente é aplicada em problemas de classificação, previsão e modelagem de séries temporais, controle, reconhecimento de padrões e data mining (BIGUS, 1996; MITCHELL, 1997; HAYKIN, 2001; CARVALHO, 2005; GOLDSCHMIDT, PASSOS e BEZERRA, 2015; FERREIRA et al., 2016; MARTINIANO et al., 2016).

Existem alguns trabalhos relacionados com reconhecimento de manuscritos de endereçamento postal que despertam interesse: reconhecimento de manuscritos de endereçamento postais com redes neurais *MultiLayer Perceptron* (LE CUN et al., 1990), reconhecimento de manuscritos de endereçamento postais com redes neurais treinadas com *error back-propagation* (LIN e INIGO, 1991), Interpretação de escrita à mão para código de endereçamento postal no serviço postal para um sistema computacional (SRIHARI e KUEBERT, 1997), reconhecimento de manuscrito numérico com base em redes neurais (LU e LU, 2005), reconhecimento de dígitos manuscritos (MAHMOUD, 2008; ALI e GHANI, 2014). O objetivo do trabalho foi aplicar uma RNA do tipo MLP para reconhecer manuscritos de código de endereçamento postal.

2. Código de endereçamento postal

O código de endereçamento postal para uso prático é muito valioso, está inovação economizou bilhões em custos, e essa economia passou ao longo do tempo para a sociedade. Mas, para além destas economias de custos, as externalidades positivas foram monumentais e ajudaram a reformular a expansão econômica americana durante

o século XX. O código de endereçamento postal é também um exemplo do fenômeno de inovação, implementado como um sistema aberto e, em seguida, adotado por uma rede de negócios muito mais ampla (NATIONAL POSTAL MUSEUM, 2016).

O serviço postal auxilia o crescimento da comunicação do país através de inúmeros canais, a dimensão do serviço postal aumenta o potencial para grandes sucessos inovadores, por esse motivo, quando o código de endereçamento postal e sua utilização cresce, quase todos no país são afetados de forma positiva (NATIONAL POSTAL MUSEUM, 2016).

Atualmente centenas de empresas utilizam o código de endereçamento postal para orientar e acelerar o encaminhamento, o tratamento e a distribuição de objetos de diversos tipos de negócios, inclusive o comércio virtual ou *e-commerce*.

O código de endereçamento postal pode ser visto como um bem público intangível, trata-se de um bem público que não é competitivo em uso, ou seja, o uso de uma pessoa ou empresa não reduz o valor do ativo e não exclui outras pessoas ou empresas de utilizarem, continua assim, a ser totalmente disponível para usos posteriores. Na medida em que o conhecimento gerado por um ativo intangível é não-competitivo, haverá externalidades positivas geradas pelo ativo. Isso significa que o seu valor social será superior a seu valor privado, dessa forma cria valor para a sociedade como um todo (NATIONAL POSTAL MUSEUM, 2016). Atualmente ao redor do mundo, 191 países utilizam o código de endereçamento postal (UPU, 2016).

O Brasil foi dividido em dez regiões postais para fins de codificação de endereçamento postal, utilizando como parâmetro o desenvolvimento socioeconômico e fatores de crescimento demográfico de cada estado ou conjunto de estados. A distribuição do CEP foi feita no sentido anti-horário a partir do estado de São Paulo (CORREIOS, 2016).

A Figura 1 ilustra as regiões postais brasileiras.



Figura 1. Regiões postais brasileiras. Fonte: Correios (2016)

O CEP está estruturado segundo o sistema decimal, sendo composto de Região, Sub-região, Setor, Subsetor, Divisor de Subsetor e Identificadores de Distribuição. A Figura 2 ilustra a estrutura do CEP brasileiro.

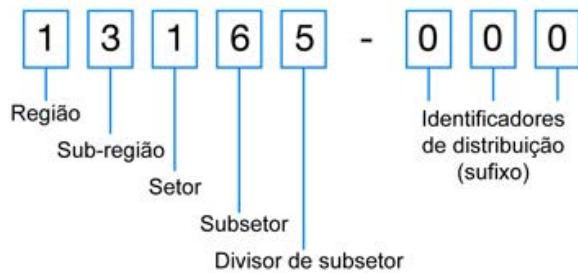


Figura 2. Estrutura do CEP brasileiro. Fonte: Correios (2016)

Com base nas Figuras 1 e 2 apresenta-se o significado de cada algarismo do código de endereçamento postal e sua localização geográfica no cenário da codificação brasileira.

O primeiro algarismo representa a região postal 1, Interior do Estado de São Paulo. Cada região postal foi dividida em 10 sub-regiões que são indicadas pelo segundo algarismo do CEP. Os dois primeiros algarismos estão representando a sub-região 13, cuja sede neste caso é a cidade de Campinas. Cada sub-região foi dividida em 10 setores que são representados pelo terceiro algarismo, os três primeiros algarismos estão representando o setor 131, cuja sede também é a cidade de Campinas (CORREIOS, 2016).

Cada setor foi dividido em 10 subsetores que são representados pelo quarto algarismo, os quatro primeiros algarismos estão representando o subsetor 1316, cuja sede é a cidade de Artur Nogueira. Cada subsetor foi dividido em 10 divisores de subsetor que são representados pelo quinto algarismo, os cinco primeiros algarismos estão representando o divisor de subsetor 13165, cuja sede é a cidade de Engenheiro Coelho (CORREIOS, 2016).

Os três algarismos após o hífen são denominados de sufixo e destinam-se à identificação individual de localidades, logradouros, códigos especiais e unidades dos Correios. A correta utilização do CEP garante a qualidade dos serviços postais e dos demais tipos entregas.

3. Redes neurais artificiais

As Redes Neurais Artificiais são modelos constituídos por unidades simples de processamento, chamados de neurônios artificiais, que calculam funções matemáticas. Estes modelos são inspirados na estrutura do cérebro e têm como objetivo simular o comportamento humano, tais como: aprendizagem, associação, generalização e abstração quando submetidas a treinamento (HAYKIN, 2001).

Nas RNAs a aprendizagem ocorre através de um conjunto de unidades simples de processamento chamados de neurônios artificiais. Na Figura 3 é mostrada uma representação do neurônio artificial. Observa-se os dados (vetores de dados) de entrada do neurônio (x_1, \dots, x_n), os neurônios da camada de entrada (w_{1j}, \dots, w_{nj}) com seus respectivos pesos, logo em seguida a junção aditiva ou soma, representada pela letra sigma, em seguida a função de ativação (φ) e finalmente a saída (y).

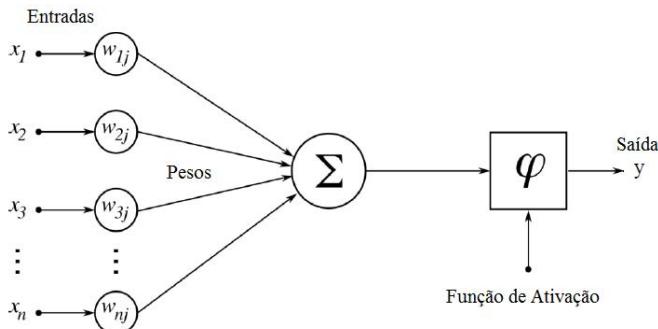


Figura 3. Representação do neurônio artificial. Fonte: Adaptado de Haykin (2001)

De acordo com Haykin (2001) as RNAs são particularmente eficientes para o mapeamento entrada/saída de sistemas não lineares e para realizar processamento paralelo, além de simular sistemas complexos. As RNAs generalizam os resultados obtidos para dados previamente desconhecidos, ou seja, produzem respostas coerentes e apropriadas para padrões ou exemplos que não foram utilizados no seu treinamento. Uma importante característica das RNAs é a sua capacidade de aprender a partir de dados incompletos e sujeitos a ruídos.

As RNAs possuem a capacidade de aprender por exemplos e fazer interpolações e extrapolações do que aprenderam. Um conjunto de procedimentos bem definidos, para adaptar os pesos de uma RNA para que ela possa aprender uma determinada função, é chamado algoritmo de treinamento ou de aprendizado (BIGUS, 1996; HAYKIN, 2001; SILVA, SPATTI e FLAUZINO, 2010; BRAGA, CARVALHO e LUDELMIR, 2011).

O aprendizado de uma RNA usa um conjunto de dados correspondentes a uma amostra de sinais para entrada e saída do sistema. Para esse treinamento, a rede utiliza algoritmos de aprendizado (HAYKIN, 2001).

Inicialmente a rede permanece inerte e o algoritmo de aprendizado modifica individualmente os pesos das interconexões de tal forma que o comportamento da rede reflita a ação desejada. Em outras palavras, a rede pode alterar sua estrutura interna de maneira incremental até que se alcance o desempenho esperado de estimativa dos dados (SIMÕES e SHAW, 2007).

Como resultado do treinamento, a RNA produzirá valores de saída similares ao conjunto de dados para valores que sejam iguais às amostras de treinamento. Para valores intermediários, a rede produzirá uma interpolação. Ou seja, as RNAs podem aprender através de exemplos (HAYKIN, 2001; SIMÕES e SHAW, 2007).

O algoritmo de *error back-propagation*, utilizado na MLP, consiste, basicamente, em determinar as variações nos pesos sinápticos da RNA, tendo como objetivo minimizar o erro obtido na saída através do aprendizado do vetor de treinamento (entrada-saída) (RUMELHART, HINTON e WILLIAMS, 1986).

O algoritmo funciona da seguinte maneira: apresenta-se um padrão à camada de entrada da rede, este padrão é processado, camada por camada, até que a saída forneça a resposta processada, f_{MLP} , calculada como mostrado na Equação (1). Onde v_l e w_{lj} são pesos sinápticos; b_{l0} e b_0 são os *biases*; e φ a função de ativação.

$$f_{MLP}(x) = \varphi \left(\sum_1^{Non} v_l \cdot \varphi \left(\sum w_{lj} x_l + b_{l0} \right) + b_0 \right) \quad (1)$$

Para isso, o algoritmo baseia-se no método do gradiente descendente, o qual, dada uma medida do erro, procura modificar o conjunto de pesos da rede, reduzindo o erro na direção mais íngreme da superfície definida no espaço (HAYKIN, 2001). Em resumo, o gradiente descendente estabelece mudanças nos pesos por uma quantidade proporcional ao gradiente do erro.

De acordo com Simões e Shaw (2007), em um processo iterativo como o algoritmo *error back-propagation*, uma questão importante é sobre o critério de parada do treinamento. Em termos absolutos, a solução final ocorrerá para o índice de desempenho (erro global) igual a zero ou dentro de um valor muito pequeno.

4. Método

Uma matriz 10x15 foi utilizada para coleta de amostras dos algarismos manuscritos, essas amostras serviram como entrada da RNA. A matriz de dados de entrada foi tabulada numa planilha eletrônica para posterior processamento. A Figura 4 mostra parte dos algarismos manuscritos utilizados para o treinamento da RNA.

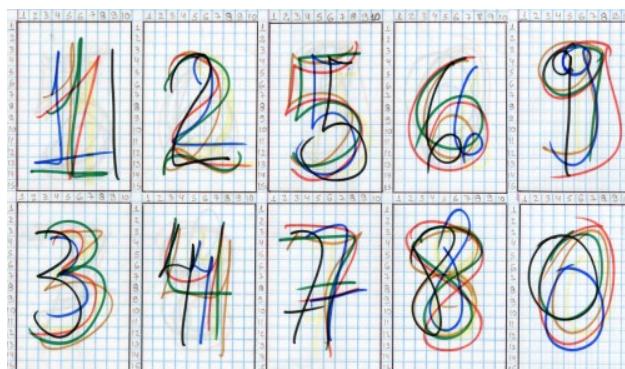


Figura 4. Algarismos manuscritos (matriz 10x15)

Os parâmetros utilizados na RNA foram: número de neurônios de entrada igual a $(10 \times 15) = 150$, número de camadas ocultas igual a 2, número de neurônios na camada oculta igual a 18, taxa inicial de aprendizado igual a 0,7 com decaimento de 1% a cada 10 épocas, fator de momento inicial igual 0,9 com decaimento de 1% a cada 50 épocas, o critério de parada foi o número máximo de épocas igual a 1000. O treinamento da RNA foi sequencial e o tempo de processamento foi de 23 segundos.

5. Resultados dos experimentos computacionais

A RNA reconheceu e classificou 92,7% dos algarismos manuscritos de endereçamento postal apresentados na fase de teste. O tempo de processamento na fase de teste foi de 0,3 segundos. O algarismo seis apresentou 2,67% e o algarismo nove apresentou 4,63% dos erros no reconhecimento e classificação, os demais algarismos foram reconhecidos e classificados em 100% na fase de teste. Foi considerado erro na classificação quando um dos algarismos da composição do CEP (oito algarismos) não era reconhecido.

6. Considerações Finais

A RNA modelada conseguiu apresentar um bom resultado na fase de teste o que encoraja a continuidade com os experimentos computacionais. Como estudos futuros pretende-se aumentar significativamente a base de dados de treinamento com a intenção de aumentar a capacidade de generalização da RNA e consequentemente proporcionar melhor desempenho na resolução do problema de reconhecimento de manuscritos de endereçamento postal. Pretende-se também realizar novos experimentos com a utilização de um comitê de RNAs.

Referências

- ALI, S. S.; GHANI, M. U. (2014), Handwritten Digit Recognition Using DCT and HMMs. *Frontiers of Information Technology (FIT)*, 2014 12th IEEE International Conference. Islamabad, p.303-306.
- BIGUS, J. P. (1996), *Data Mining with Neural Network: Solving Business Problems from Applications Development to Decision Support*. McGraw-Hill.
- BRAGA, A. P.; CARVALHO, A. C. P. L. F.; LUDERMIR, T. B. (2011), Redes Neurais Artificiais: Teoria e Aplicações. 2^a ed. Rio de Janeiro: LTC.
- CARVALHO, L. A. V. (2005), *Data Mining*: a Mineração de dados no *Marketing*, Medicina, Economia, Engenharia e Administração. Rio de Janeiro. Editora Ciência Moderna Ltda.
- CORREIOS - Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos. O que é CEP. Disponível em: <<http://www.correios.com.br/>> Acesso em: 21 set. 2016.
- FERREIRA, R. P.; MARTINIANO, A.; FERREIRA, A.; FERREIRA, A.; SASSI, R. J. (2016) Study on daily demand forecasting orders using artificial neural network. *IEEE Latin America Transactions*, v.14, n. 3, p.1519-1525.
- GOLDSCHMIDT, R., PASSOS, E. BEZERRA. E. (2015), Data mining: Conceitos, técnicas, algoritmos, orientações e aplicações, Rio de Janeiro, 2 eds. Elsevier.
- HAYKIN, S. Redes Neurais – Princípios e Práticas. (2001), 2 eds. Porto Alegre: Bookman.
- LE CUN, Y.; MATAN, O.; BOSEN, B.; DENKER J. S.; HENDERSON, D.; HOWARD, R. E.; HUBBARD, W.; JACKEL L. D.; BAIRD, H. S. Handwritten Zip Code Recognition with Multilayer Networks. *Pattern Recognition*, (1990), Proceedings. 10th *IEEE International Conference*. Atlantic City, v.2, p.35-40.
- LIN, J. T.; INIGO, R. M. (1991), Hand written zip code recognition by back propagation neural network. *Southeastcon '91. IEEE Proceedings*. Williamsburg, v.2, p.731-735.
- LU, F.; LU, W. (2005), Handwritten Numeral Recognition Based on DCT Coefficients and Neural Network. *Neural Networks and Brain*, 2005. ICNN&B '05. IEEE International Conference. Beijing, p.219-221.

MAHMOUD, S. A. (2008), Arabic (Indian) handwritten digits recognition using Gabor-based features. Innovations in Information Technology, 2008. IIT 2008. IEEE International Conference. Al Ain, p. 683-687.

MARTINIANO, A.; FERREIRA, R. P.; FERREIRA, A.; FERREIRA, A.; SASSI, R. J. Utilizando uma rede neural artificial para aproximação da função de evolução do sistema de Lorentz. Revista Produção e Desenvolvimento, v.2, n.1, p.26-38, jan./abr., 2016.

MITCHELL, T. M. (1997), *Machine Learning*. McGraw-Hill.

NATIONAL POSTAL MUSEUM - The Untold Story of the ZIP Code. Disponível em: <http://postalmuseum.si.edu/research/pdfs/ZIP_Code_rarc-wp-13-006.pdf> Acesso em: 29 set. 2016.

RUMELHART, D. E.; HINTON, G. E.; WILLIAMS, R. J. (1986), Learning Internal Representations by Error Propagation. In *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition*, v.1: Foundations, D. E. Rumelhart and J. L. McClelland, Eds. Mit Press Computational Models Of Cognition And 12 Perception Series. MIT Press, Cambridge, MA, p. 318-362.

SILVA, I. N.; SPATTI, D. H.; FLAUZINO, R. A. (2010), Redes Neurais Artificiais para Engenharia e Ciências Aplicadas. SP: Artliber.

SIMÕES, M. G.; SHAW, I. S. (2007), Controle e Modelagem fuzzy. São Paulo: Blucher: FAPESP.

SRIHARI, S. N.; KUEBERT, E. J. (1997), Integration of Hand-Written Address Interpretation Technology into the United States Postal Service Remote Computer Reader System. Document Analysis and Recognition, 1997. Proceedings of the Fourth International Conference. Ulm, v.2, p.892-896.

UPU – Universal Postal Union. Disponível em:<<http://www.upu.int/en/resources/postcodes/about-postcodes.html>> Acesso em: 29 out. 2016.

Open Government Data Publish (OGDPub) – Uma Ontologia de Domínio para Ampliar e Promover o Uso de Dados Abertos Governamentais

Open Government Data Publish (OGDPub) – A Domain Ontology to Expand and Promote the Use of Open Government Data

Larissa Mariana Freiberger Pereira¹, Guilherme Bertoni Machado¹, José Leomar Todesco¹, Fernando Ostuni Gauthier¹

¹ Centro Tecnológico (CTC)/Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento (PPGEGC) – Universidade Federal de Santa Catarina
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima, Trindade - Florianópolis (SC) - Brasil

{freiberger.lm, gbertonimachado}@gmail.com, jose.todesco@ufsc.br,
gauthier@egc.ufsc.br

Resumo. *Este artigo relata o desenvolvimento de uma ontologia de domínio para publicação de dados abertos por municípios brasileiros. A ontologia desenvolvida padroniza os conceitos envolvidos no mundo de dados abertos governamentais, bem como explicita e formaliza o processo de publicação destes dados, especificamente no contexto de municípios brasileiros.*

Abstract. *This paper reports the development of a domain ontology for open data publishing by Brazilian municipalities. The developed ontology standardizes the concepts involved in the world of open government data as well as explicit and formalizes the open data publishing process, specifically in the context of Brazilian municipalities.*

Áreas temáticas. Gestão do Conhecimento, Ferramentas de apoio à decisão.

1. Introdução

O movimento *Openess*, “baseado na ideia de que o conhecimento pode ser disseminado e compartilhado livremente na Internet para o benefício da sociedade” (Zancanaro, 2015, p. 43) impulsionou o surgimento de outros movimentos amplamente difundidos e discutidos na atualidade, entre eles, os movimentos *Open Government* (ou Governo Aberto) e *Open Data* (ou Dados Abertos).

O movimento Governo Aberto, em suma, sugere um governo “com elevados níveis de transparência e mecanismos de escrutínio público e supervisão local, com ênfase em *accountability*” (Opensource, 2014, tradução e grifo dos autores).

Para a Open Government Partnership¹, o movimento Governo Aberto tem como fundamento quatro conceitos, sendo eles: *accountability*, tecnologia e inovação, participação cidadã e transparência (OGP, 2011). Outros autores citam a transparência, participação pública e colaboração como princípios de um governo aberto (Zulkarnain, 2014).

O movimento *Open Data* ou Dados Abertos diz respeito a “dados que podem ser livremente acessados, utilizados, modificados e compartilhados por qualquer pessoa, para qualquer fim” (Open Definition, 2014). Por sua vez, dados abertos produzidos e disponibilizados por entes governamentais são denominados “Dados Abertos Governamentais”. Para Zulkarnain (2014, p. 140, tradução dos autores), “os dados abertos governamentais são o indicador que representa o espírito de liberdade da informação em muitos países”.

Segundo Salm Junior (2012) e Tauberer (2014), estes dados devem obedecer aos seguintes princípios:

1. Online e Gratuito – os dados devem ser disponibilizados gratuitamente na Internet;
2. Primariedade – os dados devem ser primários, ou seja, devem ser publicados da forma como foram coletados na fonte, com a menor granularidade possível, sem agregações e/ou modificações;
3. Instantaneidade – os dados devem ser disponibilizados de maneira ágil, sendo preservado o seu valor, com referência de data e hora de criação;
4. Acessibilidade – os dados devem ser disponibilizados para uma gama de usuários e propósitos;
5. Tratabilidade – os dados devem ser processáveis por máquinas;
6. Universalidade – os dados devem ser disponibilizados para qualquer pessoa, sem qualquer pré-requisito de registro;
7. Publicidade – os dados devem ser disponibilizados em formatos sobre os quais nenhuma entidade tenha controle exclusivo;
8. *License-free* – os dados não devem estar vinculados a qualquer licença de uso;
9. Permanência – os dados devem ser disponibilizados em um local estável na *Web*;
10. Segurança dos Formatos de Arquivo – os arquivos não devem ser publicados usando formatos de dados que contenham conteúdo executável;
11. Proveniência e Confiabilidade – o conteúdo publicado deve ser assinado digitalmente ou incluir comprovação da publicação, data de criação, autenticidade e integridade;
12. *Public Input* – o público deve determinar quais tecnologias são mais adequadas para criar suas próprias aplicações;

¹ Iniciativa multilateral cujo objetivo é firmar compromissos concretos entre entes governamentais a fim de promover a transparência, capacitar os cidadãos (motivando um governo coparticipativo), combater à corrupção, bem como fazer uso de novas tecnologias para fortalecer a governança pública (OGP, 2013).

13. *Public Review* – o processo de criação do dado deve ser passível de avaliação pública;
14. Interoperabilidade – os dados devem ser interoperáveis.

Os conceitos de Governo Aberto e Dados Abertos são comumente confundidos e, embora estejam intimamente ligados, entender o processo de abertura de um governo como, simplesmente, tornar públicos seus dados na *Web* é uma visão reducionista do contexto (Meijer, Curtin & Hillebrandt, 2012; Zulkarnain, 2014). O movimento Governo Aberto, mais do que fomentar a publicidade dos dados produzidos por governo (transparência), visa também a promoção da participação dos cidadãos no governo. Desta forma, a governança pública não mais se restringe à pessoa de um agente governamental, mas à sociedade como um todo.

Por outro lado, a abertura dos dados governamentais se torna um importante pilar para que um governo aberto seja construído (Yang, Lo & Shiang, 2015), uma vez que esta ação colabora para a promoção da transparência, sendo esta um fundamento de um governo aberto.

Janssen, Charalabidis e Zuiderwijk (2012, p. 260) afirmam que “a abertura dos dados resulta em um governo aberto em que o governo atua como um sistema aberto e interage com o seu ambiente”.

Embora muitos autores afirmem que os dados produzidos por governos possuem grande valor e são consideravelmente relevantes para o cidadão (Janssen, 2012; Ohemeng & Ofori-Adarkwa, 2015; Shaldbolt & O'hara, 2013), Janssen, Charalabidis e Zuiderwijk (2012) afirmam que o valor desses dados só se dá, de fato, quando estes são utilizados, são consumidos pelos cidadãos e pela sociedade em geral. Dessa maneira, é importante que os governos se preocupem não somente em tornarem seus dados públicos, mas que estes estejam prontos para serem consumidos pela sociedade, motivando ações que colaborem na criação de serviços inovadores por pessoas ou demais membros ativos que compõem a sociedade (Attard et al., 2016).

Na realidade dos municípios brasileiros, o que se observa é que estes normalmente tornam públicos seus dados já processados através de relatórios. Os dados brutos, tal qual foram gerados, não são possíveis de serem acessados pelo público, ferindo os princípios da tratabilidade e primariedade, citado anteriormente. É possível observar também que os relatórios são complexos e difíceis de serem compreendidos por cidadãos leigos. Por fim, não é simples encontrar esses dados na *Web* através de ferramentas de buscas. Em suma, os dados publicados por entes governamentais municipais brasileiros não são consumidos como poderiam, se tornando subutilizados.

Diante do exposto, surge a seguinte pergunta de pesquisa: como ampliar e promover o uso dos dados abertos governamentais produzidos por municípios brasileiros? Para auxiliar na resolução deste problema é apresentado neste artigo uma ontologia de domínio, *Open Government Data Publish* (OGDPub), que possibilite que os *datasets* sejam descritos através de um conjunto de metadados, classifique os dados em uma linguagem de fácil compreensão ao cidadão e promova a responsabilização do servidor e do governo acerca da publicação desses dados.

2. Metodologia

A partir do problema de pesquisa descrito na Seção 1 deste artigo, foram levantados alguns cenários que poderiam contribuir na solução deste: se os *datasets* publicados pelos municípios fossem descritos por um conjunto de metadados, estes poderiam ser mais fáceis de serem encontrados na *Web*; se esses *datasets* fossem classificados a partir de uma linguagem facilitada para o cidadão, os dados se tornariam mais compreensíveis; se fosse possível descrever todo o processo de publicação de dados por municípios, este processo poderia ser padronizado; se fosse possível identificar o servidor público responsável pela publicação do *dataset*, este poderia ser responsabilizado pela publicação.

Começou-se a pensar então em uma ontologia que fosse composta por estes cenários levantados. Inicialmente a OGDPub foi imaginada a partir de um mapa mental que descrevia todo o contexto descrito anteriormente (Figura 1).

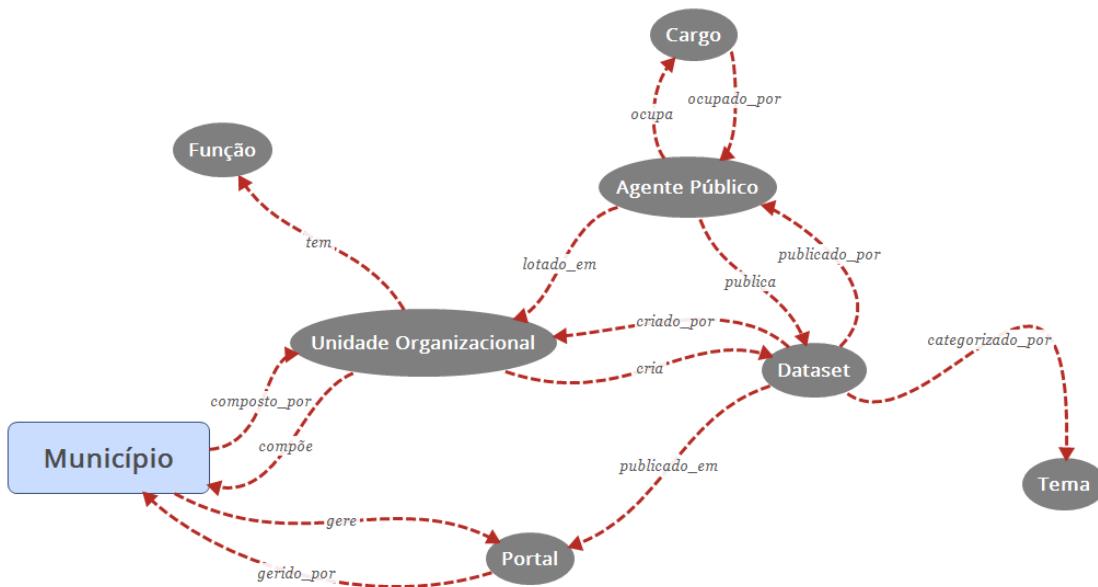


Figura 1. Mapa Mental da Ontologia OGDPub

Para que a ontologia *Open Government Data Publish* (OGDPub) pudesse ser desenvolvida, foi necessário definir uma metodologia para conduzir este processo. Eleger-se, então, a metodologia *NeOn*, uma vez que esta permite a construção de ontologias baseada no conceito de “redes de ontologias”, sendo esta uma coleção de diversas ontologias que se conectam através de diferentes relações como mapeamento, modularização e versionamento. A metodologia *NeOn* prevê o reuso de recursos ontológicos e não-ontológicos para a construção de uma nova ontologia, sendo este fato fundamental para a escolha da metodologia. (Góméz-Pérez & Suárez-Figueroa, 2009).

A metodologia *NeOn* prevê nove possíveis cenários para o desenvolvimento de uma ontologia, sendo eles: (1) especificação e implementação; (2) reuso e reengenharia de recursos não-ontológicos; (3) reuso de recursos ontológicos; (4) reuso e reengenharia de recursos ontológicos; (5) reuso e fusão de recursos ontológicos; (6) reuso, fusão e reengenharia de recursos ontológicos; (7) reuso de padrões de *design* de ontologias

(ODPs); (8) reestruturação de recursos ontológicos e; (9) localização de recursos ontológicos.

A metodologia *NeOn* prevê ainda dois ciclos de vida que podem ser utilizados para a construção de ontologias a partir dos nove cenários citados anteriormente: modelo *Waterfall* ou Cascata e modelo Iterativo-incremental.

No modelo Cascata as etapas são organizadas de maneira sequencial, ou seja, para que o projeto siga para uma etapa posterior, a etapa presente deverá estar concluída. Este modelo é sugerido para projetos de curta duração onde os requisitos já tenham sido levantados e sejam bem conhecidos, sem ambiguidades e imutáveis. O modelo Iterativo-incremental é recomendado para projetos que envolvem grandes grupos com papéis e perfis diferentes, cujo domínio não seja bem conhecido e cujos requisitos possam ser alterados durante o desenvolvimento do projeto (Suárez-Figueroa, 2010).

A OGDPub foi desenvolvida a partir do cenário 3 proposto pela metodologia *NeOn* (reuso de recursos ontológicos), uma vez que foram identificados recursos ontológicos (ontologias completas ou relações “sujeito-predicado-objeto” de determinadas ontologias) já desenvolvidos que poderiam ser reutilizados.

Verificou-se também que não seriam necessárias atividades de reengenharia e/ou fusão, visto que os recursos ontológicos selecionados para compor a OGDPub eram aderentes à sua proposta, não sendo necessárias adaptações. A OGDPub foi desenvolvida ainda a partir do modelo Cascata, uma vez que se tratou de um projeto de curta duração, sem o envolvimento de muitas pessoas em sua execução.

3. Construção da OGDPub

A metodologia *NeOn* sugere, para o cenário 3, que a ontologia seja construída a partir de 5 etapas, sendo elas: Fase Inicial, Fase de Reuso, Fase de *Design*, Fase de Implementação e Fase de Manutenção.

3.1. Fase Inicial

Nesta etapa foram levantados todos os requisitos que a OGDPub deveria atender. Parte desses requisitos haviam sido identificados ainda da concepção da ontologia, para tanto, nesta etapa, foi necessário formalizá-los, bem como organizá-los em requisitos funcionais e não-funcionais.

Ainda nesta etapa foram elencados os temas para compor a tarefa de classificação dos *datasets* publicados por municípios brasileiros. Para isso foram realizadas buscas em portais de dados abertos de 19 cidades em todo o mundo que se destacam atualmente no que tange à publicação de dados abertos governamentais, bem como das principais cidades de estados brasileiros que tornam públicos seus dados. Estas cidades foram: Madri, Washington, New York City, Toronto, Londres, Roma, Berlim, Paris, Lisboa, São Paulo, Rio de Janeiro, Porto Alegre, Curitiba, João Pessoa, Recife, Estocolmo, Helsinque, Copenhague e Seul.

A partir desta busca foram elencados 18 temas (ilustrados pela Figura 2) que englobam todos os tipos de dados produzidos por municípios, especialmente, brasileiros.

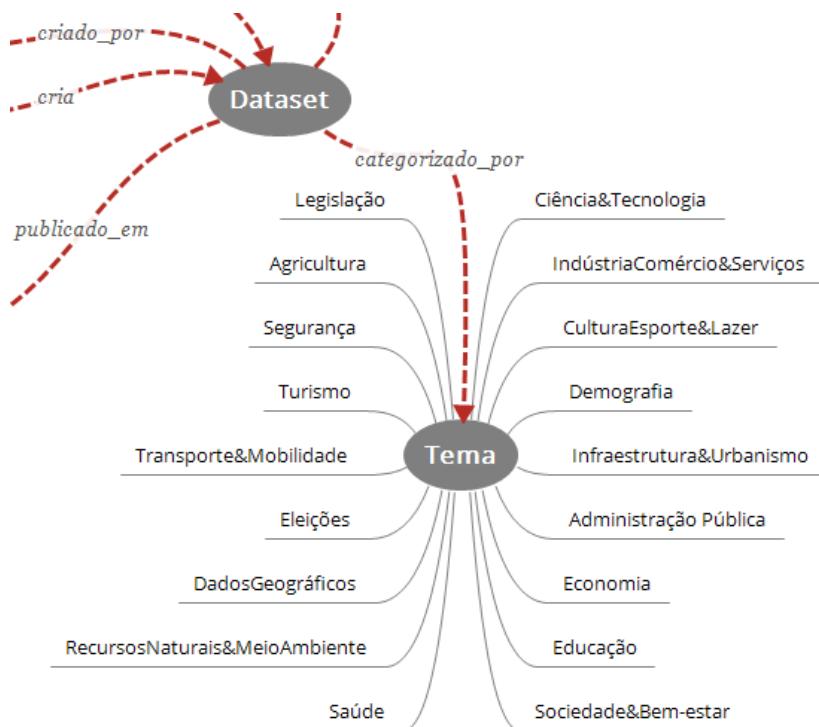


Figura 2. Temas elencados para Classificação dos *Datasets*

Por fim, foram organizadas as atividades que deveriam ser desempenhadas durante o processo de construção da OGDPub, ajustando-as ao tempo disponível para finalizar o projeto.

3.2. Fase de Reuso

Nesta fase foram identificados os recursos ontológicos já desenvolvidos que poderiam ser utilizados para compor a OGDPub (Suárez-Figueroa, 2010). Após buscas em repositórios e análises das ontologias existentes no contexto da OGDPub, foram definidas quatro ontologias que poderiam ter parte de seus recursos ontológicos utilizados para compor a OGDPub, sendo elas:

1. *VoID Vocabulary*;
2. *The Organization Ontology*²;
3. *Friend of a Friend* (FOAF)³;
4. *Simple Knowledge Organization System* (SKOS)⁴.

O *VoID Vocabulary* é um vocabulário composto por um conjunto de metadados para descrever *datasets*, especialmente aqueles disponibilizados em RDF. Os recursos ontológicos provenientes deste vocabulário permitem que um *dataset* seja descrito a partir de diversas propriedades, como: título, criador, descrição, data, entre outros. Através da *The Organization Ontology* foi possível descrever toda a estrutura

² <https://www.w3.org/TR/vocab-org/>

³ <http://xmlns.com/foaf/spec/>

⁴ <https://www.w3.org/TR/2008/WD-skos-reference-20080829/skos.html>

organizacional de um município, bem como identificar o servidor responsável pela publicação de um *dataset*, pensando na responsabilização do servidor e do município neste processo. A ontologia FOAF permitiu que fossem representados os indivíduos que estão vinculados a um município e que estão inseridos no processo de publicação de dados abertos. Por fim, a ontologia SKOS, permitiu representar o universo de publicação de dados abertos por município, como um todo, descrevendo termos específicos deste domínio.

3.3. Fase de *Design*

Nesta fase, as informações levantadas nas fases anteriores foram organizadas e estruturadas, resultando em um modelo informal ao nível de conhecimento, de acordo com o levantamento de requisitos realizado na Fase Inicial.

3.4. Fase de Implementação

Nesta fase a OGDPub foi efetivamente desenvolvida. Utilizando a ferramenta *NeOn Toolkit* e tendo como base o modelo informal resultante da fase anterior, os recursos ontológicos (levantados na Fase de Reuso) foram incorporados à OGDPub.

Também nesta fase foi utilizado o *plug-in LabelTranslator* para tornar a OGDPub multilíngue (Dzbor, 2009). Inicialmente as classes da ontologia foram implementadas em português, todavia, os recursos ontológicos importados de outras ontologias estavam implementados na língua inglesa. Dessa forma, foram utilizados *labels* (etiquetas) que adaptavam os nomes das classes aos dois idiomas, português e inglês.

É importante ressaltar que a OGDPub foi desenvolvida com o objetivo de atender a realidade dos municípios brasileiros, todavia a estrutura do Estado Brasileiro não é exclusiva do país. Outros países estão organizados de maneira igual ou semelhante, sendo compostos pela União, Distrito-Federal, Estados e Municípios. Dessa maneira, a OGDPub pode ser adaptada também à estas realidades, por isso torna-la multilíngue foi importante.

3.5. Fase de Manutenção

A manutenção em ontologias se dá a partir do momento em que são detectados erros ou falha no conhecimento implementado. Detectando alguma dessas realidades, a equipe de desenvolvimento deve retornar à fase de concepção da ontologia para rever o processo e atualizá-la (Suárez-Figueroa, Góméz-Pérrez & Fernandez-Lopez, 2012). Na OGDPub não foi realizada nenhuma manutenção, uma vez que ainda não foram identificados erros ou falhas no conhecimento implementado.

4. Considerações Finais

O presente artigo descreveu o processo de desenvolvimento da OGDPub, uma ontologia que objetiva a ampliação e promoção do uso de dados abertos governamentais produzidos por municípios brasileiros. A OGDPub possui três aspectos que permitem que seu objetivo seja atingido. O primeiro aspecto é o conjunto de metadados que a ontologia traz para que os *datasets* sejam descritos. Isto possibilita que, na *Web*, esses mesmos *datasets* possam ser encontrados com mais facilidade. O segundo aspecto é a

capacidade que a OGDPub tem de descrever a estrutura hierárquica de um município, desta maneira o cidadão pode saber de onde, exatamente, aquele *dataset* provém e quem é o responsável por sua publicação. Este aspecto permite também que o município e servidores sejam responsabilizados pelo conteúdo publicado. Por fim, o terceiro aspecto é o conjunto de temas que a OGDPub propõe para que os *datasets* sejam classificados. Isto faz com que, para o cidadão, os conteúdos publicados pelo município sejam comprehensíveis, utilizando uma linguagem acessível.

Os dados abertos governamentais produzidos por municípios podem ser aproveitados, se utilizados, para geração de negócio e produção de serviços inovadores para uso da sociedade em geral. Neste contexto é possível compreender a relevância da ontologia desenvolvida, uma vez que, no Brasil, a cultura de publicação de dados por municípios em formatos que possam ser reutilizados ainda não é bem difundida, tampouco existem iniciativas para fomentar o uso desses dados por cidadãos e pela sociedade em geral.

Para trabalhos futuros, a OGDPub será verificada através de cenários de uso. Nesta verificação serão elencados *datasets* de algum município brasileiro. A OGDPub será utilizada, então, para instanciá-los, permitindo que seja verificada se esta realmente consegue atender à necessidade dos municípios brasileiros no âmbito da publicação de dados abertos. Por fim, espera-se que a ontologia seja efetivamente implementada nos municípios.

Referências

- Attard, J., & Orlandi, F. (2016, January). Value Creation on Open Government Data. In *2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)* (pp. 2605-2614). IEEE.
- Dzbor, M. D5. 7.1 Plan for evaluating support for the NeOn methodology in the NeOn Toolkit.
- Gómez-Pérez, A., & Suárez-Figueroa, M. C. (2009). NeOn Methodology for Building Ontology Networks: a Scenario-based Methodology.
- Janssen, K. (2012). Open government data and the right to information: Opportunities and obstacles. *The Journal of Community Informatics*, 8(2).
- Janssen, M., Charalabidis, Y., & Zuiderwijk, A. (2012). Benefits, adoption barriers and myths of open data and open government. *Information Systems Management*, 29(4), 258-268.
- Meijer, A. J., Curtin, D., & Hillebrandt, M. (2012). Open government: connecting vision and voice. *International Review of Administrative Sciences*, 78(1), 10-29.
- Ohemeng, F. L., & Ofori-Adarkwa, K. (2015). One way traffic: The open data initiative project and the need for an effective demand side initiative in Ghana. *Government Information Quarterly*, 32(4), 419-428.
- Open Definition. Definição de conhecimento aberto [Internet]. [atualizado em 2014 set 14; citado em 2016 abr 05]. Disponível em: <<http://opendefinition.org/>>.

- Open Government Partnership (OGP). Open Government Partnership. [Internet]. [atualizado em 2011 jul 13; citado em 2016 maio 18]. Disponível em: <<http://www.opengovpartnership.org/>>.
- OpenSource. What is open government? [Internet]. [atualizado em 2014 maio 09; citado em 2016 abr 05]. Disponível em: <<https://opensource.com/resources/open-government>>.
- Salm Junior, J. F. (2012). *Padrão de projeto de ontologias para inclusão de referências do novo serviço público em plataformas de governo aberto* (Tese de Doutorado, Engenharia e Gestão do Conhecimento).
- Shadbolt, N., & O'Hara, K. (2013). Linked data in government. *IEEE Internet Computing, 17*(4), 72-77.
- Suárez-Figueroa, M. C. (2010). *NeOn Methodology for building ontology networks: specification, scheduling and reuse* (Tese de Doutorado, Informática).
- Suárez-Figueroa, M. C., Gómez-Pérez, A., & Fernandez-Lopez, M. (2012). The NeOn methodology for ontology engineering. In *Ontology engineering in a networked world* (pp. 9-34). Springer Berlin Heidelberg.
- Tauberer, J. Open Government Data. 2. ed. 2014. Livro eletrônico. Disponível em: <<https://opengovdata.io/>>. Acesso em: 29 ago. 2016.
- Yang, T. M., Lo, J., & Shiang, J. (2015). To open or not to open? Determinants of open government data. *Journal of Information Science, 41*(5), 596-612.
- Zancanaro, A. (2015). *Produção de recursos educacionais abertos com foco na disseminação do conhecimento: uma proposta de framework* (Tese de Doutorado, Engenharia e Gestão do Conhecimento).
- Zulkarnain, P. D. (2014, September). IntOGO: Inter-government open government model. In *ICT For Smart Society (ICISS), 2014 International Conference on* (pp. 139-144). IEEE.

Previsão de demanda de energia elétrica por classe de consumo utilizando série temporal e rede neural artificial

Elanio, F. Bezerra¹, Dias, C. Gustavo², Fabio, H. Pereira³

¹ Universidade Nove de Julho (PPGEP/ Mestrado e Doutorado – UNINOVE)
(Avenida Francisco Matarazzo, 612, Barra Funda – São Paulo (SP) – Brasil)

² Universidade Nove de Julho (PPGI/ Mestrado e Doutorado – UNINOVE)
(Avenida Francisco Matarazzo, 612, Barra Funda – São Paulo (SP) – Brasil)

³ Universidade Nove de Julho (PPGI/PPGEP/ Mestrado e Doutorado – UNINOVE)
(Avenida Francisco Matarazzo, 612, Barra Funda – São Paulo (SP) – Brasil)

elanio@uni9.pro.br, diascg@uni9.pro.br, fabiohp@uni9.pro.br

Resumo. *Este artigo apresenta uma metodologia de previsão de demanda de energia elétrica por classe de consumo de uma distribuidora, sabendo que a mesma precisa atender seus consumidores e comprar energia elétrica nos leilões regulados pela ANEEL. O trabalho consiste em prever a demanda de energia elétrica utilizando rede neural artificial e série temporal, tendo como entrada a receita de fornecimento, o número de unidades consumidoras e a tarifa média cobrada. Uma comparação entre a demanda real e a prevista é feita para avaliar a escolha das variáveis e da rede neural artificial na previsão de consumo da classe residencial. Os resultados mostram que a rede neural artificial encontrou um padrão nas três variáveis escolhidas e as mesmas, podem ser utilizadas pelas distribuidoras para auxiliar na previsão de demanda e na compra de energia elétrica em leilões.*

Abstract. *This paper presents a study of electricity demand forecast by consumer class of a distributor using artificial neural network, knowing that these need to buy energy at auctions regulated by ANEEL and serve their consumers. The study analyses how the revenue supply, number of consumption units and the average rate charged by a distributor in the Southeast region can predict demand of electricity using MLP network. A comparison between actual and expected demand is made to evaluate the choice of variables and the MLP network in the residential class consumption forecast. A comparison between demand forecast and actual demand is performed and the results show that the use of the MLP network in the forecast by consumption class has a good efficiency and can help the distributors in the forecast of demand and the purchase of electric energy in auctions.*

Áreas temáticas. *Previsão por demanda de energia, rede neural artificial, séries temporais.*

1. Introdução

O novo modelo que regulamenta a comercialização de energia elétrica no Brasil trouxe profundas mudanças na forma como é gerada, transmitida e distribuída à energia elétrica. A base do Decreto N° 5.163 de 30 de julho de 2004 propõe dentre as principais mudanças à criação do Ambiente de Contratação Regulado (ACR), na qual as distribuidoras têm a obrigações: atender a totalidade da sua demanda; reportar anualmente a previsão de consumo de energia elétrica ao Ministério de Minas e Energia (MME); e comprar energia elétrica por meio de leilões realizados pela Câmara e Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) e delegados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (CCEE, 2010; BRASIL, 2004).

Por esta razão, as distribuidoras devem acompanhar a evolução da carga e analisar o comportamento dos seus consumidores a curto, médio e longo prazo para servir como apoio em tomada de decisões na compra de energia elétrica nos leilões.

Segundo Oliveira (2012) e Andrade (2010), a previsão de demanda em curtíssimo prazo (intervalos são de menos de uma hora) e em curto prazo (intervalos de uma hora até vinte e quatro horas) são importantes porque servem para o gerenciamento da demanda de carga, disponibilidade maior de potência e também, como instrumento para avaliar se as usinas geradoras precisam de manutenção.

A previsão de médio prazo pode-se estender de alguns meses até um ano, enquanto a previsão de longo prazo está relacionada com previsões acima de um ano. Sendo essas duas previsões necessárias para verificar a necessidade de expansão do serviço de distribuição e geração de energia elétrica. (ANDRADE, 2010).

Inúmeros estudos vêm sendo propostos para as distribuidoras e geradoras atenderem o Decreto N° 5.163, aumentarem a capacidade de geração, manterem a modicidade tarifária e suas receitas. Para isso, diversas técnicas de séries temporais, tais como: modelos AR, MA, ARMA, ARIMA, ARCH, GARCH e técnicas que utilizam inteligência artificial, como: algoritmo genético, rede neural artificial (RNA), sistemas híbridos e diversas outras técnicas são utilizadas na busca da melhoria na previsão de demanda de energia elétrica.

Diante do exposto, este trabalho procurou prever a demanda de energia elétrica, com técnicas de séries temporais combinada com RNA, tendo como variáveis de entrada, informações públicas de 2003 a 2014 de receita de fornecimento, número de unidades consumidoras e tarifa de fornecimento de energia elétrica de uma distribuidora da região Sudeste.

O artigo está organizado da seguinte forma: seção 2 mostra uma revisão bibliografia com alguns resultados de trabalhos importantes na área de previsão de demanda, descreve o funcionamento de uma rede MLP com algoritmo *Backpropagation*, algumas técnicas em séries temporais e o critério de informação AKAIKE. A seção 3 descreve a metodologia utilizada para previsão de demanda. A seção 4 mostra os resultados obtidos da previsão para classe de consumo residencial e por último, na seção 5 é apresentado a conclusão do trabalho.

2. Revisão Bibliográfica

O novo modelo de comercialização de energia transformou o modo de compra e venda de energia elétrica no Brasil obrigando as distribuidoras a comprar energia elétrica nos

leilões e reportar anualmente a sua demanda para a ANEEL. Desta forma, a previsão de consumo de energia para as distribuidoras se tornou um processo essencial para atender a sua demanda e não serem penalizadas por subcontratação ou sobrecontratação de energia elétrica.

Campos (2008) retratou sobre a importância da previsão de energia elétrica descrevendo que as empresas distribuidoras têm a obrigação de reportar anualmente a previsão de consumo de energia elétrica com uma margem de erro de 3% ao Ministério de Minas e Energia (MME).

A demanda de energia elétrica está fundamentada na quantidade de energia utilizada por classe de consumo em que realmente é ofertada. A tarifa média da classe, renda per capita da classe residencial, produto do setor comercial, industrial, estoque de aparelhos e o preço de um bem substituto do setor industrial influenciam na demanda por energia elétrica (IRFFI, GUILHERME et. AL, 2009).

Uma previsão de demanda de energia elétrica para 12 e 60 meses para uma cidade da Inglaterra e de Minas Gerais foram propostas por Campos (2008) utilizando modelos autoregressivo integrado de média móvel (ARIMA), não-linear autoregressivo integrado de média móvel (NARIMA), rede neuro-fuzzy (RNF) e RNA. Os resultados foram comparados através dos índices de desempenho MPE, MAPE e RMSE. A rede RNA se mostrou mais eficiente, com MPE de 0,204, MAPE de 2,383, RMSE de 0,364 para a cidade da Inglaterra e um MPE de 0,361, MAPE de 1,5 e RMSE de 0,313 para a cidade de Minas Gerais.

Rodrigues (2009) desenvolveu um método de previsão de preços no mercado spot por patamar de carga para as regiões sul, sudeste, norte e nordeste utilizando RNA. Para realizar tal trabalho, foram utilizadas variáveis de demanda de energia, regime de chuvas e clima, fator de capacidade, equilíbrio da economia, especificação dos leilões, entre outras variáveis. Foram calculados erro absoluto, erro médio relativo, erro máximo relativo, desvio padrão e erro máximo absoluto, chegando a índices de acertos de 94%, 98% e 90% para os patamares leve, médio e pesado respectivamente como pode ser visto na tabela 1.

Tabela 1 – Resultados da rede neural por patamar

Patamar	Preço Semanas (qtd)	Erro absoluto (qtd)	Erro médio relativo (%)	Erro máximo absoluto	Erro máximo relativo	Desvio padrão
Leve	435	20	5%	4	21%	0,34
Médio	435	11	3%	2	14%	0,21
Pesado	435	53	12%	10	14%	0,65

O trabalho de Oliveira (2012) propôs uma previsão de demanda elétrica em curto prazo no mercado spot, permitindo flexibilidade das transações entre a geração e contratação de energia elétrica. Utilizando um sistema híbrido ARTFuzzy para classificar as cargas em categorias de forma binária e gerar dados de entrada para rede MLP com algoritmo *Backpropagation* para prever a demanda elétrica. Para verificar a precisão da previsão foi comparado o erro médio percentual absoluto (MAPE) com o erro máximo, na qual foram obtidos 2,17 e 9,02 respectivamente.

Por último, IRFFI, Guilherme et.AL, (2009) estimaram a demanda por energia elétrica para as classes residencial, comercial e industrial na região Nordeste do Brasil utilizando a técnica DOLS (estima coeficientes mais robustos a pequenas amostras) e a técnica Mudança de Regime (determina a data e a maneira que aconteceu alguma mudança de regime em longo prazo). Os resultados podem ser observados na tabela 2, onde é possível notar a eficiência das técnicas quando comparadas com consumo real.

Tabela 2- Resultados da Previsão com DOLS e Mudança de Regime

Classe de consumo	Consumo real (TWh)			DOLS (TWh)			Mudança de Regime (TWh)		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
Residencial	11,580	12,264	12,776	11,950	12,670	13.67	11,950	12,6	13,03
Comercial	6,589	7,033	7,283	6,360	6,680	7,010	6,470	6,79	7,13
Industrial	25,707	26,290	27,154	25,500	26,780	28,120	25,770	27,06	28,42

2.1. Redes Neurais Artificiais

A rede MLP desenvolvida por Rumelhart (1986) é constituída por camadas de entrada, oculta, saída e funciona através de um conjunto de nós (neurônios). As camadas de entrada distribuem os valores de entrada para os neurônios da primeira camada, as camadas ocultas são responsáveis pela extração de características de dados e a camada de saída é responsável por apresentar as respostas.

Os neurônios têm a função de desenvolver a soma ponderada dos sinais de entrada aplicando uma função de ativação para definir os valores de saída, procurando extrair padrões de entrada de forma progressiva. A função de ativação deve fazer o processamento em cada neurônio, sendo que uma função geralmente adotada em redes MLP é a função sigmoide, por causa das características da sua curva.

O algoritmo de treinamento da rede *Backpropagation* tem sido muito utilizado por causa da sua rápida aprendizagem e convergência confiável. Ele se baseia na regra de aprendizagem por correção de erro e consiste de dois passos, um passo para frente (propagação), em que um vetor de entrada é aplicado aos nós; e um passo para trás, em que os pesos sinápticos são ajustados com a regra de correção de erro. O erro é retro-propagado da camada de saída para cada elemento da camada intermediária anterior, que contribui diretamente para a formação da saída (HAYKIN, 2007).

A figura 1 mostra a arquitetura de uma rede MLP com a camada de entrada, duas camadas ocultas e uma camada de saída.

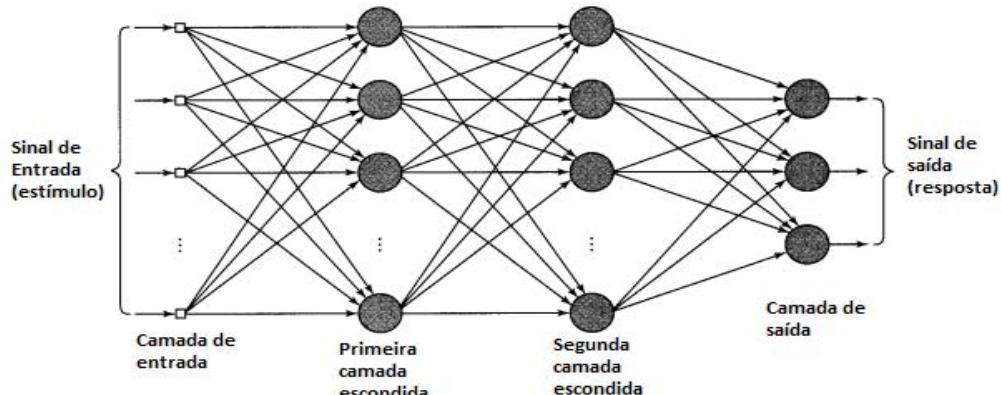


Figura 1 – Arquitetura de uma rede MLP com duas camadas ocultas

Fonte: HAYKIN, 2007, p. 186

2.2. Séries Temporais

Uma série temporal, segundo Morettin e Toloi (2006), pode ser descrita como um conjunto de observações ordenadas no tempo, tais como: valores diários de poluição na cidade de São Paulo, valores mensais de temperatura em uma determinada cidade, índices diários da bolsa de valores, consumo mensal de energia de uma determinada distribuidora, entre outras. Possui diversas finalidades, tais como: investigar o mecanismo gerador da série temporal, fazer previsões de valores futuros da série, descrever apenas o comportamento da série ou procurar periodicidade relevante nos dados.

Em um processo estocástico, há um conjunto de variáveis aleatórias ordenadas no tempo e pode existir uma série estacionária, na qual o processo estocástico Z_t possui propriedades estatísticas de qualquer sequência finita z_1, z_2, \dots, z_k de componentes de Z_t , que são semelhantes às sequências $z_1+h, z_2+h, \dots, z_k+h$ para qualquer número inteiro h , ou seja, este tipo de série temporal se desenvolve no tempo de forma aleatória ao redor de uma média constante. Já a série não estacionária, as componentes Z_t são diferentes das sequências $z_1+h, z_2+h, \dots, z_k+h$ para ao menos um número inteiro h , na qual podem apresentar tendência ou sazonalidade (MORETTIN; TOLOI, 2006;2010).

Na série temporal com tendência, os elementos em longo prazo estão relacionados com a série de tempo, o valor Y_t é a soma de três componentes não observáveis Z_t , subtraído de T_t , como segue: $Y_t = Z_t - T_t$.

Quando uma série Z_t estimada se repete a cada período idêntico de tempo, tem-se a sazonalidade que infere todos os efeitos que não foram integrados pela série de tempo através dos três componentes T_t , S_t e a_t , em que S_t é a componente sazonal, ou seja, a sazonalidade trata com fenômenos que ocorrem durante o tempo que se repete a cada período idêntico de tempo (MORETTIN e TOLOI, 2006).

Dentre as técnicas utilizadas em séries temporais existem os modelos que fazem parte de processo estacionário, tais como: modelos autoregressivos AR(1), AR(2), modelos de média móvel, MA(1), MA(2), modelos autoregressivos integrado de média móvel (ARIMA), sendo que estas técnicas não são adequadas para representar modelos com variância condicional evoluindo no tempo, para isso, utiliza-se os modelos não-lineares,

tais como: modelo autorregressivo para a heteroscedasticidade condicional (ARCH) e autorregressivo para a heteroscedasticidade condicional generalizado (GARCH), que descreve a volatilidade de dados como o modelo ARCH, porém com menos parâmetros.

2.3. Critérios de informação AKAIKE

O critério de informação AKAIKE (AIC) foi criado pelo estatístico japonês Hirotugu Akaike (1973) e está fundamentado na teoria da informação. Diminui a distância de Kullback-Leibler (K-L) que é uma medida da distância entre o modelo verdadeiro e um modelo estatístico para seleção dos modelos. De acordo com Morettin e Toloi (2006) quanto menor o valor de AIC, melhor será o ajuste do modelo.

3. Metodologia

Para prever a demanda de energia elétrica por classe de consumo, foi utilizado como entrada e saída para o modelo dados históricos de receita de fornecimento de energia, número de unidades consumidoras, tarifa média de fornecimento e consumo de energia elétrica retiradas da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

A escolha da rede MLP com algoritmo *Backpropagation* para a previsão de demanda de energia elétrica se deu pelo fato de poder trabalhar com diversos tipos de variáveis e, principalmente pelo seu poder de generalização perante as variações na entrada.

Com auxílio do software Matlab 2015 a rede MLP foi treinada com o algoritmo Levenberg Marquardt, duas camadas ocultas, uma camada de saída, trinta e dois neurônios para a primeira camada, vinte e dois neurônios para a segunda camada e um neurônio para a camada de saída. O número de iterações máximas e meta de desempenho de treinamento da rede foram utilizados como critério de parada.

Com a rede treinada foi utilizado o Simulink, com intuito de facilitar a variação das entradas para obter a saída. Para isso, foi criado um bloco da rede neural treinada através do comando gensim (net,-1) e blocos para variar os valores de entrada como pode ser visto na figura 2.

Com foram inseridos valores mensais das entradas para os doze meses de 2015 e cinco meses de 2016, observando os valores de demanda de energia elétrica previstos pela RNA e comparando com os valores reais consumidos para esta classe de consumo.

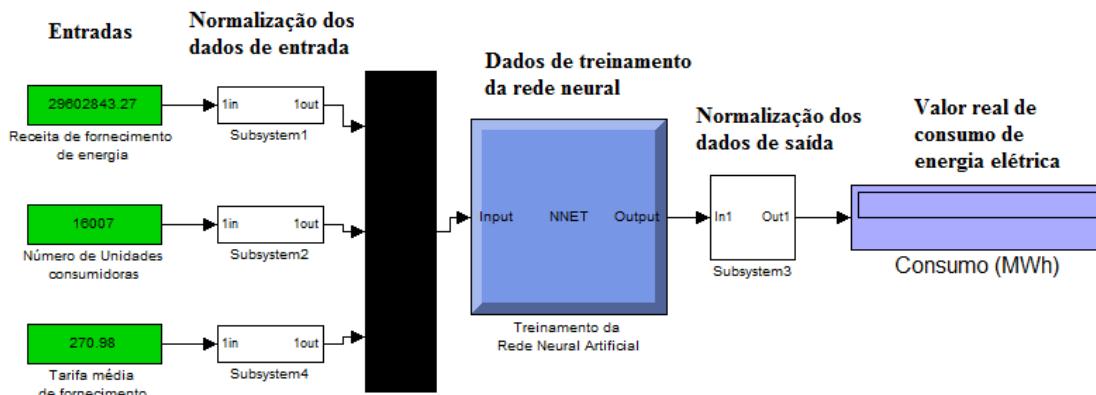


Figura 2 – Modelo de previsão de demanda

Para fazer a previsão de demanda de energia elétrica para os anos de 2017, 2018 e 2019 de forma mensal foi utilizada série temporal para prever as três variáveis de entrada e a demanda de energia através do software @Risk da Palisade, que trabalha com as técnicas AR(1), AR(2), MA(1), MA(2), ARIMA, ARCH, GARCH e escolhe a melhor técnica por meio do critério de informação AIC.

4. Resultados

Com 1000 iterações, foi obtido um erro médio quadrático de 8,11E-10 e R =1 para o teste de regressão para o treinamento da rede. A figura 3 mostra a curva de demanda de energia real e prevista da classe residencial para os anos de 2015 e os cinco primeiros meses de 2016. É possível notar que a RNA não só aprendeu o comportamento das três entradas, acompanhando a curva de demanda, mas também conseguiu generalizar a ponto de prever valores de demanda muito próximos do real.

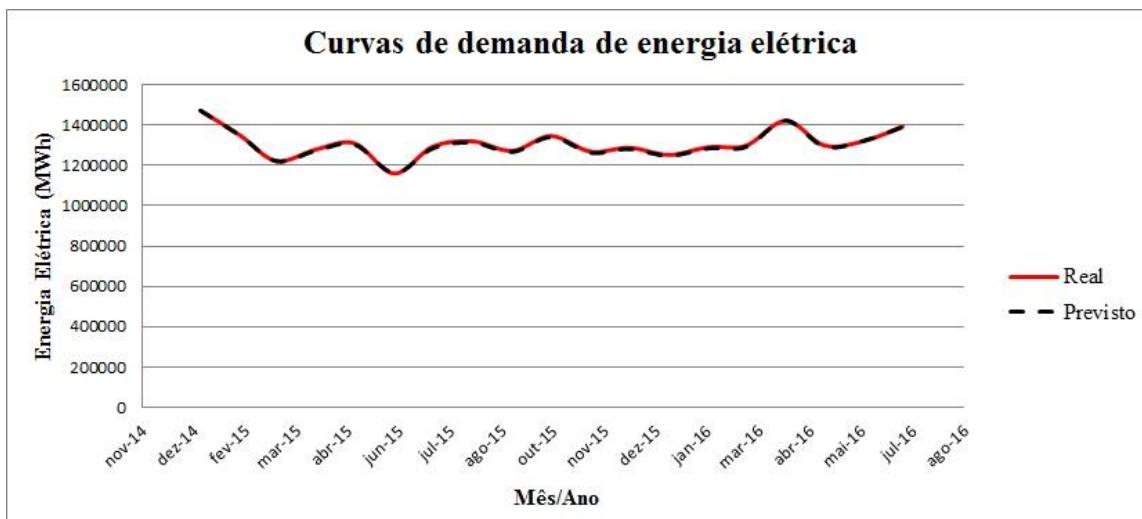


Figura 3 – Demanda de energia real e prevista para 2015 e 2016

A correlação das variáveis de entrada e saída podem ser observadas na tabela 2, na qual é possível notar que a receita de fornecimento de energia tem maior impacto na demanda de energia elétrica.

Tabela 1 – Correlação das variáveis

Correlação	Receita de Fornecimento de Energia Elétrica	Nº de Unidades Consumidoras	Tarifa Média de Fornecimento	Demanda de energia
Receita de Fornecimento de Energia Elétrica	1,000	-	-	-
Nº de Unidades Consumidoras	0,289	1,000	-	-
Tarifa Média de Fornecimento	0,045	0,395	1,000	-
Demanda de energia	0,600	-0,069	-0,137	1,000

Foi possível extrapolar a previsão de demanda em longo prazo (três anos) e demonstrar a curva de demanda com as três variáveis de entrada prevista. Por não ter valores reais de demanda para estes três anos, foi realizado previsão de demanda com série temporal para comparar com a previsão por RNA.

Nota-se pela Figura 4 que a previsão com série temporal por utilizar apenas os dados históricos da demanda de energia, faz previsão apenas com base nesses dados, enquanto RNA pode aprender o comportamento das variáveis de entrada, saída e possui a capacidade de generalização, oferecendo previsões mais precisas.

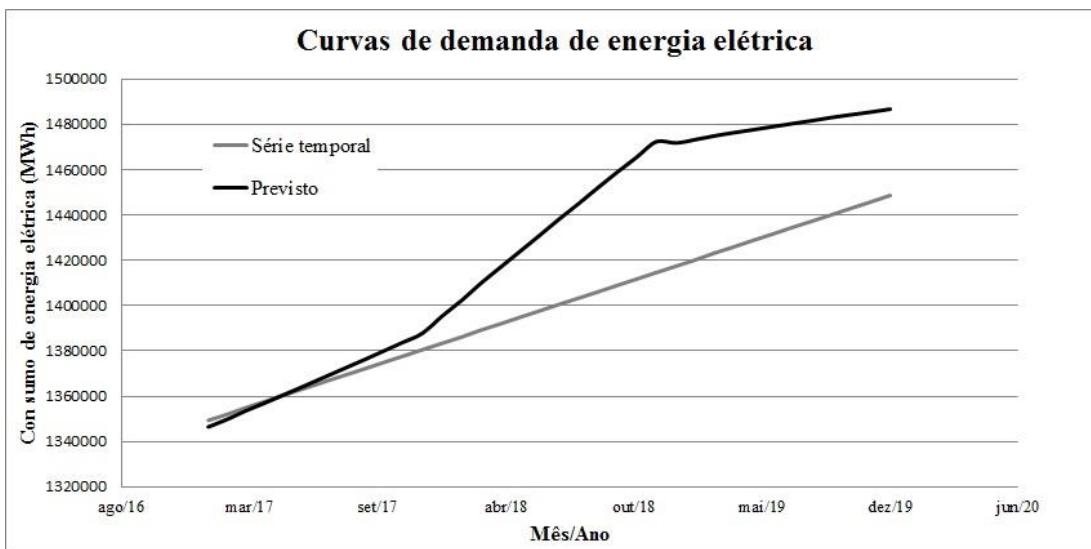


Figura 4 – Comparação da demanda de energia para classe de consumo residencial (2017 a 2019)

5. Conclusão

Este trabalho apresentou uma metodologia de previsão de demanda de energia por classe de consumo utilizando variáveis históricas de receita de consumo, número de unidades consumidoras e tarifa média cobrada por uma distribuidora da região sudeste. Como há dados históricos de demanda reais da distribuidora do ano de 2015 e parte do ano de 2016, foi possível comparar os resultados obtidos através da rede MLP com algoritmo *Backpropagation*. Com isso, nota-se que a previsão além chegar a valores mensais muito próximos do real, acompanha a curva de demanda para os dois anos.

No que diz respeito à escolha das variáveis, as mesmas podem servir como apoio em tomadas de decisões e ajudar a acompanhar a evolução da receita de fornecimento, número de unidades consumidoras, tarifa média de fornecimento, demanda de energia para cada classe de consumo. Assim, a distribuidora pode acompanhar a evolução de demanda de energia por classe de consumo e determinar valores de compra de energia elétrica nos leilões.

O trabalho pode ser empregado pelas geradoras que precisam acompanhar o comportamento de demanda de energia elétrica das distribuidoras para saber se conseguirão cumprir com os contratos feitos nos leilões.

5. Referências

- ALTRAN, A. B. Sistema inteligente para previsão de carga multinodal em sistemas elétricos de potência. 2010. 87 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Ilha Solteira, 2010.
- ANDRADE, L. C. M. Abordagem Neurofuzzy para previsão de demanda de energia elétrica no curtíssimo prazo. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- BRASIL. Decreto nº 5163 de 30 de julho de 2004. Regulamenta a comercialização de energia elétrica e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 13 maio. 2016.
- CAMPOS, R. Júnior. Previsão de séries temporais com aplicações a séries de consumo de energia elétrica. 2008. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Minas Gerais UFMG, Belo Horizonte, BH. 2008.
- HAYKIN, Simon. Redes Neurais: Princípios e Práticas. 2 ed, 900p., 2007.
- MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. Análise de séries temporais. Ed. Edgard Blucher, São Paulo, 2006.
- OLIVEIRA, C. M. Previsão de cargas elétricas através de uma rede neural híbrida back-art fuzzy. 74 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2012.
- RODRIGUES, A. L. Redes Neurais artificiais aplicadas na previsão de preços do mercado spot de energia elétrica. 179 f. Dissertação (Mestrado em Energia). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- IRFFI, Guilherme et al. Previsão da demanda por energia elétrica para classes de consumo na região Nordeste, usando OLS dinâmico e mudança de regime. Economia Aplicada, v. 13, n. 1, p. 69-98, 2009.

Modelagem Preditiva de Riscos de Acidentes do Trabalho, uma Aplicação da Regressão de Poisson

Safety Accidents Risk Modelling Applying the Poisson Regression

Domingos M. R. Napolitano¹, Ricardo Pinto Ferreira², Renato José Sassi³

^{1, 2, 3} Universidade Nove de Julho (Informática/PPGI – UNINOVE)
Avenida Francisco Matarazzo, 612, Água Branca, São Paulo/SP – Brasil

Domingos.napolitano@gmail.com 1, kasparov@uni9.pro.br 2,
sassi@uni9.pro.br 3

Resumo. *Prevenir acidentes é uma constante preocupação para gerentes de projetos na área de construção. Deste modo, quantificar os riscos de acidentes é uma tarefa relevante, sobretudo quando envolvem variáveis que podem ser gerenciadas suportando a tomada de decisão. O objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo para a previsão de acidentes. Para tanto se analisou uma base de dados de acidentes e características organizacionais de 46 empresas, prestadoras de serviços no setor de infraestrutura, no período de 2007 a 2015, utilizando como técnica de análise a regressão linear e de Poisson, para os dados de contagem. Como resultado obteve-se um modelo probabilístico de risco que relaciona os processos e o desempenho de segurança para a quantificação do risco de acidentes. Com base no modelo proposto um gerente de projetos pode tomar decisões sobre a sua carteira de contratadas.*

Abstract. *Preventing accidents is a constant concern for project managers in the construction area. Thus, quantifying the risk of accidents is an important task, especially when they involve variables that can support the decision making. The objective of this work is to develop a model for the prediction of accidents. For this purpose, a database of accidents and organizational characteristics of 46 companies, service providers in the infrastructure sector, was analyzed during the period from 2007 to 2015, using Poisson and linear regression analysis techniques for the counting data. As a result we obtained a probabilistic risk model that relates the processes and safety performance to quantify the risk of accidents. Based on the model proposed a project manager can make decisions about their contracted portfolio.*

**Técnicas de avaliação de riscos, Ferramentas de apoio à decisão,
Inteligência analítica.**

1. Introdução

A gestão de riscos de acidentes é um processo importante em projetos de construção. Mesmo existindo ferramentas qualitativas para a prevenção de acidentes, o uso de modelos probabilísticos pode contribuir para a análise quantitativa do risco de acidentes, baseado em variáveis características de cada organização, como o desempenho de segurança e os processos de gestão de riscos. Deste modo, o gerente de projetos pode tomar decisões visando atingir o nível de risco desejado para o projeto.

Assim o objetivo desta pesquisa é de desenvolver um modelo para previsão de acidente com base em características organizacionais.

A própria organização pode contribuir para ocorrência de acidentes, por meio de decisões que implicam em práticas que levam a eventos graves. Se há negligência com a segurança, caminha-se para a catástrofe. Por outro lado, se dentro de um sistema produtivo os níveis de produção não evoluem e por conta de proteção em excesso, a empresa caminha para o fracasso (Reason, 1997). Deste modo, a possibilidade de modelar o risco de acidentes contribui para melhores decisões do gerente do projeto, de modo a garantir níveis de produção e segurança adequados aos riscos que está disposto a assumir.

Eventos discretos podem ser modelados por meio da regressão de Poisson, que permite ajustar a frequência de ocorrência de eventos num dado período de tempo, tendo como variáveis independentes características que se deseja relacionar aos eventos analisados (Cameron e Trivedi, 2013).

Para o desenvolvimento do modelo analisou-se uma base de dados envolvendo a ocorrência de acidentes, a quantidade de homens hora trabalhada em cada organização observada, dados referentes a inspeções de campo e os resultados de auditorias de processos de segurança. Tais dados foram consolidados num modelo causal que estabelece a relação entre todas as variáveis estudadas.

2. Referencial Teórico

A complexidade em projetos de construção é uma dimensão que impacta em diversos processos de gestão, exigindo do gerente de projetos grandes esforços no sentido de integração, comunicação e controle de modo a garantir que as metas e objetivos sejam atingidos. Podem ser estabelecidas boas práticas de segurança e processos para gestão dos riscos de projetos que objetivam a identificação, análise qualitativa, quantitativa, monitoramento e respostas aos riscos (PMI, 2007).

Neste sentido acidentes também são riscos, que podem impactar não só na saúde e integridade física dos trabalhadores, mas na sobrevivência da empresa de um modo geral (Reason, 1997).

Deste modo métodos que possam mensurar os riscos de acidentes na construção permitem ao gerente de projetos a tomar melhores decisões com relação às alternativas para tratar estes riscos, que muitas vezes são motivados por questões internas da própria organização (Reason, 1997).

Assim as falhas organizacionais estão presentes na origem de grandes acidentes e manifestam-se em incidentes menores, como lesões e danos de pequeno porte, resultados de práticas de gestão insuficientes e um baixo desempenho na proteção dos executantes das atividades. Deste modo, as organizações podem aprimorar seus processos na gestão de riscos sem a necessidade de passarem por acidentes de grandes proporções (Reason, 1997).

O gerenciamento de risco da segurança em projetos envolve todos os processos desenvolvidos pelos patrocinadores e pela organização executora dos projetos no sentido de determinar políticas, objetivos e responsabilidades, de modo que o seu planejamento e execução contemplam a prevenção de acidentes (PMI, 2007).

A competência de uma organização é caracterizada pela a melhoria contínua e por resultados cada vez melhores. Sob o ponto de vista estrutural a competência é uma resultante de duas variáveis, o processo de gestão e o respectivo desempenho (Drejer, 2001). Deste modo quanto maior a competência na gestão de riscos de acidente, menor será a sua frequência.

Com o objetivo de identificar como é esta estrutura da competência, verificou-se que parte das pesquisas analisadas propõe processos, como por exemplo, Teo, Ling e Chong (2005), Cheng, Ng e Skidmore (2005) e Saurin (1995), de modo a auxiliar na condução segura de projetos, aplicando adequados processos para gestão de riscos. Dentro deste contexto a medição de desempenho, utilizando inspeções como instrumento para a coleta de dados e controle da segurança é abordada por pesquisadores como Laitinen e Ruohomäki (1996) verificaram que ações de intervenção sistemáticas nas atividades lograram melhorias no desempenho de segurança nas obras e demonstraram sua evolução em diferentes projetos por meio dos dados de inspeção. Considerando os dois conceitos desempenho e processo, Napolitano e Rabechini Jr. (2012) mensuraram estas duas componentes em projetos de construção realizando uma avaliação qualitativa da competência. Ao estudar sua variação ao longo de um período de dois anos, foi possível compreender a evolução da competência e sua influência nos riscos de acidentes de projetos.

3. Procedimentos Metodológicos

Foi utilizada uma base de dados relativos a incidentes, inspeções e auditorias de segurança em 46 empresas, no período de 2007 a 2015, todas prestadoras de serviços de construção para uma grande empresa do setor de infraestrutura, que procura padronizar as práticas de gestão de segurança entre suas contratadas, num total de 163 observações, incluindo a mensuração do desempenho de segurança e de seus processos de cada uma das empresas que prestaram serviços no período estudado.

Os dados obtidos foram organizados em um banco de dados que foi analisado na plataforma estatística GRETL. Em primeiro lugar foi analisada a relação da variável independente *Media_Processo* com o variável dependente *Media_Desempenho*. A técnica de regressão linear, possibilita determinar a relação entre duas variáveis, resultando num modelo representado pela equação $y_i = \alpha_0 + \alpha x_i$ onde y_i é o desempenho da i -ésima empresa e x_i é o processo da i -ésima empresa.

A segunda análise foi feita procurando estabelecer as relações entre o desempenho, processo e a ocorrência de eventos de risco, os acidentes. Dado a natureza discreta dos eventos, é recomendada a utilização de análise de regressão de Poisson, adequada para dados de contagem como a ocorrência de acidentes (McCollough e Nelder, 1989). A distribuição de Poisson é um razoável modelo para dados de contagem ou que envolvem frequência de eventos, como no caso dos eventos de riscos observados (Cameron e Trivedi, 2013). Deste modo a distribuição de Poisson para uma série de observações de uma variável dependente y_i e de um grupo de n variáveis independentes x_{ni} tem a função de ligação, representada na Equação 1:

$$E(Y = y_i) = \lambda_i = \eta_i e^{\beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \dots + \beta_n x_{ni}} \quad (1)$$

onde λ_i é o valor esperado da distribuição de Poisson dado um grupo de variáveis independentes $x_{ni} = 0, 1, 2, 3, \dots$ e β_n que são os fatores de ajuste do modelo. Deste modo, segundo esses autores dado um grupo de previsores x_{ni} é possível afirmar que λ_i é a média de eventos de risco na i -ésima empresa e y_i é o seu desempenho. A variável de deslocamento é η_i , que é um multiplicador no caso o número de homens hora trabalhadas pela i -ésima empresa, y_i . E x_{ni} são os previsores da contagem de eventos λ_i e β as constantes de regressão.

Deste modo formularam-se as seguintes hipóteses de pesquisa:

H1 - Os resultados de processos de gestão de riscos de segurança (Media_Processo) influenciam o desempenho de campo (Media_Desempenho).

H2 - O desempenho de campo (Media_Desempenho) influencia o risco de ocorrência de acidentes (Eventos_Graves).

4. Apresentação dos Resultados

Em primeiro lugar apresentam-se os dados a serem utilizados no modelo, começando por uma avaliação de sua evolução ao longo do período de observação. Na Figura 1 apresentam-se a evolução e a distribuição e frequências da variável dependente Eventos_Graves, que descreve para cada um dos sujeitos observados a ocorrência de acidentes com perda de tempo ou com alto potencial para graves consequências.

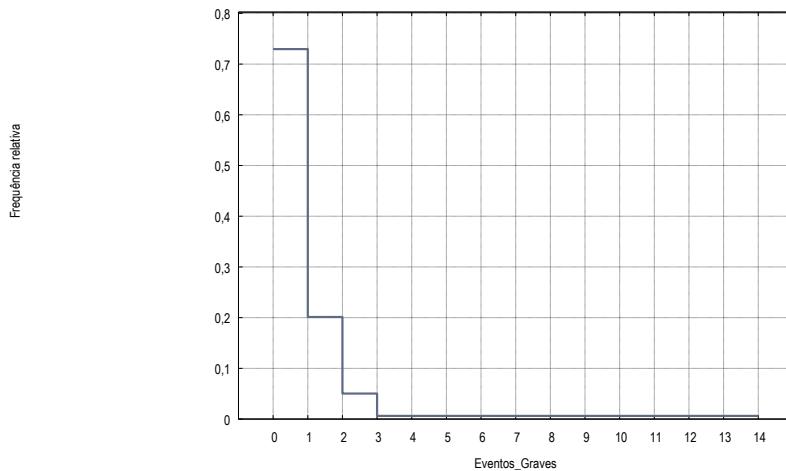


Figura 1 - Distribuição de Frequência de Eventos_Graves

Na Figura 2 pode ser observada a sequência dos Eventos Graves ao longo do tempo de observação e a tendência de quedas.

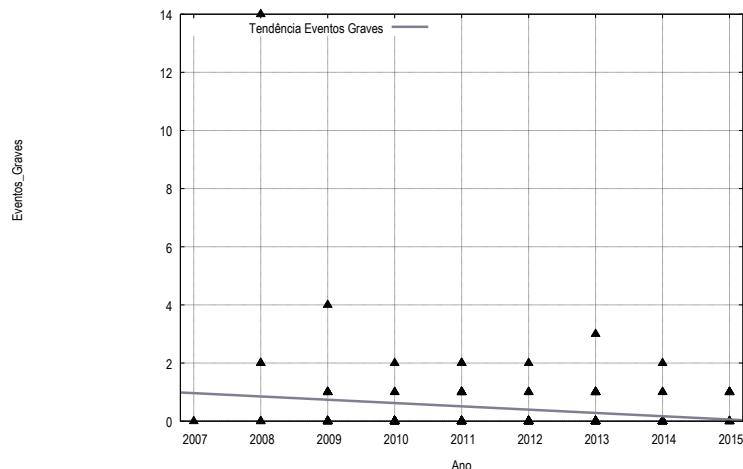


Figura 2 - Evolução ao longo do tempo de Eventos_Graves

A variável que mede o processo (Media_Processo) apresentou uma evolução ao longo do tempo com uma respectiva diminuição da dispersão, como se observa na Figura 3.

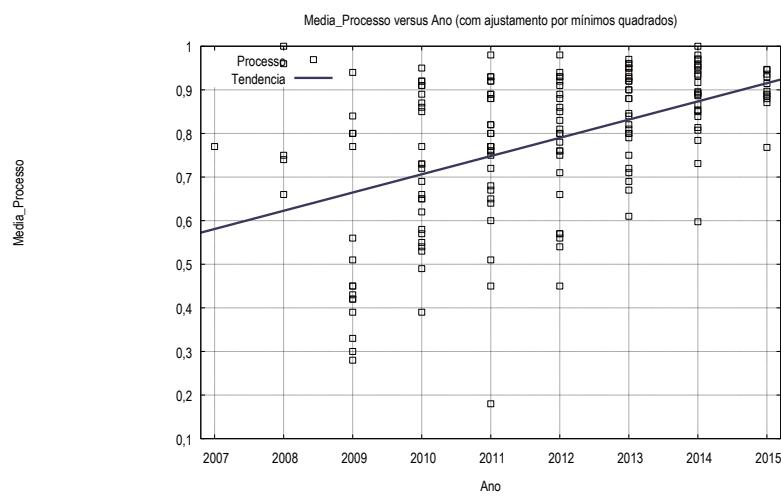


Figura 3 - Evolução ao longo do tempo de Media_Processo.

Do mesmo modo a Figura 4 demonstra a evolução da variável que mede o desempenho (Media_Desempenho).

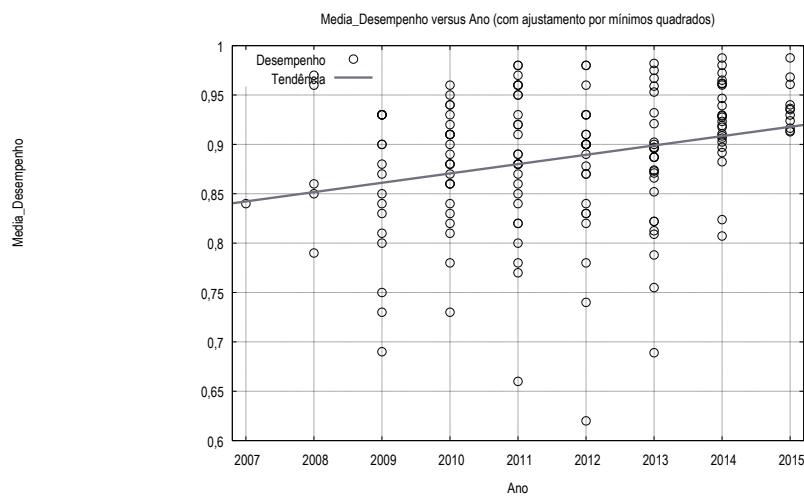


Figura 4 - Evolução da variável Media_Desempenho

Inicialmente foi realizada a análise de regressão linear entre as variáveis Media_Processo e Media_Desempenho, cujos resultados são previstos na Tabela 1, que revela uma relação estatisticamente significante entre processo e desempenho, suportando a hipótese H1 de que quanto melhor o resultado de processo, melhor será o desempenho.

Tabela 1 – Mínimos Quadrados Ordinários, Variável dependente: Media_Desempenho

	Coeficiente	Erro Padrão	razão-t	p-valor	
const	0,761234	0,0228032	33,3828	<0,0001	***
Media_Processo	0,161369	0,0286272	5,6369	<0,0001	***
Média var. dependente	0,886795	D.P. var. dependente		0,067966	
Soma resíd. quadrados	0,624984	E.P. da regressão		0,062305	
R-quadrado	0,164829	R-quadrado ajustado		0,159642	
F(1, 161)	31,77488	P-valor(F)		7,58e-08	
Log da verossimilhança	222,1610	Critério de Akaike		-440,3220	
Critério de Schwarz	-434,1345	Critério Hannan-Quinn		-437,8100	

A segunda hipótese, relativa a dados de frequência demanda por um processo de regressão de Poisson, de modo que se retorne a média de uma distribuição e Poisson, relativa a frequência de acidentes. Os dados relativos ao modelo de regressão são apresentados na Tabela 2, a seguir.

Tabela 2 - Modelo Poisson, Variável dependente: Eventos_Graves

	Coeficiente	Erro Padrão	z	p-valor	
const	5,54339	1,54835	3,5802	0,0003	***
Media_Desempenho	-6,16865	1,78315	-3,4594	0,0005	***
Média var. dependente	0,433962	D.P. var. dependente		1,270544	
Soma resíd. Quadrados	250,4561	E.P. da regressão		1,263037	
R-quadrado de McFadden	0,032472	R-quadrado ajustado		0,019847	
Log da verossimilhança	-153,2690	Critério de Akaike		310,5379	
Critério de Schwarz	316,6757	Critério Hannan-Quinn		313,0304	

Com os resultados observados nos modelos de regressão linear e de regressão de Poisson, pode-se observar que há uma cadeia de influências que parecem corroborar com os pontos observados no referencial teórico, onde processo e desempenho tem uma relação com a redução no número de acidentes, sendo que processo exerce um efeito indireto.

Assim obtiveram-se dois modelos de regressão, o primeiro que relaciona processo (Media_Processo) e desempenho (Media_Desempenho) e o segundo que relaciona desempenho com a ocorrência de eventos graves (Eventos_Graves). As Equações 2 e 3 representam matematicamente estes modelos.

$$Media_{Desempenho} = 0,15 \times Media_{Processo} + 0,76 \quad (2)$$

$$Eventos_{Graves} = HomensHora \times e^{-6,17 \times Media_{Desempenho} + 5,54} \quad (3)$$

As equações permitem estabelecer o valor mais provável de frequência de eventos graves, tendo como base variáveis observáveis, que podem ser obtidas com base em auditorias e inspeções.

A capacidade preditiva do modelo pode ser observada na Figura 5 onde o valor efetivo é comparado ao ajustado, observa-se que na regressão de Poisson o resultado é a média de

uma distribuição de Poisson, ou seja, o valor efetivo deve estar dentro da curva de distribuição.

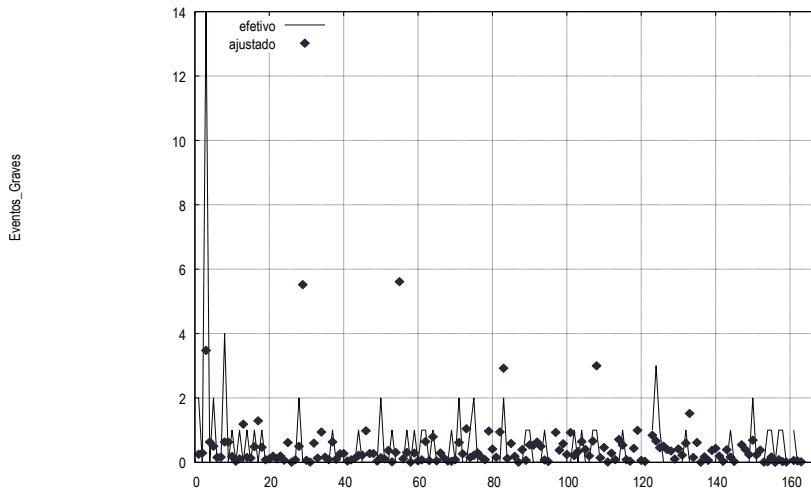


Figura 5 – Comparativo entre Efetivo vs Ajustado do modelo de Poisson gerado

Por fim na Figura 6 são apresentadas as curvas de distribuição para cada ano trabalhado considerando as horas reais e os resultados de desempenho observados, determinando a curva de risco ano a ano.

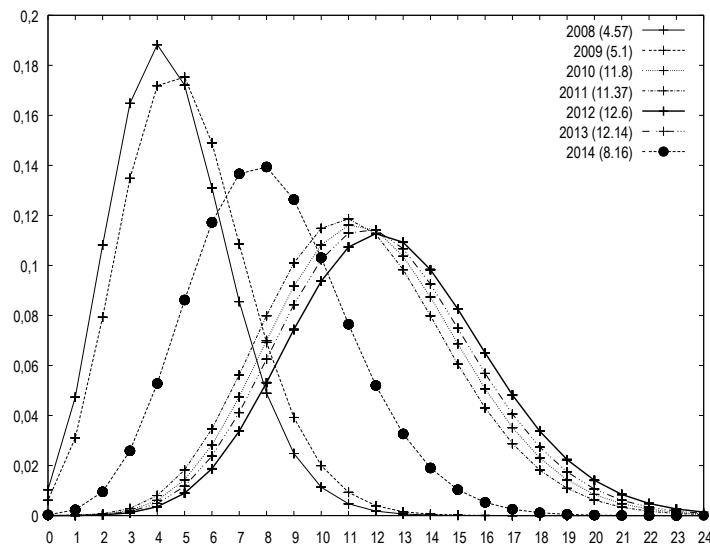


Figura 6 - Curvas de distribuição de probabilidades esperadas para cada ano.

5. Conclusões

Foi obtido um modelo capaz de realizar previsões da frequência de acidentes, com base nas características de cada organização, dando suporte as hipóteses de pesquisa.

Tal modelo de análise confirmou o que foi verificado no referencial pesquisado em particular de que a competência, como a resultante de processos e de desempenho influência na frequência de acidentes.

Com base no modelo estudado é possível mensurar o risco de acidentes de uma empresa contratada, com base em características observáveis, principalmente seu desempenho no campo, seus processos de gestão e ainda estimar a frequência esperada de acidentes com base na quantidade de homens horas planejados para executar o trabalho, bem como proposições de ações visando a melhoria dos processos, impactando no desempenho de campo.

Para estudos futuros pretende-se utilizar técnicas de inteligência computacional, com o objetivo de comparar os modelos obtidos. A técnica empregada neste trabalho pode ser aplicada a outras amostras no sentido de validar um modelo teórico que explique a influência de aspectos organizacionais na ocorrência de acidentes.

Referências

- Cameron, A. C., and Trivedi, P. K. (2013). Regression analysis of count data. Cambridge university press.
- Cheng, K. P., Ng, S. T. and Skidmore, R. M. (2005). A framework for evaluating the safety performance of construction contractors. *Building and Environment*, 40, pp. 1347–1355.
- Drejer, A. (2001). How can we define and define competencies and their development. *Technovation* , 21, pp. 135-146.
- Laitinen, H., and Ruohomäki, I. (1996). The effects of feedback and goal setting on safety performance at two construction sites. *Safety Science*, v. 24 (n. 1), pp. 61-73.
- Napolitano, D. M., and Rabechini Jr., R. (2012). Gestão de risco e desempenho de projetos complexos: O grid das competências. *Revista Gestão & Tecnologia*, 12(3), 287-310.
- McCollough, P.,and Nelder, J. (1989) Generalized linear models, 2a. ed, New York, NY, USA. Chapman and Hall.
- Ng, S. T., Cheng, K. P., and Skidmore, R. M. (2005). A framework for evaluating the safety performance of construction contractors. *Building and Environment*, 40, pp. 1347–1355.
- PMI. (2007). Construction Extension to the PMBOK Guide Third Edition (Project Management Institute). Newton Square, Pennsylvania, USA: Project Management Institute, Inc.
- Reason, J. (1997). Managing the Risks of Organizational Accidents. Farnham, Surrey, England: Ashgate Publishing Ltd.
- Saurin, T. A. (2000). Segurança no Trabalho em um Canteiro de Obras: Percepções dos Operários e da Gerência. *Proceedings of the 2002 System Dynamics Conference*, 10, pp. 5-17.
- Teo, E. A., Ling, F. Y., and Chong, A. F. (2005). Framework for project managers to manage construction safety. *International Journal of Project Management*, v. 23 (n. 4), pp. 329-341.

Análise de Legibilidade de Código Java Usando Padrões de Anotações

Alessandro Correa Alba¹, Renato Penha²

¹Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) - São José dos Campos, SP – Brasil
Endereço Postal (Praça Marechal Eduardo Gomes, 50, Vila das Acáias, 12228-900 – São José dos Campos (SP) - Brasil)

²Universidade Nove de Julho (UNINOVE) - São Paulo, SP – Brasil.
Endereço Postal (Avenida Francisco Matarazzo, 612, 3º andar, Água Branca – São Paulo (SP) – Brasil)

alessandroalba@gmail.com, renato.penha@uni9.pro.br

Resumo. *O uso de anotações em código Java sem um padrão tende a deixar o código menos legível, dificultando o entendimento e causando problemas no processo de desenvolvimento e manutenções de aplicações. Nesse contexto, esse trabalho é de origem exploratória e tem como objetivo avaliar a legibilidade na utilização de anotações e padrões de anotações de códigos convencionais implementados na linguagem de programação Java. O resultado pode contribuir para estabelecer um conjunto de práticas de desenvolvimento e manutenção de aplicações por meio do uso de padrões de anotações, reduzindo possíveis problemas causados por dificuldades na legibilidade de código.*

Abstract. *The use of annotations in Java code without a pattern tends to make the code less readable, making it difficult to understand and causing problems in the development and maintenance of applications. In this context, this work is exploratory origin and aims to evaluate the readability of using annotations and standards of conventional codes implemented annotations in the Java programming language. The result may help to establish a set of development practices and maintenance of applications through the use of annotations patterns, reducing potential problems caused by difficulties in code readability.*

Áreas temáticas. Gestão de sistemas de informação, Reconhecimento de padrões, Técnicas de análise de fenômenos e processos.

A utilização de anotações na implementação de código em Java é uma funcionalidade de linguagem introduzida no JDK 5, sendo considerada a mais utilizada na construção de sistemas (Fowler, 2009). Para Nardon e Silva (2007) e JColtrane (2016), alguns frameworks populares no mercado, como o Spring e o Hibernate, e para algumas APIs de natureza padrão como o EJB3 e o JSF 2, o uso de anotações é considerado um fator decisivo no desenvolvimento de softwares.

Nesses frameworks, com a utilização de anotações é possível configurar suporte a transação aos métodos, restrições de validações às classes, informações de mapeamento objeto-relacional para atributos, entre outros. As anotações são definidas como o recurso técnico utilizado na programação orientada a atributos para marcar elementos como classes, métodos e atributos (Schwarz, 2004).

Atualmente o uso de anotações de código é freqüente e bastante comum em aplicações Java, especialmente pelo seu uso mandatório em alguns frameworks. Na visão de Sharp (2016) e Java Community Process (2016), as anotações também são vistas por muitos desenvolvedores como um recurso que dificulta a legibilidade do código, como evidenciam certas discussões em fóruns.

Este trabalho é de origem exploratória e tem com o objetivo investigar se a utilização de certos padrões de anotações pode aumentar ou diminuir os possíveis impactos sobre a legibilidade do código Java.

2. Legibilidade de código

O conceito de legibilidade de código está relacionado a codificação em uma ou mais linguagens de programação em sua sintaxe e utilização de forma a se obter um código funcional e legível (Badros, 2016). Nesse contexto, é importante ressaltar que a legibilidade é um fator subjetivo, podendo um código legível para uma pessoa, ser ilegível para a outra.

Em se tratando de sua composição, existem vários fatores que influenciam na legibilidade do código. A nomenclatura atribuída em variáveis, métodos e classes é um importante fator que influencia na legibilidade, refletindo no entendimento do código. Segundo Validator (2016), dividir a implementação em métodos pequenos, redução de códigos duplicados, utilização de padrões de projetos, substituir enumerações por subclasses, simplificar expressões condicionais e técnicas de refatoração são fatores que também influenciam na legibilidade do código.

Ao se abordar as contribuições, a legibilidade do código pode exercer influência na produtividade de um projeto, mudando o tempo de codificação e manutenção para alterações no código. De acordo com Astels (2003), a legibilidade influencia no potencial de reutilização de código existente em novos procedimentos ainda a serem implementados. Para Beck (2003), a legibilidade é considerada uma boa prática ao ser empregada no código, causando impacto positivo na manutenção e evolução de um projeto. Por fim, Badros (2016) aponta que as técnicas como refatoração e Test Driven Development (TDD) sugerem uma reformulação constante do código de forma a se manter uma boa legibilidade em busca de aumento de desempenho dos projetos.

3. Anotações de código

Segundo Fowler (2009), anotação de código é um recurso baseado no conceito de programação orientada a atributos para a marcação de elementos da codificação, como

Anais do Seminário em Tecnologia da Informação Inteligente – SetII 2016
métodos em classes e atributos, para manter a semântica de aplicativo ou de domínio específico. Para Pamplona (2016), a anotação de código introduz uma abordagem declarativa dentro de uma linguagem de programação imperativa, podendo ser utilizadas no mapeamento de entidades, propondo o uso de metadados para mapear uma classe de aplicação para as entidades. O autor ainda sugere que as anotações podem ser utilizadas para configurar variações sobre um comportamento transversal e também para gerar componentes gráficos baseados em classes de aplicação e para conduzir a interação entre eles. No sentido de apresentar o uso de anotações, a Figura 1 demonstra um exemplo de utilização de anotações para configurar um método como transacional.

```
@RequiresTransaction  
public void salvarPedido(Pedido pedido)  
{  
    //  
}
```

Figura 1. Exemplo de anotação de código

Nardon e Silva (2007) definem que as anotações podem trazer benefícios nas aplicações e podem aumentar a produtividade dos projetos em diversos cenários. Porém, os autores sustentam que a sua utilização é desaconselhável quando a anotação não é suficientemente flexível para ser adaptado em situações, o qual não corresponda sua funcionalidade em um projeto.

Na busca de reutilizar as funcionalidades em diferentes aplicações, os frameworks ganham um papel de destaque. Pamplona (2016) define que o uso de frameworks orientam o desenvolvimento de softwares, fornecendo uma estrutura pronta que pode reduzir o tempo de desenvolvimento, mesmo quando a quantidade de linhas de código é a mesma em comparação com uma solução sem o uso de anotações.

Dentre os frameworks, os de maior aceitação no mercado que utilizam anotações são: JPA - Bauer e King (2016); Hibernate Validator - Nardon e Silva (2007); Genesis [5] – Genesis (2016); JColtrane - JColtrane (2016) e EJB 3 – Burke e Monson-Haefel (2006).

3.1. Padrões de Anotações

Na linguagem Java, a implementação do mecanismo de anotações possui algumas limitações. Apesar de uma anotação poder ter outros tipos de anotações como propriedades, não é possível utilizar isso de forma recursiva, onde uma anotação não pode possuir o seu tipo em um atributo. De acordo com Correia et al. (2010), os padrões de anotações surgiram como solução para auxiliar nessas deficiências destacadas. Eles também documentam soluções que utilizam boas práticas na utilização de anotações. Os autores definem os principais padrões de anotações como:

- i. **Vectorial Annotation:** Prover uma anotação para encapsular uma lista de um outro tipo de anotação, devido à impossibilidade em Java para anotar o mesmo elemento com mais de uma anotação do mesmo tipo.
- ii. **Composite Annotation:** Estrutura os metadados em uma anotação que está composta por outras anotações, a fim de organizar as informações e permitir reutilização de anotações em outros contextos. A Figura 2 demonstra o uso de uma anotação do tipo Composite Annotation.

```
public class GendadorRelatorio{  
    @SendReturn(server=@Server(smtpHost= "smtp.company.com",  
                                popHost = "pop3.company.com"),  
               @Format(type="HTML"),  
               @SenderData(username="login",  
                           password="security",  
                           replyTo="myEmail@mail.com"))  
    public Relatorio gerarRelatorio(){  
        //implementação do método...  
    }  
}
```

Figura 2 – Utilização de anotações utilizando o Composite Annotation para encapsular anotações de diferentes contextos em uma única anotação.

- iii. **Well-formed Expression:** Propõe a utilização de strings com expressões específicas do domínio para configurar informações complexas em propriedades de anotação, aumentando a flexibilidade da estrutura de anotações. A Figura 3 demonstra o uso de uma anotação do tipo Well-formed Expression.

```
Entity  
@Table(name = "Cliente")  
@NamedQueries({  
    @NamedQuery(name = "findClientByName",  
               query = "FROM Cliente WHERE nome = :nome"),  
    @NamedQuery(name = "findClientByDoc",  
               query = "FROM Cliente WHERE documento = :doc")  
})  
public class Cliente implements Serializable {  
    //codigo da classe omitido...  
}
```

Figura 3 – Utilização de anotações pelo padrão Well-Formed Expression para encapsular uma anotação contendo uma string em outra anotação.

- iv. **Associative Annotation:** Introduz uma anotação que relaciona os elementos anotados com uma classe com um pré-contrato, reduzindo o acoplamento da presente associação e fornecer segurança de tipos.
- v. **Inferred Metadata:** Propõe a utilização de convenções de código para permitir a inferência de anotações, reduzindo o número de anotações necessárias, demonstrado na Figura 4.

```
public class Cliente() {  
    private String nome;  
    private String endereço;  
    private int idade;  
    @CampoTabela("dt_nascimento")  
    private Date dataNascimento;  
    private String cep;  
    @CampoTabela("compl_endereço")  
    private String complementoEndereço;  
}
```

Figura 4 – Utilização de anotações pelo padrão Inferred Metadata para configurar campos específicos, mantendo as configurações dos demais atributos.

Anais do Seminário em Tecnologia da Informação Inteligente – SetI 2016
vi. **General Configuration:** Propõe a utilização de uma anotação em um nível maior de abstração para ser usado como uma configuração padrão para os de nível inferior, resultando em uma redução do número de anotações, apresentado na Figura 5.

```
Remote(port="80")
public class ControleTransacoes{
    @Local
    public void EnviaMensagem(){
        //Implementação do método
    }

    public Boolean ConfirmaRecebimento(){
        //Implementação do método
    }

    public String ExibeNotificacao(){
        //Implementação do método
    }
}
```

Figura 5 – Utilização de anotações pelo padrão General Configuration para configurar métodos que tenham configurações específicas diferenciadas da classe.

vii. **Annotation Mapping:** Apresentar uma anotação de domínio específico da aplicação com a anotação de um outro componente, permitindo representá-la indiretamente. Como resultado, reduz-se o número de anotações e desacopla as classes da aplicação das anotações do componente. A Figura 6 demonstra o uso de uma anotação do tipo Annotation Mapping.

```
RequestScoped
@Transactional(requiredNew=true)
@Secure
@Named
@Stereotype
@Retention(RUNTIME)
@Target(TYPE)
public @interface TransacaoSegura{

}

public class ContaBancaria {
    @TransacaoSegura
    public Double verificarLimitesSaque() {
        //implementação omitida
    }

    @TransacaoSegura
    public Double realizarSaque() {
        //implementação omitida
    }
}
```

Figura 6 – Utilização de anotações pelo padrão Annotation Mapping para implementar uma interface

viii. **Annotation Reader.** Introduz uma anotação que configura a classe responsável pela leitura e interpretação de outra anotação, possibilitando a extensão do esquema de anotação.

Os padrões de legibilidade avaliados nesse trabalho foram os padrões para organização das informações, Composite Annotation e Well-Formed Expression, os padrões para redução de número de anotações, Inferred Metadata e General Configuration, e o padrão

4. Método da Pesquisa

Esta pesquisa é de caráter qualitativo exploratório. De acordo com Gil (2006), a pesquisa exploratória permite uma melhor compreensão do problema a ser estudado, o entendimento e o inter-relacionamento de suas variáveis, a decomposição e ou estratificação de fases necessárias para sua solução. Na visão de Vergara (2004), a pesquisa exploratória permite o levantamento e análise de informações disponíveis associadas a um problema.

Para a realização desta pesquisa, foi elaborado um questionário com 27 questões com o objetivo de identificar evidências sobre o impacto da utilização de código anotado na legibilidade, com e sem o uso de padrões de anotações. O questionário foi enviado por meio eletrônico para 200 especialistas com experiência entre 1 a 5 anos em desenvolvimento na linguagem Java. Como resultado, foram recebidos 114 questionários respondido e válidos.

As questões foram agrupadas de acordo com seus objetivos. Para cada objetivo foi avaliado o resultado geral na quantidade de respostas, se o resultado do questionário obteve resultado uniforme na escolha das alternativas ou se houve variação de acordo com o contexto. Também foram feitas avaliações se houve variação nas respostas com experiência dos participantes, com a experiência na utilização de anotações e com experiência na criação de novas anotações.

5. Resultados

A partir da análise dos resultados, foi possível identificar o perfil dos desenvolvedores em relação ao uso de anotações em Java. O resultado apontou que 57% dos entrevistados usam padrões de anotações, enquanto que 43% declararam que utilizam padrão convencional de código.

Nesse contexto, 56% dos desenvolvedores utilizam anotações frequentemente, 28% apenas para aprendizado e 6% usam mas acham o padrão complexo. Em contrapartida, apenas 4% nunca utilizaram e 6% não usam por acharem o emprego de anotações um procedimento complicado. A Figura 7 demonstra o perfil dos participantes em relação ao uso de anotações.

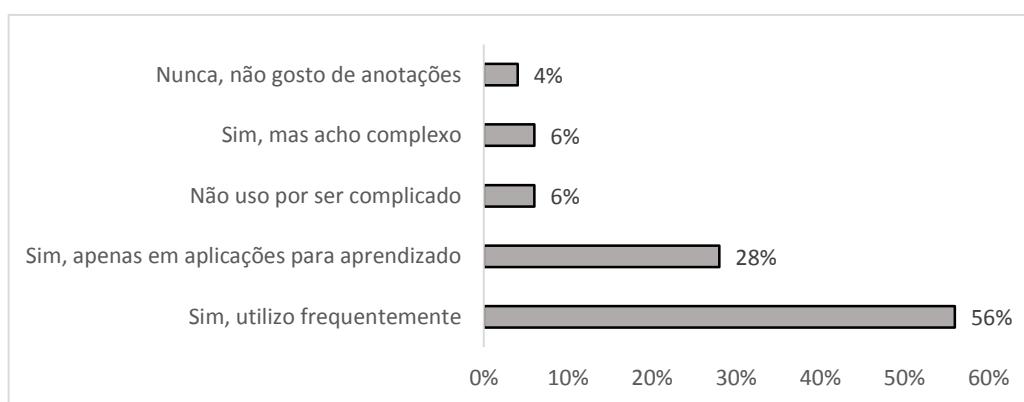


Figura 7. Percentual da experiência dos participantes em utilização de anotações na implementação em Java

Anais do Seminário em Tecnologia da Informação Inteligente – SetIPI 2016
Foi possível identificar as preferências em utilizar anotações sem o uso de padrões em relação a cada tipo de padrão de anotação. A Figura 8 demonstra o percentual dos participantes por padrão de anotação.

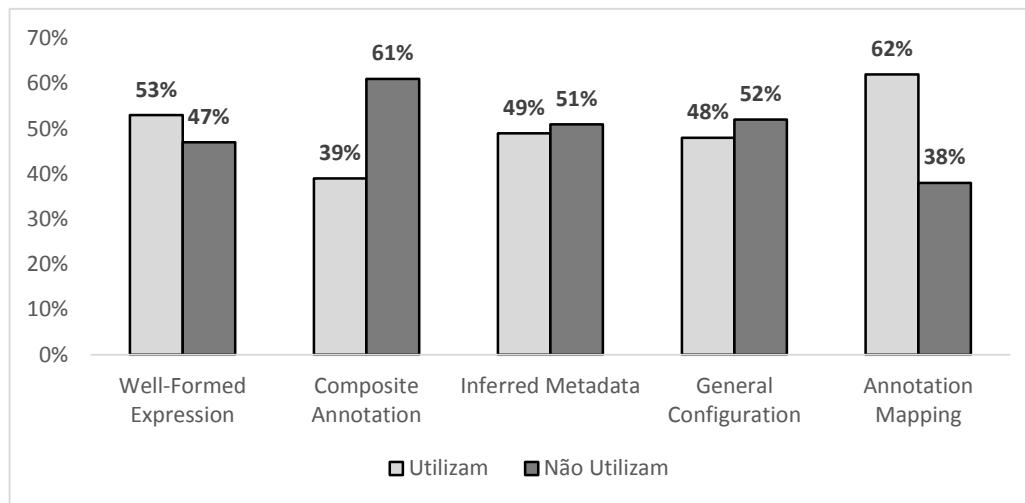


Figura 8. Percentual da experiência dos participantes em utilização de anotações na implementação em Java

Em relação ao processo de legibilidade, 54% dos participantes optaram pelo uso de anotações como melhor alternativa para legibilidade do código, enquanto que 46% optaram pelo uso de código Java convencional.

6. Análise e Discussão

A partir dos resultados, é possível apontar que a maioria dos participantes optaram pelo uso de anotações como melhor alternativa para legibilidade de código, o que se obtém como evidência que anotações tem melhor legibilidade independente da experiência do participante. Apesar disso, é possível perceber que a aceitação das anotações pelos desenvolvedores iniciantes é maior que os desenvolvedores mais experientes.

Em relação a experiência dos participantes com utilização em anotações, obteve-se um resultado dividido entre os participantes que nunca utilizaram ou utilizaram anotações de código. Os respondentes que utilizam anotação optaram no código anotado como a melhor alternativa para legibilidade de seus projetos, enquanto que os participantes que utilizaram anotações em aplicações de aprendizado utilizam anotações com maior freqüência. A experiência na criação de anotações não apresentou diferença significativa no resultado.

As principais conclusões obtidas são que as anotações causam impacto na legibilidade tornando o código em geral mais legível, que a experiência dos desenvolvedores em Java não tem influência significativa sobre sua visão de legibilidade do código anotado, a visão dos desenvolvedores em relação à utilização de anotações demonstra influência sobre a visão de legibilidade do código anotado e a experiência com criação de novas anotações não demonstrou ter influência significativa na visão de legibilidade. Em relação aos padrões de anotações, foi possível verificar que alguns são indiferentes à legibilidade do código, porém outros podem impactar positivamente ou negativamente sobre a legibilidade.

Em relação a trabalhos futuros, sugere-se a continuação desta pesquisa para outras linguagens diferentes do Java ou a aplicação das mesmas técnicas em trabalhos similares.

- Astels, D. (2003). “Test driven development: A practical guide”. Prentice Hall Professional Technical Reference.
- Badros, G. J. (2016). “JavaML: a markup language for Java source code”, <http://133.11.54.5/old-pages/muga/paper/others/xml/javaml.pdf>, June.
- Bauer, C. and King, G. (2016). “Java Persistance with Hibernate”. http://www.newbooks-services.de/MediaFiles/Texts/5/9783446409415_Excerpt_001.pdf, May.
- Beck, K. (2003). “Test-driven development: by example”. Addison-Wesley Professional.
- Burke, B. and Monson-Haefel, R. (2006). “Enterprise JavaBeans 3.0”. O'Reilly Media, Inc.
- Correia, D. A., Guerra, E. M., Silveira, F. F. and Fernandes, C. T. (2010). “Quality improvement in annotated code”. CLEI Electron. J, 13(2).
- Fowler, M. (2009). “Refatoração: Aperfeiçoamento e Projeto”. Bookman Editora.
- Genesis (2016) “Genesis Framework”, <https://genesis.dev.java.net>, June.
- Gil, A. C. (2006). ”Como elaborar projetos de pesquisa”. 4.a edição, Editora Atlas, São Paulo.
- Java Community Process (2016). “JSR 175: a metadata facility for the java programming language”, <http://www.jcp.org.com/en/jsr/detail?id=175>, May.
- JColtrane (2016) “Better than SAX alone”, <https://jcoltrane.sourceforge.net>, June.
- Nardon, F. B. and Silva, E. (2007). “Implementing Java EE Applications Using Enterprise JavaBeans (EJB) 3 Technology: Real World Tips, Tricks, and New Design Patterns”.
- Pamplona, V. (2016) “Java 5 Annotations: O maior erro da face da terra”, <http://javafree.uol.com.br/topic-850889-Java-5-Annotations-O-maior-erro-da-face-da-terra.html>, July.
- Schwarz, D. (2004). “Peeking inside the box: attribute-oriented programming with Java 1.5”. ON Java. com.
- Sharp, R. (2016) “Annotations: Don’t Mess with Java”, <http://www.softwarereality.com/programming/annotations.jsp>, June.
- Validator, H. (2016) “Hiberbate Validator”, <http://www.hibernate.org/412.html>, June.
- Vergara, S. C. (2004). “Projetos e relatórios de pesquisa em administração”. Editora Atlas SA.

Rede de sensores e atuadores sem fio para o controle de sistemas de climatização: uma aplicação de internet das coisas em edifícios inteligentes

Control of air conditioning systems using wireless sensors and actuators networks: an internet of things application in smart buildings

Bruno Eduardo Medina¹, Leandro Tiago Manera¹

¹ Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Semicondutores Instrumentos e Fotônica.

Av. Albert Einstein, 400, Campinas – SP - Brasil

medina.bruno@outlook.com, manera@dsif.fee.unicamp.br

Resumo. O trabalho apresenta o uso do conceito de Internet das Coisas aplicado em uma solução capaz de realizar o retrofit tecnológico em sistemas de ar condicionado. A tecnologia proposta é composta por um sistema embarcado desenvolvido em hardware e software open-source conectado por meio uma rede de sensores e atuadores sem fio. O sistema realiza o comando dos aparelhos de ar condicionado, sem a necessidade de alteração de qualquer mecanismo elétrico do aparelho, estabelecendo horários de funcionamento, controle automático de temperatura com acionamento controlado por sensores de presença. O sistema proposto foi validado por meio de um estudo de caso. Além disso, associada à inteligência agregada ao sistema através do monitoramento de temperatura externa e sensores de presença, o sistema é capaz de aumentar a eficiência energética desses aparelhos.

Abstract. This paper presents the use of the Internet of Things concept as a tool for retrofitting air conditioning systems. The objective is to publish a solution capable of adapting old or new constructions to the smart building theory. The proposed technology is composed of an embedded system developed with an open source hardware and software connected by a wireless sensors and actuators network. The system is capable of commanding air conditioner devices, establishing working periods, automatic temperature control without interfering in any electrical part of the device. The proposed system was validated through a case study. Furthermore, by using an intelligent system through external sensors, this system can indeed increase the overall energy efficiency of the air conditioner devices.

Internet das Coisas, Redes de Sensores e Atuadores sem Fio, Edifícios Inteligentes, Machine-to-Machine.

1. Introdução

O setor de edificação é o maior consumidor de energia final em escala mundial. Conforme avaliado por IEA (2013), em 2010, o setor foi responsável por 35% do consumo final mundial de energia. Além disso, estima-se que a demanda por energia no setor irá aumentar em 50% até 2050.

Para atender ao crescimento desta demanda é necessário incorporar tecnologias e serviços capazes de aumentar a eficiência energética e eliminar desperdícios. A evolução de pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de aplicações de tecnologias de informação e comunicação (TIC) inseridas nos edifícios apontam que estas tecnologias são capazes de melhorar o sistema de gerenciamento de consumo de energia, implicando em uma redução de até 15% no consumo energético mundial para este setor, conforme avaliação da European Comission (2009).

A capacidade de gerenciamento da demanda é uma das características dos edifícios inteligentes. Tendo em vista o desenvolvimento de uma aplicação que possa ser aplicada tanto para novos edifícios como para edifícios antigos, este trabalho faz uso do conceito de Internet das Coisas e suas tecnologias relacionadas para propor um sistema de controle dos aparelhos de ar condicionado já instalados em um edifício. Para agregar inteligência aos sistemas de ar condicionado, utiliza-se uma rede de sensores e atuadores sem fio (Wireless Sensor Networks - WSN). A tecnologia proposta visa combater o desperdício de energia atrelado ao mal-uso dos equipamentos de climatização, como o funcionamento em períodos não necessários, esquecimento por parte dos usuários em desligar os aparelhos ao final do expediente e temperaturas de operação inadequadas. A solução foi validada por meio de um estudo de caso realizado em um escritório administrativo

2. Trabalhos relacionados

Várias aplicações de redes WSN foram exploradas na última década. Como exemplo, podemos citar o monitoramento de temperatura em diferentes salas apresentado em Boonsawat et al. (2010). Apesar de não propor atuação nos comandos de controle ou atuação na climatização do ambiente, a pesquisa demonstra benefícios como o monitoramento remoto e histórico de dados. Em Park et al. (2007), foi proposto a centralização do comando de eletrodomésticos controlados por sinais infravermelhos através de uma rede ZigBee. A aplicação de conceito similar em sistemas de climatização é explorada em Sklavounos et al. (2013). A abordagem teórica feita pelo autor demonstra que redes WSN possibilitam a redução do consumo energético em sistemas de aquecimento por zonas. As aplicações de redes WSN em edifícios inteligentes também ocorrem através do retrofit tecnológico de sistemas já existentes, como explorado em Anand et al. (2015) através do controle de fachadas e controle da qualidade do ar.

Por ter sido desenvolvido com base no conceito de Internet das Coisas, os módulos propostos são altamente customizáveis, aceitando novos tipos de sensores ou implementando controles mais simples. A solução em hardware proposta é uma contribuição científica para o desenvolvimento de aplicações de software avaliados por outros estudos científicos que também visam o controle e aperfeiçoamento de sistemas em edifícios inteligentes.

3. Metodologia

3.1 Arquitetura de desenvolvimento

Soluções baseadas em IoT estão em constante evolução tecnológica, dado que seus componentes e serviços permanecem em evolução contínua. De acordo com Borgia (2014), estas aplicações passam por três fases de implementação: a fase da coleta de dados, fase de transmissão de dados e a fase de processamento, gerenciamento e utilização. As tecnologias de cada fase compartilham da mesma infraestrutura, ambiente e elementos de rede, sendo que uma plataforma comum de serviço irá coordenar a sua interação.

3.2 Aplicação da arquitetura ao projeto

Foram escolhidas as tecnologias e métodos capazes de implementar cada uma das fases da arquitetura IoT apresentada. Para a coleta de dados, foram escolhidos sensores de recepção e transmissão de sinais infravermelhos, o sensor de presença e movimento e o sensor de temperatura e umidade.

Na fase de transmissão, é importante considerar que os aparelhos de ar condicionado apresentam uma distância entre si de aproximadamente 10 metros. As informações devem alcançar todos os aparelhos de ar condicionado conectados à rede de forma simultânea. Além disso, a instalação do sistema deve ser feita de forma não invasiva, sem a necessidade de contar com pontos de acesso à internet ou instalação de cabos de comunicação entre os dispositivos. Portanto, a comunicação por rádio frequência através de uma rede de comunicação do tipo Mesh, capaz de rotear as informações entre os dispositivos é a melhor opção. O protocolo de comunicação alternativo DigiMesh foi escolhido por não possuir uma estrutura de hierarquia entre nós e ser capaz de fazer com que cada dispositivo atue como um roteador, aumentando o alcance da rede. Este protocolo foi desenvolvido em cima do protocolo IEEE 802.15.4, o qual especifica a comunicação de dados na faixa de frequência de 2,405 GHz a 2,480 GHz destinada a aplicações Industriais, Científicas e Médicas, com taxa de transferência de dados em até 250kbps, Digi International (2015).

A fase de processamento e gerenciamento de dados ocorrerá localmente, por meio da rede ad-hoc Mesh. A tecnologia proposta estabelece uma comunicação entre os diversos aparelhos de ar condicionado. A comunicação entre duas ou mais entidades sem necessitar da intervenção direta do ser humano, descrita em Etsi (2013) como Machine-to-Machine (M2M). A tecnologia de sistema embarcado escolhida para habilitar esta comunicação foi o microcontrolador open-source Arduino. A escolha foi feita com base na disponibilidade do equipamento no mercado brasileiro e na quantidade de aplicações disponíveis para este microcontrolador. Por fim, a aplicação se dá no desenvolvimento de estudos de tecnologias relacionadas aos edifícios inteligentes. A figura 1 apresenta um esquemático que resume os componentes do projeto, suas principais funções e os tipos de comunicação estabelecida entre eles.

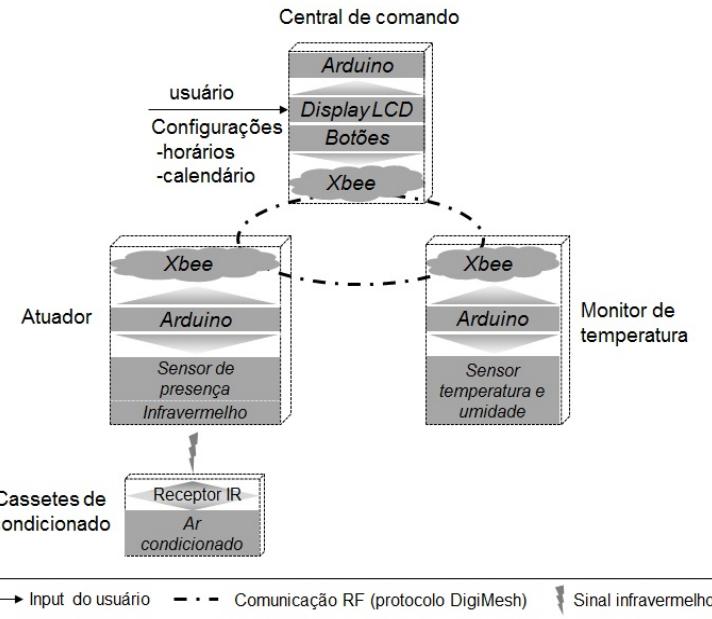


Figura 1. Arquitetura, interconexões e componentes do sistema proposto.
Elaborado pelo autor.

4. Desenvolvimento

4.1 Visão geral

A solução proposta é composta por três componentes: a central de comando, o módulo atuador e o módulo monitor de temperatura.

4.2 Central de comando

A central de comando é composta por um Arduino, um display LCD 20x4 ARD0052, um real time clock RTC DS1307, um XBee Shield e um XBee series 1. A comunicação entre o LCD e o Arduino ocorre por meio do protocolo I2C e da biblioteca <LCD.h>. A estrutura do menu foi criada a partir da biblioteca <MENWIZ.h> e permite a configuração dos valores do real time clock do sistema, definição dos horários de operação, observação da temperatura de operação dos aparelhos de ar condicionado e execução de testes de ligar e desligar os aparelhos. Como requisito de projeto, foi exigido que os aparelhos de ar condicionado não fossem ligados aos finais de semana, sendo assim a central de comando também utiliza de seu calendário para atender a esta especificação. A figura 2 ilustra a central de comando construída para o projeto.



Figura 2. Protótipo da central de comando proposta.

4.3 Atuador

Cada atuador é composto por um circuito eletrônico com componentes de comunicação infravermelho, um sensor de presença, um Arduino, um XBee series 1 e um XBee shield. O atuador recebe, através da rede WSN, códigos que indicam se o aparelho de ar condicionado está dentro ou não do seu horário de operação e códigos que representam a temperatura de operação em que o ar condicionado deve ser ligado.

O sensor de movimento e presença DYP-ME004 verifica se há pessoas no ambiente e, caso as duas condições de operação sejam satisfeitas, o atuador converte a temperatura de operação do ar condicionado em um código de sinal infravermelho e transmite este valor ao leitor IR do aparelho de ar condicionado. Durante a fase de desenvolvimento, o circuito eletrônico construído com o receptor IRM8751 e o LED transmissor de infravermelho é utilizado para realizar a leitura dos comandos do controle remoto do aparelho de ar condicionado com o auxílio da biblioteca <IRremote.h>. O protótipo do atuador pode ser visto na figura 3.

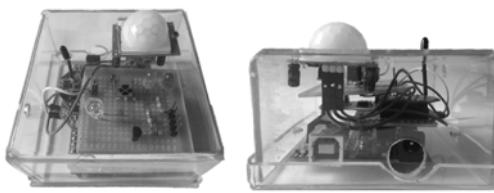


Figura 3. Protótipo do módulo atuador.

4.4 Monitor de temperatura

O sensor DHT11 instalado no monitor de temperatura é responsável por obter dados de temperatura e umidade. Com o auxílio da biblioteca <DHT.h>, a partir destes valores é calculado o índice de calor e determinado a temperatura de operação do aparelho de ar condicionado. Para cada temperatura de operação é associado um código que o representa e é transmitido ao longo da rede WSN. A figura 4 ilustra o módulo monitor de temperatura.



Figura 4. Módulo monitor de temperatura.

A relação entre o valor resultante do cálculo do índice de calor definido por NWS (2014), e a correspondente temperatura de operação do ar condicionado é mostrada na tabela 1.

Tabela 1. Índice de calor e set-point de temperatura do ar condicionado.

Índice de calor	Set-Point (ar condicionado)
Acima de 39°C	18°C
33°C até 39°C	19°C
30°C até 33°C	20°C
27°C até 30°C	21°C
25°C até 27°C	22°C
23°C até 25°C	23°C
20°C até 23°C	24°C
Abaixo de 20°C	Desligar

4.5 Conexão à internet

Devido a restrições do departamento de tecnologia da informação da empresa, o sistema não foi conectado à internet. Entretanto, dado a característica modular proposta pela solução e a disponibilidade de módulos como o Arduino Ethernet Shield, sabe-se que tal conexão é viável. A conexão do sistema à internet permitiria o acesso remoto pelo usuário a um site através do qual ele poderia acompanhar o estado de funcionamento do sistema, checar valores de temperatura externa e umidade relativa do ar, verificar a temperatura de operação do ar condicionado e até configurar novos horários para ligar ou desligar o sistema.

5. Testes

O escritório escolhido para estudo de caso utiliza cassetes de ar condicionado embutidos no teto do fabricante York, modelo MKH25G17. Neste escritório os cassetes de ar condicionado estão conectados a chillers centrais de água gelada. Os comandos do controle remoto deste cassete de ar condicionado correspondem a vetores com 276 valores que correspondem a instantes de tempo de cada pulso e pausas entre pulsos. Estes valores foram lidos pelo receptor IRM8751, conectado ao pino digital 5 do Arduino. Com o auxílio da biblioteca `<IRremote.h>`, os dados são extraídos em vetores. Foi calculado a moda de 10 amostras e obtido os valores de instantes de tempo mais adequados para cada uma das funções a seguir: desligar, ligar em 18°C, ligar em 19°C, ligar em 20°C, ligar em 21 °C, ligar em 22°C, ligar em 23°C e ligar em 24°C. Esta metodologia pode ser aplicada para obter os códigos enviados por qualquer controle remoto de qualquer ar condicionado.

O cassete de ar condicionado contém uma placa eletrônica onde estão instalados o receptor infravermelho e os LEDs indicadores de status. Durante a fixação do atuador no ar condicionado, esta placa deve ser posicionada de forma que o receptor do aparelho permaneça alinhado com o LED emissor infravermelho do atuador. Desta forma, o aparelho passará a receber somente os comandos enviados pelo atuador, descartando o uso do controle remoto. A figura 5 ilustra o alinhamento entre a placa e o atuador.



Figura 5. Instalação do atuador no espaço interno do aparelho de ar condicionado.

6. Resultados

O sistema permaneceu instalado durante 60 dias corridos, para os quais foram levantados o histórico de temperaturas e valores de umidade relativa. Nota-se que no sistema convencional, os usuários configuraram os aparelhos de ar condicionado para se adequar à temperatura máxima diária. Entretanto, no sistema proposto a temperatura de operação dos aparelhos varia ao longo do dia, uma vez que o sistema trabalha para se adequar à temperatura média diária. Estas premissas permitem calcular a frequência de dias de operação para cada sistema em determinada temperatura. A comparação apresentada na figura 6 mostra a temperatura de operação do sistema de ar condicionado, a quantidade de dias de operação e os valores de temperatura externa que se enquadram em cada um destes cenários. É possível observar que o sistema proposto traz uma maior uniformidade de operação do sistema pois, ao invés de trabalhar a maior parte do tempo na temperatura de 21°C confrontando os valores de temperatura máxima externa, o sistema passa a ter intervalos em que permanece desligado ou operando por mais tempo em 22°C ou 23°C, confrontando as médias diárias.

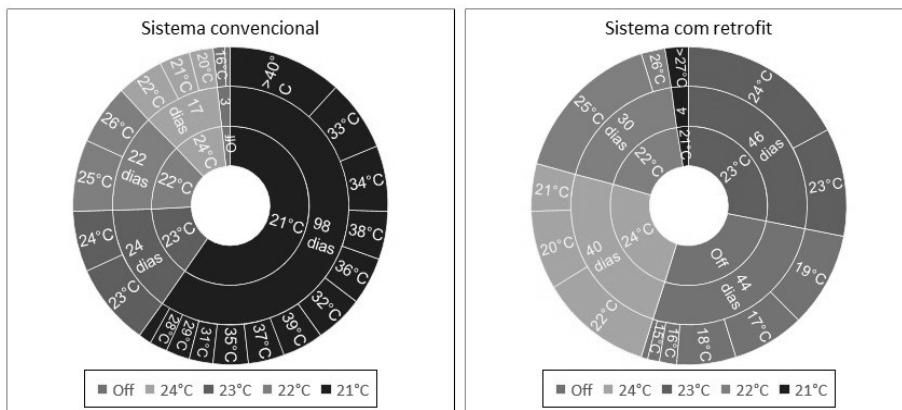


Figura 6. Temperaturas de operação do ar condicionado, dias de operação e temperaturas externas para cada um dos sistemas avaliados.

Sendo assim, é possível estimar ganhos em redução no consumo de energia levando-se em conta o potencial máximo de economia de 5% e o potencial mínimo de 3% de economia de eletricidade para cada grau a mais no termostato apontado por ACEEE (2014). A figura 7 apresenta os potenciais de economia para diferentes faixas de temperatura média externa, entretanto estes valores são subestimados pois não incluem os ganhos relacionados ao controle por presença.

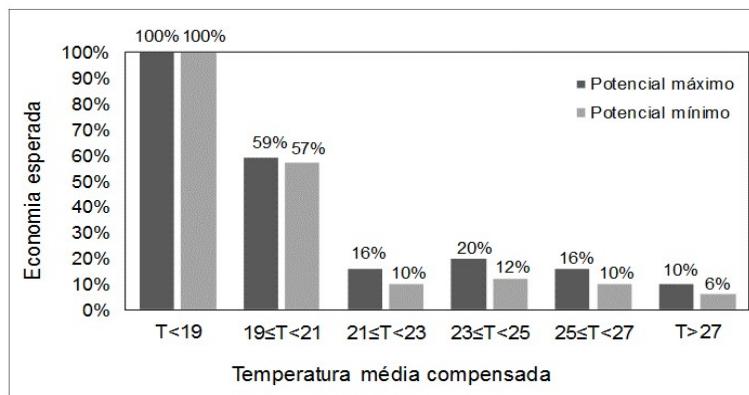


Figura 7. Valores potenciais de economia com o controle automático por temperatura.

7. Conclusões

A solução proposta conseguiu propor uma inovação no sistema de climatização através do retrofit tecnológico de equipamentos de ar condicionado. A centralização do comando dos aparelhos de ar condicionado, associada à inteligência agregada ao sistema através do monitoramento de temperatura externa e sensores de presença é capaz de aumentar a eficiência energética. Como sugestões de trabalhos futuros ficam a conexão do sistema à internet através de módulos como o shield Ethernet e a medição em campo para poder comparar o consumo de eletricidade de um aparelho integrado à rede e outro não integrado. Após a instalação de mais módulos, será possível fazer uma comparação dos índices históricos de consumo de energia elétrica, tornando possível o cálculo do retorno financeiro da solução.

Referências

- A. Anand, R. Vasudevan, S. Bhattacharya, Arun R. and Sivanantham A. (2015) "Retrofit control solutions for old buildings using WSN," Computer, Communications, and Control Technology (I4CT), International Conference on, Kuching, 2015, pp. 59-63.
- American Council for an Energy-Efficient Economy – ACEEE. (2014) Small actions that add up to large energy savings for Earth Day. Disponível em <http://aceee.org/blog/2014/04/small-actions-add-large-energy-saving>.
- Borgia, E. (2014). The Internet of Things vision: Key features, applications and open issues. Em Computer Communications, Vol.54, pp 1-31.
- D. Sklavounos, E. Zervas, O. Tsakiridis and J. Stonham (2013). "A wireless sensor network approach for the control of a multizone HVAC system," Power, Energy and Control (ICPEC), International Conference on, Sri Rangalatchum Dindigul, 2013, pp. 153-158.
- Digi International (2015). XBee DigiMesh 2.4 Radio Frequency (RF) Module. Em User Guide.

- Etsi (2013). ETSI TS 102 689 V1.2.1. Machine-to-Machine communications (M2M); M2M service requirements.
- European Comission (2009). ICT for a low carbon economy – Smart Buildings. Bruxelas.
- International Energy Agency, IEA (2013). Transition to sustainable buildings – Strategies and opportunities to 2050.
- National Weather Service, NWS (2014). The Heat Index Equation.
- Park W-K, Han I, Park K-R (2007) ZigBee based dynamic control scheme for multiple legacy IR controllable digital consumer devices. *IEEE Trans Consumer Electron* 53(1):172–177
- V. Boonsawat, J. Ekchamanonta, K. Bumrungkhet, and S. Kittipiyakul (2010) “Xbee wireless sensor networks for temperature monitoring,” in 2nd ECTI-Conference on Application Research and Development, Pattaya, Chonburi, Thailand, 10-12 May 2010.

SIGA: Aplicação Para Gerenciamento Acadêmico de Estudantes por meio da Web e Dispositivos Móveis

SIGA: Application for Academic Management Students by the Web and Mobile Devices

Gustavo Abreu Caetano, Tiago Rodrigues da Silva, Cristina Zukowsky Tavares, Everson Berg Passos

Departamento de Computação – UNASP
Estrada de Itapecerica, 5859 – Jardim IAE – São Paulo (SP) – Brasil

gustavo.caetano@ucb.org.br, tiago.silva@ucb.org.br,
cristina.tavares@ucb.org.br, everson.passos@ucb.org.br

Resumo. *Com o aumento das TIC, tornou-se quase indispensável seu uso no gerenciamento acadêmico e no ensino em sala de aula. As TIC podem ser utilizadas como instrumentos à serviço da aprendizagem e interação entre alunos e professores, porém, este estudo discute e apresenta o potencial das TIC que pode ser utilizado no gerenciamento e acompanhamento acadêmico pelos professores, gestores e os próprios alunos em diferentes níveis de ensino. Um sistema de informação chamado SIGA foi desenvolvido para plataforma web e mobile com o objetivo de fornecer aos alunos maior mobilidade e facilidade para acompanhar sua vida acadêmica.*

Abstract. *With the increase of ICT has become almost indispensable its use in academic management and teaching in the classroom. ICT can be used as tools in the service of learning and interaction between students and teachers, however, this study discusses and presents the potential of ICT can be used in the management and academic monitoring by teachers, administrators and students themselves at different levels of teaching. An information system called SIGA was developed for web and mobile platform in order to provide students with greater mobility and ease to accompany your academic life. lines and must be in the first page of the paper.*

Áreas temáticas. Gestão de Sistemas de Informação, Inovação em TI.

1. Introdução

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), vêm modificando e influenciando, desde a década de 80, a maneira como as pessoas se atualizam, aprendem, criam e se relacionam. As TIC possibilitaram o livre acesso à informação a uma nova geração de pessoas, os nativos digitais, que desenvolvem uma vida *online*, para os quais o ciberespaço é parte de seu cotidiano. A instituição escolar poderia preparar a população para o enfrentamento crítico de uma sociedade cada vez mais digital e que para além de avanços tecnológicos pode configurar um nova mentalidade e forma de enxergar o mundo e as pessoas que ali estão.

Com isso, as escolas tentam cada vez mais utilizar estes novos recursos, porém com o ritmo em que eles surgem e se modificam, torna-se uma tarefa muito difícil de ser

acompanhada. Neste avanço tecnológico se encontram as tecnologias móveis, que com seus diversos recursos atrativos alteraram significativamente o comportamento das pessoas.

Pode-se definir tecnologia móvel como a forma de acessar a Internet e outros recursos computacionais por meio de dispositivos móveis como *smartphones*, *tablets* e *laptops*. Por meio desses dispositivos, a liberdade de locomoção com acesso à Internet é um ganho considerável e que desperta o interesse de seus usuários. Esta mobilidade permite ter na palma das mãos serviços, informação, comunicação e entretenimento.

Com a popularização dos dispositivos móveis, é inevitável o debate sobre seu uso na área educacional. O uso de aplicativos na rotina escolar pode facilitar a realização de pesquisas, compartilhamento de informações, aprendizado e também acompanhamento acadêmico dos alunos. No entanto, é necessária uma profunda reflexão sobre as contribuições que esta tecnologia provoca.

No entendimento de Kenski (2007), as TIC proporcionam um novo tipo de interação do professor com os alunos, possibilitando a criação de novas formas de integração do professor com a organização escolar e com outros professores. Podemos aproveitar essa oportunidade de acesso a diferentes fontes de informações e conhecimentos trazidos pela comunicação mediada por redes de computadores.

O instituto SRI (*Stanford Research Institute*) realizou uma pesquisa sobre o uso de dispositivos móveis nas instituições de ensino. A maioria dos professores afirmou que o uso da computação móvel proporcionou maior motivação para aprender, bem como apoiou a colaboração e a comunicação entre os estudantes uma vez que tal tecnologia contribui para facilitar o acesso ao aprendizado na obtenção de conteúdo sem hora e local pré-estabelecidos.

Dadas as proporções e relevância das TIC e tecnologia móvel no ambiente educacional, este trabalho tem como objetivo apresentar uma aplicação *Web* e sua versão *mobile*, que tem por finalidade o acompanhamento acadêmico de alunos da Educação Infantil à Pós-Graduação *Strictu Sensu* e cursos livre de instituições de ensino. O objetivo deste aplicativo é prover alternativas inovadoras para o acompanhamento acadêmico dos alunos.

O restante deste trabalho está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta o uso de dispositivos móveis no ambiente educacional; a Seção 3 trata do acompanhamento acadêmico de alunos; a Seção 4 apresenta o Sistema Integrado de Gestão Acadêmica SIGA; a Seção 5 a versão *mobile* do SIGA e a Seção 6 as considerações finais e trabalhos futuros.

2. Dispositivos Móveis no Ambiente Educacional

Muito se tem discutido sobre o uso das TIC no ambiente educacional devido ao seu grande avanço na sociedade, principalmente devido às tecnologias móveis.

A revolução tecnológica produziu uma geração de alunos que cresceu em ambientes ricos em multimídia, com expectativas e visão de mundo diferente de gerações anteriores, portanto, a revisão das práticas educacionais é condição para que possamos dar-lhes educação apropriada.

É fato que, com os avanços das TIC, as mudanças na sociedade e nas relações passam a refletir em diferentes contextos. No ambiente educacional, o uso de TIC como ferramentas vem se concretizando por meio de diferentes níveis de utilização de dispositivos móveis com acesso à Internet, no qual se garante o acesso a informações a partir de qualquer lugar.

Segundo as Diretrizes para as Políticas de Aprendizagem Móvel da UNESCO (2013), o uso de tecnologias móveis possibilita a aprendizagem em qualquer momento, em qualquer lugar e por qualquer pessoa, pois as tecnologias móveis atualmente podem estar presentes até mesmo em áreas onde escolas, livros e computadores são escassos.

A aprendizagem móvel, do inglês *m-learning*, é um novo meio de ensino, em que é permitido que estudantes e professores possam tirar vantagens dos recursos oferecidos pelas tecnologias móveis, dentre os quais destaca-se a alta facilidade de acesso. O *m-learning* está altamente ligado à Educação a Distância (EaD), que também é uma modalidade de ensino que vem crescendo há alguns anos.

Com todo este avanço tecnológico envolvendo TIC e tecnologias móveis, vários trabalhos vêm sendo feitos visando investigar e melhorar o sistema educacional brasileiro atual. Dentre eles podemos destacar o MobiLE (Silva, Neto e Júnior 2011), um ambiente de aprendizagem móvel que se adequa às necessidades dos estudantes e aplicativos móveis para o ensino de Matemática (Sena, Oliveira e Carvalho 2014).

Este aumento do uso de dispositivos móveis no ambiente educacional também levanta uma nova demanda, a necessidade do acompanhamento acadêmico dos alunos de maneira móvel. Existem diversos sistemas de informação *Web* de acompanhamento acadêmico de alunos, mas poucos aplicativos para dispositivos móveis.

3. Acompanhamento Acadêmico de Alunos

Todos os que emitem uma mensagem sentem necessidade de *feedback*, seja acerca dos aspectos positivos ou da necessidade de melhorias. Dentro de um ambiente acadêmico, deve ser levado em conta o tempo de resposta e a qualidade do *feedback* do professor, sendo estes dois aspectos elementais motivacionais para o aluno que espera um retorno.

Feedback é importante para todos nós. É a base de todas as relações interpessoais. Segundo Williams (2005), *feedback* é o que determina como as pessoas pensam, como se sentem, como reagem aos outros e, em grande parte, é o que determina como as pessoas encaram suas responsabilidades no dia-a-dia. A avaliação contínua da aprendizagem e o respectivo *feedback* para o aluno são muito importantes segundo Bransford, Brown e Cocking (1999).

O registro da vida escolar dos alunos e os boletins escolares têm se alterado muito nos últimos anos. Estas alterações decorrem das concepções de avaliação, do significado da comunicação entre a escola, pais e alunos, do seu suporte e tecnologia, bem como dos projetos institucionais e seu contexto.

De um documento confeccionado em gráfica ou impresso em mimeógrafo, em papel cuja espessura era fator importante de durabilidade e resistência ao longo do ano letivo, o boletim escolar está sendo disponibilizado em portais *Web* das escolas, como documento digital, o que facilitou e muito o acompanhamento do aluno. De forma prática, interativa, com melhor qualidade de imagem, permite aos agentes educacionais monitorar o processo educativo para tomada de decisões.

Segundo o Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR, 17% dos domicílios brasileiros em 2014 possuem *tablets*, 28% computador de mesa, 30% computador portátil e 92% telefone celular. Com essa estatística, podemos inferir que se o acompanhamento acadêmico existir para dispositivos móveis, os alunos se beneficiariam ainda mais.

O acompanhamento acadêmico de alunos não se refere apenas aos resultados por meio de notas, mas pode abranger o acompanhamento de faltas, feedback em tarefas, estágio, práticas profissionais e atividades complementares para estudantes universitários.

4. SIGA – Sistema Integrado de Gestão Acadêmica

O SIGA é um sistema de informação proprietário que gerencia procedimentos da área educacional de instituições acadêmicas. Este sistema possui diversos módulos como: processo seletivo; matrícula; filantropia; controle de acessos; biblioteca; egressos; financeiro; currículo; contratos; portais do aluno e do professor e o módulo de configuração do sistema. Este sistema atende Educação Infantil; Ensino Fundamental I e II; Ensino Médio; Ensino Técnico; Graduação; Pós-Graduação *Lato Sensu* e *Stricto Sensu* e cursos livres como natação, academia, pintura, ginástica artística e música. Para este trabalho, focaremos no Portal do Aluno e Portal do Professor.

Por meio do Portal do Professor, os docentes cadastram instrumentos de avaliação e seus resultados, registram faltas (Figura 1), lançam os conteúdos programáticos conforme o plano de ensino (Figura 2) e geram relatórios dos alunos.

Data		Conteúdo Programático		Aula(s)		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	Ação	
				Teóricas		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
07/03/2016	05 - Redes com e sem fio											<input type="button" value="cancelar"/>
Nº	R.A.	Aluno(s)	Situação	Frequência Acumulada Teórica		3 ^a	4 ^a	5 ^a				
1	90602	ADILSON	Cursando	100,0%		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
2	90337	ALBERTO	Cursando	100,0%		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
3	70031	ALLAN	Cursando	100,0%		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
6	72217	DENNYS	Cursando	78,9%		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
8	91516	EDNILSON	Cursando	100,0%		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
9	89973	ELY	Cursando	100,0%		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
10	88052	FRANCISCO	Cursando	100,0%		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
11	90283	GIDEAO	Cursando	15,8%		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
12	67884	GUSTAVO	Cursando	100,0%		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
14	70185	HUGO	Cursando	100,0%		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
15	90009	INGRID	Cursando	68,4%		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
16	46607	JADER	Cursando	68,4%		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				

Figura 1. Tela de cadastro de faltas no SIGA Web. Os checkbox marcados indicam os alunos faltantes.

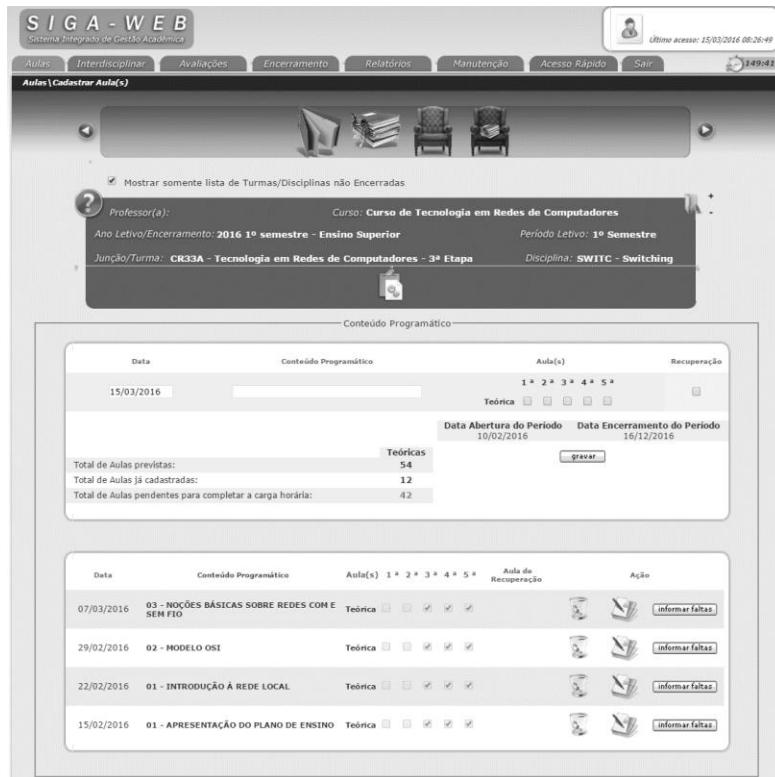


Figura 2. Nesta tela os professores podem cadastrar as aulas informando o respectivo conteúdo programático.

Os estudantes, por meio do Portal do Aluno, acessam as informações registradas pelos professores e com isso podem acompanhar seu desempenho acadêmico no decorrer do período letivo. O Portal do Aluno também permite acompanhar sua vida financeira acadêmica, realizar avaliações interdisciplinares, gerar histórico escolar e para os alunos do Ensino Superior, consultar suas horas de atividades complementares, práticas profissionais e estágio que são lançadas por meio da central de estágios da Instituição de Ensino Superior (IES).

No caso de alunos menores de idade, os pais também têm acesso aos dados do filho para acompanhamento do desempenho acadêmico.

Atualmente o SIGA possui mais de 26.000 alunos cadastrados (Tabela 1) distribuídos em instituições de ensino nos estados do Amazonas, Bahia, Minas Gerais, Pará e São Paulo.

Tabela 1. Totais de alunos usuários do SIGA conforme o nível acadêmico.

Nível de Ensino	Alunos
Educação Infantil	820
Ensino Fundamental I e II	5517
Ensino Médio	2210
Técnico em Informática e Música	386
Ensino Superior	11790
Pós-Graduação <i>Latu Sensu</i>	1253
Pós-Graduação <i>Stricto Sensu</i>	158
Cursos Livres (Natação, Pintura...)	4174

5. Aplicativo SIGA Mobile

O aplicativo SIGA Mobile foi desenvolvido para a plataforma *Android* e *iPhone*, atendendo o maior número de usuários de smartphones no mundo (cerca de 1,8 bilhão) conforme dados da *International Data Corporation* (IDC 2015).

O aplicativo SIGA Mobile disponibiliza informações da área acadêmica para alunos utilizando serviços do SIGA via *Web Services*. Estes *Web Services* são interfaces que descrevem uma coleção de operações que são acessíveis pela rede por meio de mensagens em formato XML (*eXtensible Markup Language*) padronizadas conforme Hansen e Pinto (2003). Podem também ser invocados a partir de uma API (*Application Program Interface*) através da rede e serem compostas juntamente com outros serviços. A estrutura de *Web Services* utilizada no aplicativo SIGA Mobile é demonstrado na Figura 4.

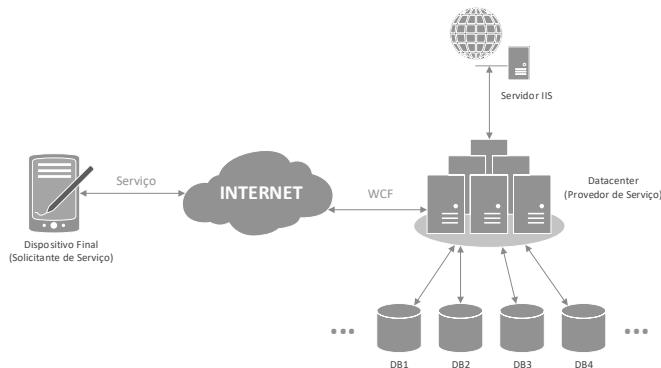


Figura 4. Estrutura de Web Services do SIGA Mobile. Os dispositivos finais (smartphones, tablets, etc.) através do aplicativo, solicitam serviços via Internet fazendo o link com o datacenter que irá prover os serviços.

O aluno fará a solicitação de serviço através do aplicativo instalado em seu dispositivo final por meio de uma conexão com a Internet. A solicitação seguirá via WCF (*Windows Communication Framework*) até o *datacenter* provedor de serviços que utiliza servidores *web* IIS (*Internet Information Services*). O *datacenter* então irá direcionar a qual banco de dados (DB) o serviço irá consumir conforme o campus ou instituição do aluno (cada instituição possui um banco de dados dedicado). Após estabelecer conexão com o bando de dados específico, o *datacenter* retorna a solicitação provendo o serviço solicitado.

Dentre as informações disponíveis para o aluno estão a consulta da matriz de disciplinas; horário das aulas; informações dos professores como nomes e titulação; lista de todos os cursos em que o aluno se encontra matriculado; acompanhamento de notas; atividades a cumprir; acompanhamento de presenças e faltas; missão e visão da instituição e informações do aluno referente a secretaria. Também existe a funcionalidade de notificações, onde é criado um meio de comunicação entre a instituição e os alunos, podendo-se enviar mensagens para todos os alunos, para um grupo específico como um curso ou turma ou até mesmo para um único aluno. Estas mensagens podem ser notificações de eventos que acontecerão na instituição, aviso de prazo para entrega de algum documento ou mesmo de um texto motivacional ao aluno.

A estrutura de acesso ao aplicativo consiste em fundamentos da computação em nuvem como *Single Sign-On*, autorização e autenticação demonstrados na Figura 5.

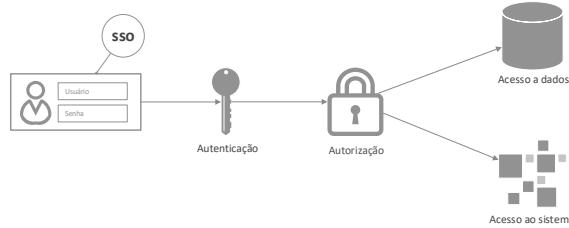


Figura 5. Estrutura de acesso do SIGA Mobile.

O aluno ao acessar o aplicativo deverá se autenticar conforme Figura 6 (a). A autenticação utiliza o conceito da autenticação única (*Single Sign-On*) em que o aluno utiliza o mesmo RA (Registro do Aluno) e senha para acessar todos os aplicativos e portais da instituição, incluindo o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). O aluno deverá informar seu RA, senha e instituição ou campus ao qual possui vínculo acadêmico.

Após autenticação, o sistema verifica a autorização do usuário, com o objetivo de buscar informações pertinentes ao seu perfil como campus, curso(s) e disciplina(s) em que o aluno está vinculado.

Com a autenticação e autorização validadas, o aluno terá acesso às funcionalidades do aplicativo conforme seu perfil (Figura 6 (b) e (c)).

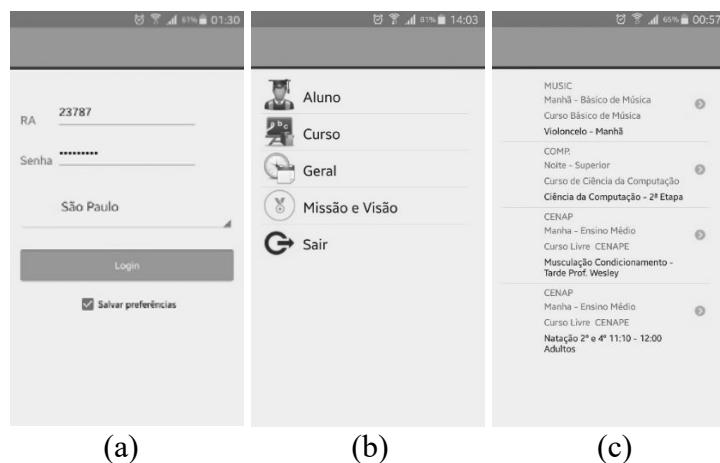


Figura 6. O aluno deverá se autenticar no SIGA Mobile (a) escolhendo o campus ao qual possui vínculo acadêmico. A figura (b) demonstra o menu principal de acesso e a figura (c) os cursos ao qual o aluno possui vínculo.

Todas as configurações e cadastros de dados são feitos pelo SIGA. O aplicativo é uma outra opção de acesso a dados de maneira mais prática e fácil, pois as aplicações móveis tendem a fornecer vantagens relevantes para seus usuários em termos de *design* e usabilidade segundo Nayebi (2012). Todas as informações também podem ser acessadas por meio dos portais do SIGA Web.

6. Considerações Finais e Trabalhos Futuros

O uso de TIC na educação pode ser considerada uma questão inevitável devido ao seu exponencial aumento. Com isso, seu uso pode ser amplo, podendo ser inserida em diversas áreas da educação, não se limitando a novos métodos de ensino e ambientes de aprendizagem. Este trabalho propôs o uso de TIC no gerenciamento acadêmico de alunos, apresentando um sistema *web* denominado SIGA e sua versão *mobile*.

Assim, o desenvolvimento deste trabalho colaborou para a linha de pesquisa relacionada a adaptabilidade de sistemas de informação de gerenciamento acadêmico para dispositivos móveis, oferecendo uma nova alternativa para o desenvolvimento de aplicações da área acadêmica.

Como trabalhos futuros, planejamos o acréscimo de novas funções para o SIGA e seu aplicativo *mobile* como: integração de planos de ensino, controle de acessos, calendário e catálogo telefônico. A proposta de inclusão do plano de ensino ao sistema possibilitaria aos professores e alunos acompanharem de uma melhor forma os conteúdos programáticos das disciplinas. Já o controle de acessos seria para controlar catracas e dispositivos de biometria, onde abriria a possibilidade de controle de presenças em aula de forma automática. O calendário e o catálogo telefônico têm como objetivo informar os alunos de eventos e programações e listar os telefones úteis das instituições. Todas estas funções já estão em desenvolvimento.

Referências

- Bransford, J. D., Brown, A. L., Cocking, R. R. (1999) How people learn: Brain, mind, experience, and school. National Academy Press.
- Hansen, R. P., Pinto, S. C. S. C. (2003) Construindo Ambientes de Educação Baseada na Web Através de Web Services Educacionais. Em: Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Rio de Janeiro. pp. 61-70.
- IDC, Market Analysis. (2015) Smartphone OS Market Share, 2015 Q2. Disponível em: <<http://www.idc.com/prodserv/smartphone-os-market-share.jsp>> Acesso em: 19 de fevereiro de 2016.
- Kenski, V. M. (2012) Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação. Editora Papirus.
- Kreger, H. (2001) Web Services Conceptual Architecture. IBM Software Group.
- Nayebi, F., Desharnais, J.-M., Abran, A. (2012) The state of the art of mobile application usability evaluation. In Proceedings of XXV Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, Montreal, pp. 01-04.
- Nielsen Company (2013) O Consumidor Móvel: Um Panorama Global. Disponível em <<http://www.nielsen.com/content/dam/corporate/Brasil/reports/2013/Estudo-Consumidor-Mobile-Jun13.pdf>>. Acesso em: 03 de janeiro de 2016.
- Ross, J. W., Beath, C. M. (2012) Working Smarter: The digital economy is all about your people. MIT Sloan Management Review.
- UNESCO (2013) Diretrizes de políticas da UNESCO para a aprendizagem móvel. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002277/227770por.pdf>>. Acessado em: 11 de fevereiro de 2016.
- Vieira, M., Alves, E. D. G. (2015) Celular e sala de aula: dos limites às possibilidades. Em: Anais do XXI Workshop de Informática na Escola, Maceió. pp. 236-245.
- Williams, R. L. (2005) Preciso saber se estou indo bem: uma história sobre a importância de dar e receber feedback. Sextante.

Proposta de Arquitetura em Grade Computacional para o Prontuário Eletrônico Único do Paciente

José da S. Azanha Neto^{1,2}, Henrique J. Q. de Oliveria¹, Antônio S. A. M. Bastos² e Débora V. Canne²

¹UMC, Mogi das Cruzes, Brasil (Núcleo de Pesquisas Tecnológicas – NPT)
Av. Dr. Cândido Xavier de Almeida Souza, 200 – Mogi das Cruzes – SP – Brasil

²UNINOVE, São Paulo, (Diretoria de Informática)
Av. Dr. Adolpho Pinto, 109 - Barra Funda, São Paulo - SP, Brasil

*jose.azanha@uninove.br, quintino@umc.br, prof.ab@uni9.pro.br,
debora.canne@uni9.pro.br*

Resumo. A utilização de sistemas de informação no setor da saúde é um instrumento importante para a tomada de decisão médica. Além disso, estes sistemas mostraram-se eficientes na agilidade dos atendimentos médicos e na redução de custos operacionais em hospitais. Entretanto, os modelos atuais destes sistemas são centralizados ou dispersos em diferentes modelos de dados sem interoperabilidade. A proposta de uma arquitetura em grade e nuvem vem ao encontro como uma estratégia de descentralização e do processamento paralelo com objetivos claros de disponibilidade, confiabilidade e tolerância a falhas em sistemas de informação. Estes objetivos devem ser ressaltados em sistemas de informação, cujo volume de acessos e a concorrência de recursos são significativamente altos.

Palavras-chave: Prontuário do Paciente, Sistemas Distribuídos, Computação em Nuvem, Computação em Grade, Tolerância a Falha.

Abstract: The use of information systems in the health sector is an admittedly important issue for medical decision-making. Moreover, these systems were effective in medical care and to reduce operating costs in hospitals. However, the current models of these systems are centralized or dispersed in different data models without any interoperability. The proposal of a grid architecture and cloud meets the decentralization strategy and parallel processing with clear objectives of availability, reliability and fault tolerance in information systems. These objectives must be seen in information systems whose volume of access and competition of resources is significantly high.

Keywords: Electronic Medical Records, Distributed Systems, Cloud Computing, Grid Computing, Fault Tolerance.

1. Introdução

Os sistemas de informação em saúde possuem um papel fundamental, na melhoria da qualidade da assistência médica e na redução de custos operacionais em instituições de saúde em geral. Além disso, lidam com um grande volume de informações e modelos de dados heterogêneos em cada nível de atenção em saúde. Um dos sistemas de informação em saúde mais utilizados, é conhecido por Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP), que permite consultar e manter as informações sobre o passado, presente e o futuro, por meio do histórico do paciente. Entretanto, os PEPs apresentam problemas relacionados com informações dispersas, desorganizadas, integridade de dados e disponibilidade de acesso. Além disso, os modelos atuais de PEPs são centralizados e/ou não permitem acesso integral ao histórico do paciente. Este fato reflete na dificuldade do acesso por parte dos pacientes ao seu prontuário e na falta de um histórico coerente sobre o estado de saúde do mesmo. (Azanha Neto e Oliveira (2014). Dessa forma, a proposta de centralizar o banco de dados (BD) do PEP minimiza parte dos problemas de integridade e informações dispersas, mas produz outros relacionados ao acesso e a concorrência de recursos, tornando o PEP inacessível em muitos casos. Por exemplo, segundo Azanha Neto e Oliveira apud FURUIE, et al. (2014), existem modelos de prontuário que mantém textos e imagens, podendo alcançar até 5GB de armazenamento em disco por dia, por paciente. Logo, centralizar o acesso a volumes grandes de dados pode sobrecarregar a rede e aumentar o tempo de resposta (TR) ao ponto de produzir problemas de indisponibilidade do PEP, e inviabilizar os atendimentos médicos (Azanha Neto e Oliveira, 2014). Outro fator a ser considerado, é que sistemas centralizados não se apresentam como confiáveis e tolerantes a falhas, o que pode deixar um PEP fora do ar, por tempo indeterminado (Tanenbaum e Steen, 2007). Entende-se que, para resolver parte destes problemas, foi proposto um novo modelo de BD distribuído, chamado de Prontuário Eletrônico Único do Paciente (PEUP). Este modelo tem como objetivo propor a unificação do modelo de dados (MD) do paciente para manter um histórico clínico coerente e íntegro. No entanto, ao invés de centralizar, o modelo distribui os dados em uma arquitetura denominada por grade computacional, que pode estar acessível ao usuário através da computação em nuvem. Assim, a grade computacional distribui os modelos de dados em unidades federativas, que estão geograficamente distantes e podem estar em domínios administrativos diferentes, ou seja, pode-se estender o modelo para nuvens federadas (NF) (Demchenko, 2012; Kurze, 2011). Além disso, o MD é composto por três níveis de informação, sendo o Nível Um, formado pela síntese do prontuário, que contém um pequeno volume de dados, pois se trata dos últimos atendimentos, medicamentos prescritos, alergias e doenças crônicas. No Nível Dois, tem-se a síntese do prontuário estendido, com informações complementares do paciente. Por fim, no Nível Três, tem-se o prontuário completo do paciente. O prontuário de Nível Um está distribuído em todas as instâncias de dados das NFs. Os demais níveis (2 e 3) ficam em BDs locais e são enviados para outras regiões sob demanda do profissional médico (Azanha Neto e Oliveira, 2014).

Um modelo de sistema de informação como o PEUP propõe a viabilidade do acesso a um número grande de pacientes, profissionais de saúde e ainda lidar com a concorrência de recursos em nuvens federadas (Demchenko, 2012; Kurze, 2011). Desta forma, é

necessário adotar uma estratégia ligada à descentralização e que atenda os objetivos de confiabilidade, transparência da falha e compartilhamento de recursos de processamento. Conceitualmente, um sistema de informação que é capaz de continuar operando, mesmo que ocorra a falha de alguns dos seus componentes, é denominado por sistema tolerante a falhas. Ademais, um sistema de informação que se mantém operacional por muito tempo, é denominado por sistema com alta disponibilidade e confiabilidade, devendo o mesmo manter-se operacional em 99,99% do tempo, mesmo considerando as manutenções preventivas e/ou corretivas. Assim, este artigo tem como proposta avaliar o comportamento do PEUP e da grade computacional, com direcionamento estratégico para a confiabilidade, alta disponibilidade e tolerância a falhas. A confiabilidade é medida pela disponibilidade e segurança de uma aplicação ou serviço (Tanenbaum e Steen, 2007). Neste artigo, será discutida somente a disponibilidade e tolerância a falhas do modelo do PEUP. As questões voltadas à segurança, transações concorrentes com BD e integração dos dados ou custo de manter replicações do BD, não são contempladas neste trabalho.

2. Materiais e Métodos

A distribuição do PEUP depende de uma arquitetura sólida que favoreça o acesso dos usuários através de NFs, compartilhe recursos e tenha suporte à tolerância a falhas. Para tanto, o modelo de distribuição deve viabilizar a descentralização do servidor de aplicação e do BD, por estarem operando em rede de longa distância, e permitir que os BDs se comuniquem para garantir a distribuição dos dados de pacientes e usuários em todos os modelos de dados.

Tendo em vista a portabilidade da linguagem JAVA, esse modelo de PEUP adotou a solução em grade JAVA Parallel Processing Framework (JPPF) como arquitetura de distribuição, conforme apresenta a Figura 1. O JPPF suportou todas as requisições de HTTP que chegaram ao servidor de aplicação GlassFish Server 4. Para manter os dados do PEUP, foi implantado o servidor de BD MySQL 5.x com replicação de dados *Master/Master* entre todas as instâncias de BD da grade. A aplicação do PEUP foi desenvolvida com a linguagem JAVA Web Servlets e bibliotecas do framework JPPF para processamento de tarefas na grade (Xiong, Wang e Xu, 2010).

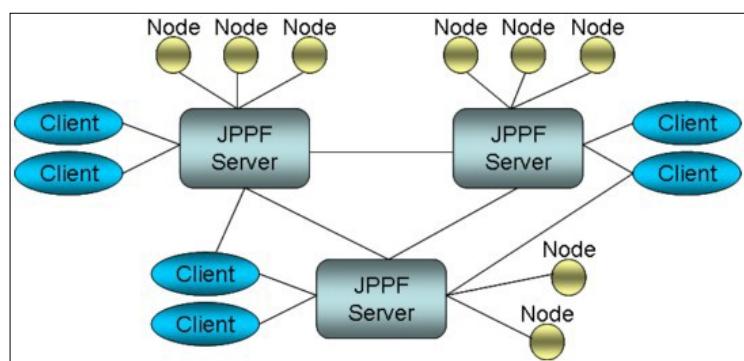


Figura 1. Arquitetura de federações da grade JPPF.

Fonte: (Xiong, Wang e Xu, 2010)

Conforme a Tabela 1 a seguir, foram utilizados 35 computadores *desktops* com máquinas virtuais do sistema operacional Ubuntu 10.04 disponíveis no laboratório de informática da Universidade Nove de Julho. Assim, considera-se que o desempenho não está próximo do ideal tendo em vista a configuração do hardware de simulação.

Tabela 1. Componentes do PEUP em um laboratório de informática.

Servidores	Função no Ambiente	Qtde Recursos
GlassFish Server	Servidor aplicação	01
JPPF Driver Server	Nó mestre (grade)	01
JPPF Node Server	Nó escravo (grade)	31
JPPF Monitoring Admin	Admin (grade)	01
MySQL Server	Banco de dados	02

Como se pode ver, na Figura 2 apresentamos a configuração da grade JPPF no ambiente de simulação que foi extraída da aplicação de gerenciamento JPPF Administration Tool.

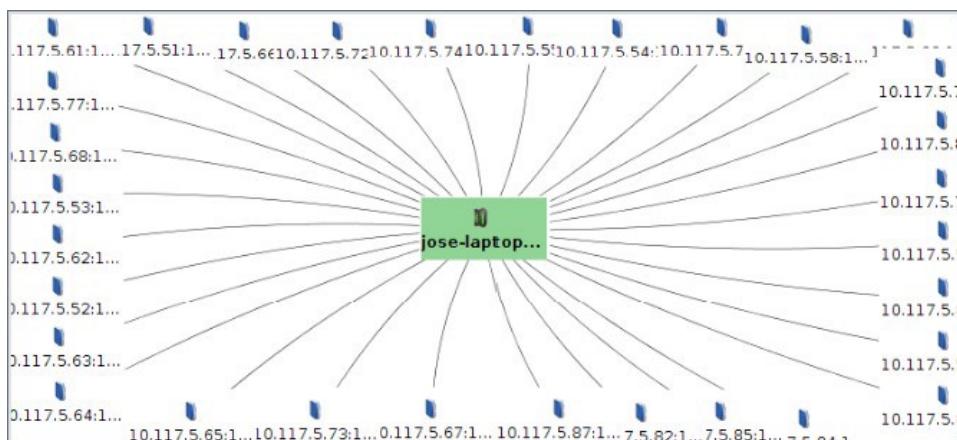


Figura 2. Configuração da grade com um servidor JPPF Driver e 31 JPPF Nodes.

As métricas utilizadas para avaliar a arquitetura do PEUP são: disponibilidade, confiabilidade, TR e tolerância a falhas. Estas métricas foram aplicadas em seis cenários com a simulação de falha nos JPPF Nodes, como se pode ver na Tabela 2. Também consideramos a avaliação do TR para analisar o comportamento do ambiente computacional e o retardo médio diante das situações de falha de recursos.

As requisições enviadas aos seis cenários foram: “Listar Atendimentos”, “Listar Pacientes” e “Listar Usuários”, previamente desenvolvidas para validar o modelo do PEUP. Desta forma, através da simulação da falha de alguns *nós* de processamento e, conforme a quantidade de recursos foi reduzindo (Tabela 2), analisou-se a capacidade do PEUP em manter a sua disponibilidade, confiabilidade e tolerância a falhas.

Tabela 2. Quantidade de JPPF Nodes da grade JPPF do PEUP e os testes realizados com a simulação de falha de nós.

Nº de Teste	Descrição dos Testes	Nós Inativos	Nós Ativos
0	Sem falha	0	31
1	Falha de nós	15	16
2	Falha de nós	12	4
3	Falha de nós	1	3
4	Falha de nós	1	2
5	Sem falha	0	1

3. Resultados

A arquitetura em grade proposta, situa os recursos disponíveis que compõem o MD do PEUP e que foi suportado pelo servidor GlassFish, sendo o responsável pela implantação e execução da aplicação web. Assim, as requisições que chegaram ao GlassFish, foram direcionadas ao servidor JPPF Driver que gerencia os JPPF Nodes, responsáveis pela execução das instruções SQL no MySQL Server. O algoritmo de平衡amento de carga que o JPPF Driver adota por padrão é o “proporcional”, que entrega as tarefas nós. A Tabela 3 apresenta os cenários propostos nos testes realizados.

Tabela 3. Resultados dos Tempos de Resposta em seis cenários de testes.

Cenários	Nós Disponíveis	TR
0	31	4,55s
1	16	4,83s
2	4	4,02s
3	3	6,24s
4	2	8,60s
5	1	12,10s

No cenário 0, as requisições “Listar Atendimentos”, “Listar Pacientes” e “Listar Usuários” para o servidor Glass Fish e, consequentemente, para o JPPF Driver. Observou-se que o algoritmo “proporcional” faz o balanceamento de carga de tarefas entre os JPPF Nodes, distribuindo-os de modo adequado e deixando os demais nós da grade (28) ociosos. Estes recursos ociosos poderiam ser acionados, de acordo com o aumento da demanda. Assim, observa-se também a flexibilidade da arquitetura do modelo do PEUP e a disponibilidade de recursos de processamento. A Figura 3 apresenta as tarefas em execução pelos JPPF Nodes.

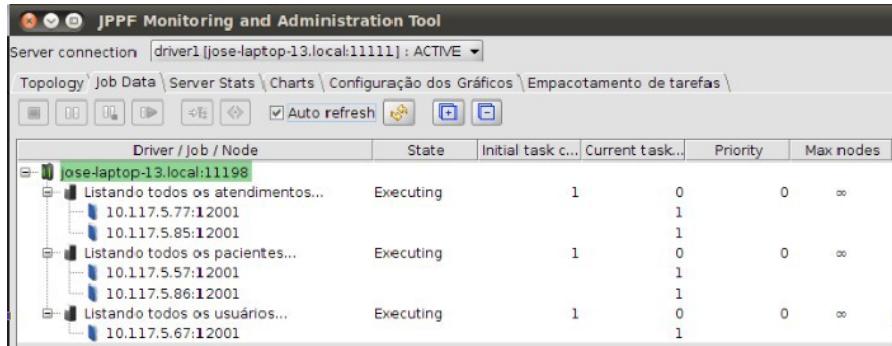


Figura 3. Execução de tarefas entre os JPPF Nodes visualizada pelo JPPF Admin. Tool.

Os demais cenários consideraram um aumento na falha de recursos, observando-se a capacidade da grade computacional de sobreviver a um número de falhas de recursos e se manter disponível. Desta forma, ressalta-se na Figura 3 que, mesmo com a redução de 30 JPPF Nodes, o PEUP continuou atendendo as requisições dos usuários, apesar do aumento no TR apresentado na Tabela 3 e, a fila de requisições da Figura 4. Além disso, verificou-se que alguns JPPF Nodes se mantiveram ociosos, sendo esta, uma característica de escalabilidade, que economiza recursos, quando a demanda de acessos de usuários é baixa. Inversamente, seriam utilizados nós ociosos aumentando os recursos.

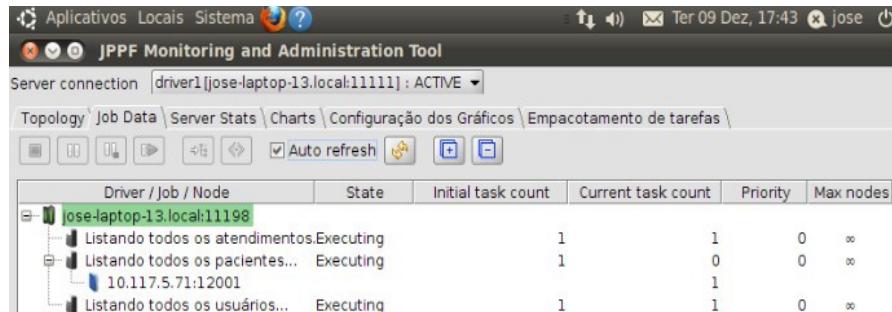


Figura 4. Tarefas entregues para um JPPF Node para simular a fila e a disponibilidade de recursos.

A proposta de uma arquitetura em grade e nuvem para o PEUP, visando avaliar a disponibilidade, confiabilidade e a tolerância a falhas é tecnicamente viável de implementar, mesmo considerando um BD distribuído e um MD com três níveis de informação. Contudo, a adoção de um número sempre maior de JPPF Nodes, que a demanda de acessos de usuários do PEUP requer, é uma estratégia interessante do ponto de vista do desempenho, pois haverá sempre mais nós disponíveis que o número de requisições. Além disso, foi identificado que a grade economiza recursos quando opera em baixa. Com relação à falha de seus componentes, o ambiente do PEUP se mostrou bem tolerante a falha e manteve a disponibilidade do sistema aos usuários simulados.

4. Discussão

A Figura 5 apresenta um gráfico que inicializa a discussão dos resultados com um comparativo da variação dos tempos de resposta conforme os testes avançam no sentido

de simular a indisponibilidade de nós de processamento da grade da nuvem. Deste modo, observa-se que o TR não aumentou de forma significativa, isto é, o TR foi de 6,24s quando o cenário com três requisições chegara aos três nós e 8,60s para dois nós.

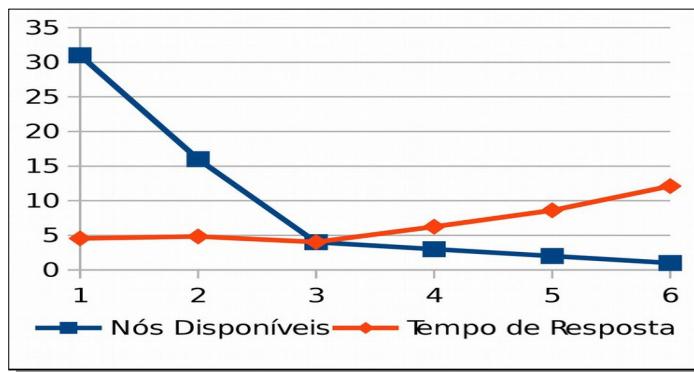


Figura 5. Comparativo da variação dos TRs para os cenários apresentados.

Tabela 4. Relação da Curtose.

Variável	N (testes)	Curtose
Tempo de Resposta	6	0,78
Nós Disponíveis	6	1,72

Pode-se observar através da Tabela 4 que, pelo valor expresso no TR para os com os nós disponíveis, que a curtose nesse caso é menor do que zero, ou seja, é tida como Platicúrtica (Curtoses < 0), indicando que há pouca concentração dos dados em torno da média, fazendo com que a curva fique mais achatada. Isso nos indica que necessitamos realizar maior quantidade de testes em ambientes diversos, buscando aperfeiçoar o tempo em relação aos nós disponíveis, diminuindo a dispersão entre os dados.

Na Tabela 5, pode-se verificar por intermédio do desvio-padrão em que a interpretação dada é a seguinte: quanto mais próximo de zero, menos os dados medidos (3,11s) variam em torno da média (6,72s). Entre outras conclusões, podemos dizer que ao menos 75% das dos nós possuem um TR aceitável, dentro do ambiente de em que ocorreram os testes. O coeficiente de variação (média/desvio-padrão) é de aproximadamente 45% de dispersão relativa. Com o aumento de testes será possível encontrar outras possíveis falhas e consequentemente melhorar o TR.

Tabela 5. Desvio-Padrão dos testes

Variável	N de testes	Média	Desvio Padrão
Tempo de Resposta	6	6,72	3,11

O ambiente de validação utilizado para o modelo do PEUP apresentou um comportamento interessante, referente à economia de recursos de processamento, o que garante o funcionamento do modelo, ou seja, todas as tarefas enviadas foram prontamente atendidas. Esta flexibilidade permite manter o ambiente do modelo do PEUP com alta disponibilidade e confiabilidade de serviço.

5. Conclusão

A falha de JPPF Nodes, que variaram entre 48 a 97% nos seis cenários, a arquitetura em grade e nuvem do PEUP se mostrou confiável e disponível aos usuários, mesmo lidando com um modelo de BD distribuído em três níveis de informação. Além da confiabilidade e disponibilidade, a arquitetura se mostrou sólida em relação à tolerância a falhas, que é fator importante em ambientes que sofrem com a concorrência de acesso.

Pode-se observar que, com a falha de 30 JPPF Nodes, um único nó respondeu as requisições dos usuários simulados, verificando que o desempenho do PEUP tenha diminuído, mesmo operando em rede local. Logo, considerando as situações de falha e manutenção corretiva e/ou preventiva, a arquitetura de grade e nuvem do PEUP, se mostrou viável para lidar com desafios de confiabilidade, disponibilidade e tolerância a falhas. Tais questões estão cada vez mais presentes em aplicações na área da saúde, sejam eles, disponíveis através da nuvem ou em redes privadas de longa distância.

Referências

- Azanha Neto J. S. and Oliveira H. J. Q.(2014) Modelo de banco de dados distribuído para o prontuário eletrônico único do paciente. In: Anais do XXV Congresso de Engenharia Biomédica, Uberlândia, Minas Gerais, p.1054-1057.
- Demchenko, Y. et al.(2012) "Intercloud Architecture for interoperability and integration". In: IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science, p. 666-674.
- Kurze, T. et al. (2011) Cloud Federation. In: The Second International Conference on Cloud Computing, Grids and Virtualization, p. 32-38.
- Lunardelli, R. S. A., Tonello, IMS, and Molina, L. G. (2015). A Constituição da Memória dos Procedimentos em Saúde no Contexto do Prontuário Eletrônico do Paciente. *Informação & Informação*, 19(3), 107-124.
- Tanenbaum, A. S. and Steen, M. V (2007) Sistemas Distribuídos: Princípios e Paradigmas. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- Xiong J., Wang J. and Xu J.(2010) Research of Distributed Parallel Information Retrieval Based on JPPF. In: International Conference of Information Science and Management Engineering ISME, 1:109-111, doi:10.1109/ISME.

Rastreabilidade de Requisitos Usando Ferramenta de BI

Renato Toshio Kuroe¹, Marcelo Pereira da Silva², Jacques Duílio Brancher¹

¹ UEL – Universidade Estadual de Londrina (Departamento de Computação)
Rodovia Celso Garcia Cid, Km 380 – 86057-970 – Londrina – PR – Brasil

² IST – Instituto SENAI de Tecnologia da Informação e Comunicação
Rua Belém, 844, Centro – 86026-000 – Londrina – PR – Brasil

renatolangley@gmail.com, mps.turbo@hotmail.com, jacques@uel.br

Resumo. Nos projetos de implementação de melhoria de software baseado nos modelos de referência como o MPS.Br SW, uma das dificuldades das empresas é a realização da Rastreabilidade dos Requisitos, que é um resultado exigido no processo de Gestão de Requisitos. Este artigo apresenta uma opção de implementar este resultado através de duas ferramentas: um gerenciador de tarefas de projetos e um BI (Business Intelligence). O resultado é a criação de um painel onde é possível visualizar todos os relacionamentos dos requisitos do projeto.

Abstract. In projects of software improvement implementation based on reference models like the MPS.Br SW, one of the companies' difficulties is the achievement of the Requirements Traceability implementation, which is a required result in the Requirements Management process. This article provides an option to implement this result through two tools: one project task manager and a BI (Business Intelligence). The result is the creation of a panel where you can view all project requirements relationships.

Requisitos; Rastreabilidade; Business Intelligence; RedMine.

1. Introdução

Vivemos em uma era onde a informação se tornou o principal “commodity” da sociedade. Para gerenciar essa informação, o desenvolvimento de software se tornou uma das áreas mais exploradas no mundo. Nas empresas que desenvolvem *software*, a demanda cada vez maior deste produto gera também uma necessidade de entregas alinhadas com as necessidades dos clientes a fim de garantir a qualidade dos produtos e a competitividade perante ao mercado.

Uma das áreas de conhecimento da Engenharia de *Software* é a Engenharia de Requisitos (SWEBOK, 2004) que define os processos e as boas práticas para o entendimento das funcionalidades do produto, sua documentação e sua implementação através da integração dos componentes definidos para o *software*.

Uma das dificuldades do Gerenciamento de Requisitos é a rastreabilidade entre os requisitos levantados e os componentes utilizados na implementação do *software*. Como os requisitos são passíveis de mudanças, a ausência de ferramentas eficazes para

a realização da rastreabilidade dos requisitos podem dificultar o trabalho de manutenção do *software*.

Sob este contexto, o objetivo deste trabalho é a apresentação de uma solução para a gestão de requisitos no desenvolvimento de software através criação da matriz de rastreabilidade utilizando duas ferramentas: uma para gestão de projetos e uma para BI.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: na seção 2 é feita uma fundamentação teórica sobre Requisitos. Nas seções 3 e 4 são descritas as ferramentas de projetos e BI. A seção 5 relata o caso de uso e os resultados são apresentados na seção 6. Por fim, as considerações finais são relatadas na seção 7.

2. Requisitos

Os requisitos de um sistema são as descrições do que o sistema deve fazer, os serviços oferecidos e as restrições a seu funcionamento e o processo para descobrir, analisar, documentar e verifica esses requisitos é chamado Engenharia de Requisitos (Sommerville, 2011).

Tradicionalmente, os requisitos de *software* são separados em requisitos funcionais e não-funcionais. Os requisitos funcionais são a descrição das diversas funções que clientes e usuários querem ou precisam que o software ofereça. Eles definem a funcionalidade desejada do *software*.

Requisitos não-funcionais são as qualidades globais de um *software*, como manutenibilidade, usabilidade, desempenho, custos e segurança. Normalmente estes requisitos são descritos de maneira informal, de maneira controversa (por exemplo, o gerente quer segurança mas os usuários querem facilidade de uso) e são difíceis de validar (Sommerville, 2011).

A necessidade de se estabelecer os requisitos de forma precisa é crítica na medida que o tamanho e a complexidade do *software* aumentam. Além disso, os requisitos exercem influência uns sobre os outros o que determina uma maior dificuldade no processo.

A gestão dos requisitos ocorre ao longo de todo o desenvolvimento do *software* e tem por objetivo documentar, organizar e armazenar os requisitos bem como o controle de suas mudanças. Como os requisitos estão em constante mudança, seu gerenciamento pode-se tornar trabalhoso e complexo. Portanto, é de suma importância a utilização de ferramentas eficazes para esse trabalho (Wang et al, 2009).

2.1. Rastreabilidade de Requisitos

Rastreabilidade é o grau em que o relacionamento pode ser estabelecido entre dois ou mais produtos de desenvolvimento de *software*, especialmente produtos que tenham uma relação de predecessor sucessor ou de mestre subordinado com outro; por exemplo, o grau em que requisitos e projeto (design) de um determinado componente de *software* combinam (IEEE, 1990).

A rastreabilidade de requisitos é uma importante atividade no gerenciamento de requisitos, uma vez que ela pode fornecer base para a evolução das mudanças nos requisitos (Thommazo 2012). Segundo Leal Junior (2011), o uso da Rastreabilidade de

Requisitos ganhou uma grande importância no desenvolvimento de *software*. A prática já é recomendada por diferentes normas e padrões de qualidade, tais como CMMI (SEI, 2010) e MPS.BR (SOFTEX, 2013).

O modelo MPS.Br *Software* contém o processo de Gestão de Requisitos (GRE) cujo resultado denominado GRE3 que indica a necessidade de se estabelecer um mecanismo que permita rastrear a dependência entre os requisitos e os produtos de trabalho.

3. Redmine

O Redmine é uma ferramenta originalmente projetada para gerência de alterações de software, categoria de ferramentas conhecidas como *bug tracking*. Porém com sua evolução transformou-se em uma plataforma flexível na *web* para gestão de projetos (REDMINE, 2013). Com a adição de plug-ins pode-se agregar funcionalidades como gerência de projetos, controles financeiros, versionamento de código-fonte, agenda, dentre outros.

O Redmine foi desenvolvido baseado no *framework* Ruby on Railse está disponível sob a licença GNU General Public License (GPL)v2. A empresa citada no experimento está utilizando o REDMINE versão 3.3.0, com banco de dados MySQL e controle de versão do GitLab na versão 2.4.3.

4. Business Intelligence (BI)

O volume de dados produzidos pelos *softwares* levou a necessidade de desenvolvimento de ferramentas para o tratamento desses dados, transformando-os em informação para ser utilizada na tomada de decisões. Dentre essas ferramentas, destaca-se o BI (Santos e Ramos, 2006). O BI combina um conjunto de ferramentas de exploração dos dados com ferramentas que permitem a geração de relatórios, para produzir informação que será posteriormente utilizada pela gestão da organização, no suporte à tomada de decisão.

O QlikView, criado pela empresa sueca QlikTech e acrônimo de "Quality, Understanding, Interaction, Knowledge", é o *software* de BI que foi utilizado neste experimento. A versão do Qlik View utilizada para a implementação da Rastreabilidade de Requisitos é a 11.20 SR1 64-bit para Windows. Com uma versão denominada *desktop*, que pode ser baixada gratuitamente no *site* da empresa (Qlik, 2016).

5. Estudo de Caso

Nesta seção será apresentado o relato da criação da rastreabilidade de requisitos utilizando uma ferramenta de gestão de tarefas de projeto e uma ferramenta de BI em uma empresa de desenvolvimento de *software* para plataformas *mobile*. Esta ferramenta de rastreabilidade foi criada durante o projeto de melhoria de processo de *software*.

5.1. A Empresa

Uma empresa com 3 anos de existência, localizada na cidade de Londrina, cuja área de atuação é o desenvolvimento de *software* para dispositivos móveis. Recentemente a empresa passou pela avaliação no MR-MPS.Br SW nível G cujo resultado foi satisfatório.

O desenvolvimento e manutenção de *software* na empresa utiliza as práticas de Gerenciamento de Projetos do MR-MPS.Br SW e técnicas de métodos ágeis baseados no SCRUM utilizando o Redmine para o gerenciamento dos seus projetos e dos requisitos de *software*.

5.2. A Gestão de Requisitos do Projeto

Para documentar os requisitos no Redmine a empresa utiliza como padrão a criação de um subprojeto para cada projeto de *software* denominado Requisitos do projeto. Foi criado um tipo de tarefa chamado ‘Requisitos’. Dentro do subprojetos foram criadas tarefas do tipo ‘Requisito’ para o registro das funcionalidades e características do escopo do projeto.

As rastreabilidades horizontal (entre requisitos) e vertical (requisitos x tarefa de trabalho) foram feitas através da funcionalidade de relacionamento entre tarefas, conforme mostrado na Figura 1:

Requisito #2620

The screenshot shows a Redmine task detail page for 'Requisito #2620'. The top section displays the task title 'Requisito #2620' and a summary: 'Cadastro com FB, autocompletar nome e e-mail'. It shows the task was added by a user 28 days ago and last updated 'menos de um minuto' ago. Below this, there are buttons for 'Start' and 'Snap Up'. The task details section includes fields for 'Situação:' (A fazer), 'Prioridade:' (Normal), 'Atribuído para:' (empty), 'Categoria:' (empty), 'Versão:' (empty), 'Início:' (empty), 'Data prevista:' (empty), '% Terminado:' (empty), 'Tempo estimado:' (empty), and 'Tempo gasto:' (empty). The 'Subtarefas' section is empty. The 'Tarefas relacionadas' section lists five tasks: 'relacionado a The Beauty Box - Desenvolvimento Front-end #2622: Desenvolvimento de site' (Pausada), 'relacionado a Requisitos The Beauty Box - Requisito #2619: Participar' (A fazer), 'relacionado a Requisitos The Beauty Box - Requisito #2616: Lojas participantes' (A fazer), 'relacionado a Requisitos The Beauty Box - Requisito #2609: Tela de confirmação' (A fazer), and 'relacionado a The Beauty Box - Melhoria #2755: Gravação de dados de usuário do FB' (A fazer).

Figura 1. Relacionamento entre as tarefas

A rastreabilidade entre requisitos e código-fonte foi feita através da integração do Redmine com a ferramenta de versionamento de código. Para o versionamento a empresa utiliza tanto o Subversion quanto o Git. No processo de codificação da empresa, na ação do *check-in* deve ser informada a tarefa de trabalho para que a mesma fique associada à alteração realizada no código-fonte. A Figura 2 mostra o relacionamento criado após esse procedimento:



Figura 2. Relacionamento da Tarefa de Trabalho com o Componente

5.3. A Criação da Rastreabilidade no BI

A criação da Rastreabilidade dos Requisitos na ferramenta de BI foi dividida em três etapas descritas abaixo:

- Passo 1: Estudo das tabelas do banco de dados do Redmine para a elaboração das consultas dos requisitos dos projetos;
- Passo 2: Criação do *script* para extração dos dados das tabelas do Redmine, permitindo a análise dos dados utilizando as funcionalidades de um aplicativo de BI;
- Passo 3: Criação das planilhas com as informações de requisitos extraídas do Redmine em um *layout* que permita a seleção dos dados sob diversas perspectivas.

No Qlik View, o primeiro passo é definir um script para o carregamento dos dados dos requisitos. Esse script permite criar os cubos de dados que serão utilizados pelos gráficos e demais objetos dentro do BI.

Para gerar os cubos de dados e carregá-los com as informações dos requisitos dos projetos, é utilizada a função ‘Recarregar’. Após utilizar esta função, o BI gera um banco de dados relacional cuja estrutura pode ser vista na Figura 3:



Figura 3. Relacionamento entre as tarefas

A Figura 3 mostra que o BI precisou criar tabelas intermediárias para otimizar o relacionamento entre as tabelas que não estavam normalizadas. Após o banco de dados ser criado, os campos são disponibilizados para serem utilizados em gráficos, relatórios e demais objetos do BI. A Figura 4 mostra a tela para selecionar estes campos:

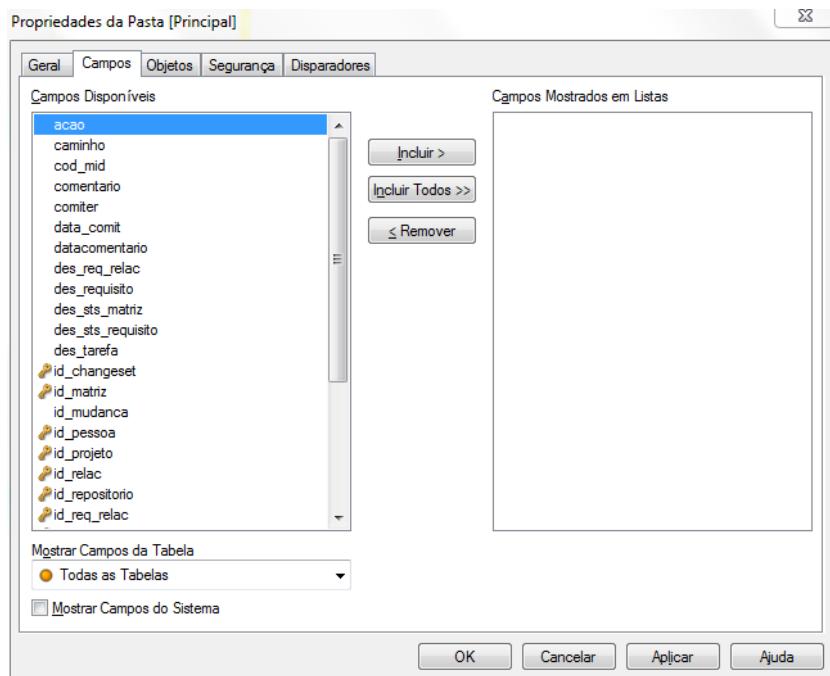


Figura 4. Tela de Seleção de Campos

6. Resultados

Para a visualização da rastreabilidade dos requisitos foram criadas cinco planilhas detalhadas conforme abaixo:

- 1) Informações do projeto – código, descrição e status;
- 2) Requisitos – código, descrição e status;
- 3) Requisitos relacionados – lista dos requisitos relacionados com o requisito selecionado na planilha de Requisitos;
- 4) Tarefas Relacionadas – lista das tarefas dos projetos relacionadas com o requisito selecionado na planilha de Requisitos;
- 5) Componentes – lista dos códigos-fonte relacionados com as tarefas selecionadas na planilha de Tarefas Relacionadas e consequentemente relacionados com os requisitos da planilha de Requisitos

Portanto, para observar a rastreabilidade de um requisito, basta selecioná-lo na planilha de requisitos que o BI filtrará as demais planilhas, mostrando apenas os relacionamentos. A Figura 5 mostra a consulta de um requisito selecionado na lista dos requisitos do projeto:

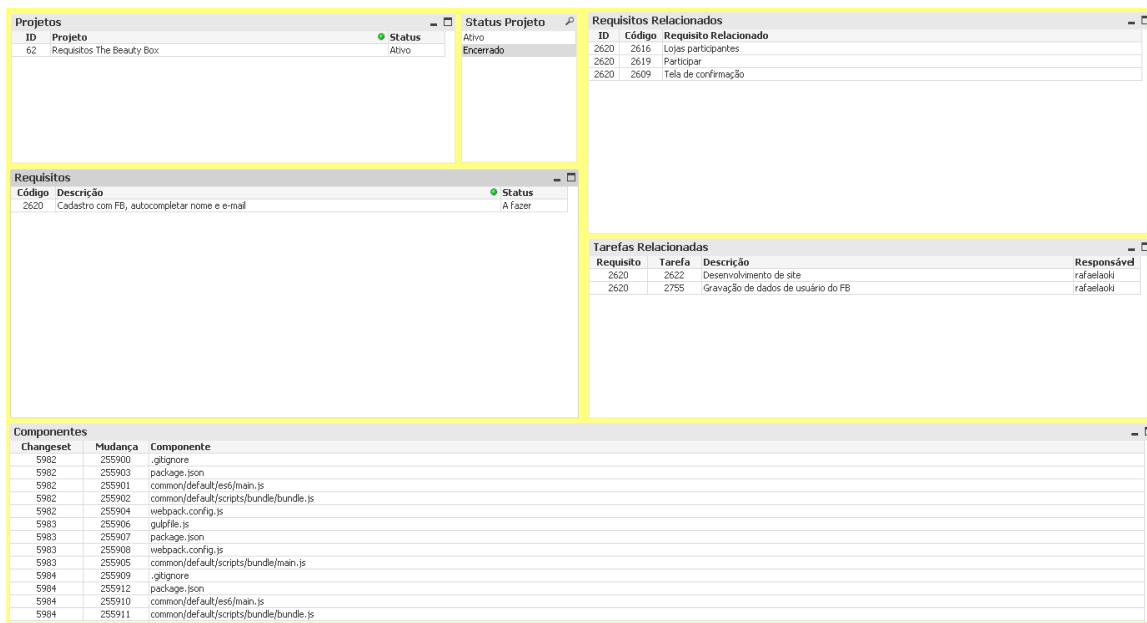


Figura 5. Painel de Rastreabilidade com um requisito selecionado

7. Conclusão

A utilização das ferramentas de gestão de projetos e do BI para a rastreabilidade dos requisitos nos projetos de desenvolvimento de *software* mostrou-se uma opção viável para empresas que precisam monitorar de forma eficaz e prática os seus requisitos.

Os resultados mostraram que a documentação dos requisitos no Redmine ficou prática e fácil de ser implementada. Além disso, a rastreabilidade, feita através do QlikView, permitiu uma visão mais dinâmica do relacionamento dos requisitos. Estes resultados ajudam a mudar o paradigma de que a rastreabilidade é complexa e difícil de ser implementada nas empresas.

Como futuros trabalhos, recomenda-se uma análise mais detalhada sobre as necessidades das empresas desenvolvedoras de *software*. Essa análise pode ser feita através de uma pesquisa junto às empresas. Uma análise nas demais versões da ferramenta de BI a fim de avaliar outras funcionalidades que poderiam ser utilizadas para este fim também é sugerida.

Por fim, é importante validar a ferramenta em outras empresas com características diferentes como metodologia, tratamento de requisitos e área de atuação.

Referências

- Badreddin, O. and Sturm, A. and Lethbridge, T. C., 2014. Requirement Traceability: A Model-Based Approach. *Proceedings of IEEE 4th International Model-Driven Requirements Engineering Workshop (MoDRE)*, pp.87-91.
- Calazans, A. F. S. and Paldêns, R. A. and Oliveira, D. C. and Silva, F. G. C. M. and Gama, T. C. B. and Louzada, W. A. and Garcia, Y. C., 2014. The functional requirements identification process for a traceability requirements software tool. *Proceeding of Universitas Gestão e TI*, Brasília, v. 4, n. 2, pp. 7-13, jul./dez. 2014

- IEEE, 1990. *Std 610.12 - IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology*, Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Thommazo, A. D and Malimpensa, G. and Oliveira, T. R. and Olivatto, G and Fabbri, S. C. P. F., 2012. Requirements Traceability Matrix: Automatic Generation and Visualization. *Proceedings of 26th Brazilian Symposium on Software Engineering (SBES)*.
- Qlick, 2016. *QlikView Guided Analytics*, Disponível em <http://www.qlik.com/us/products/qlikview>. Acesso em 02 de setembro de 2016.
- Redmine, 2014. *Redmine - página oficial*. Disponível em <http://www.redmine.org>. Acesso 02 de setembro de 2016.
- Santos, M. Y. and Ramos, I., 2006. *Business Intelligence: tecnologias da informação na gestão de conhecimento*, FCA Editora de Informática, Lisboa.
- Sommerville, I., 2011. *Software Engineering*. 9th edition, Addison Wesley, New York, USA.
- Wang, X and Lai, G. and Liu, C., 2009. Recovering Relationships between Documentation and Source Code based on the Characteristics of Software Engineering. *Proceedings of Electronic Notes in Theoretical Computer Science*.
- SWEBOK, 2004. *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*, Disponível em <http://www.swebok.org/htmlformat.html>. Acesso em 02 de setembro de 2016.
- Trindade, G. O. and Lucena, M., 2016. Alternative Title: Requirements Traceability in Agile Methodologies: A Exploratory Survey, *Proceedings of XII Brazilian Symposium on Information Systems*, Florianópolis, pp 478-485.
- Zisman, A and Spanoudakis, G., 2004. Software Traceability: Past, Present, and Future, *Proceedings of The Newsletter of the Requirements Engineering Specialist Group of the British Computer Society*.

Aplicação de Sistema Especialista nas Escalas de Apoio ao Diagnóstico de Enfermagem Durante a Elaboração da Sistematização da Assistência de Enfermagem

Expert System Application on the Scales of Nursing Diagnosis Support During Systematization Nursing Care Preparation

Edquel Bueno Prado Farias¹, Anderson Cavichioli¹, Paulo Henrique Andrade¹Renato Jose Sassi¹.

¹Universidade Nove de Julho UNINOVE
Avenida Francisco Matarazzo, Nº 612, Agua Branca –São Paulo SP – Brasil

edquelfarias@uni9.pro.br, paulo-henrique14@hotmail.com,
acavichioli@hotmail.com, sassi@uni9.pro.br

Resumo. A Sistematização da Assistência de Enfermagem (SAE) padroniza a forma de atender e diagnosticar o paciente. Durante a aplicação da SAE escalas de apoio como a de Glasgow e a de Braden definem parâmetros para este atendimento e diagnóstico. O hospital geral de pequeno porte utilizado neste estudo ainda não possuía o SAE e as escalas de apoio informatizadas. O objetivo deste trabalho foi aplicar um Sistema Especialista (SE) na informatização das escalas de Glasgow e de Braden para auxiliar ao diagnóstico do enfermeiro especialista durante a elaboração do SAE. Os resultados obtidos foram positivos e apontam para o uso de um SE no apoio ao diagnóstico como uma solução satisfatória.

Palavras chave: Sistematização da Assistência de Enfermagem, Sistema Especialista, Diagnóstico, Escalas de apoio.

Abstract. The Systematization of Nursing Assistance (SAE) standardizes the way to meet and diagnose the patient. During the application of SAE scales to support as Glasgow and Braden define parameters for this service and diagnosis. The general hospital of small used in this study have not yet had the SAE and scales to support computerized. The aim of this study was to apply an Expert System (ES) in the computerization of the scales of Glasgow and Braden to assist the diagnosis of the specialist nurse during the preparation of SAE. The results were positive and indicate the use of an SE in supporting the diagnosis as a satisfactory solution.

Keywords: Systematization of Nursing Care, Expert System, Diagnosis, support scales.

Áreas temáticas. Inteligência Computacional; Ferramentas de apoio à decisão

1. Introdução

Para se oferecer uma assistência de enfermagem com qualidade ao cliente, torna-se imprescindível o desenvolvimento da Sistematização da Assistência de Enfermagem (SAE). A SAE é um método organizado de trabalho utilizado pelo enfermeiro para aplicar seus conhecimentos técnico-científicos na prática assistencial, que proporciona estrutura lógica na qual a assistência de enfermagem se fundamenta e tem por objetivo melhorar a qualidade do cuidado ao paciente, de modo que suas necessidades sejam trabalhadas de forma individualizada e integral (HERMIDA; ARAÚJO, 2006). Durante o processo de confecção, diagnóstico e aplicação da SAE escalas de apoio como a de Glasgow e a de Braden são utilizadas (ROZA, 2004; PARANHOS; SANTOS, 1999).

A escala de Glasgow é um instrumento essencial para a mensuração do nível de consciência, do paciente, sendo utilizada desde o atendimento pré-hospitalar até em Unidades de Terapia Intensiva (ROZA, 2004). Já a escala de Braden é um instrumento essencial para a mensuração do risco para o desenvolvimento de uma lesão causada por uma pressão não aliviada, que leva a diminuição da circulação sanguínea (Ulcera de Pressão). (MENEGRIN; LOURENÇO, 1988).

A utilização de sistemas de apoio informatizados para a elaboração do SAE pelo enfermeiro ao mesmo tempo em que otimiza o processo também aguça o julgamento clínico do enfermeiro que o utiliza. Sistemas informatizados devem enfatizar a tomada de decisão e o julgamento clínico de enfermagem na assistência ao cliente, visando ampliar e sustentar a decisão clínica dos enfermeiros (HANNAH; BALL, 1999). Dentro deste contexto a iniciativa de associar a SAE a sistemas, técnicas ou ferramentas computacionais é bem-vinda, principalmente quando são técnicas da Inteligência Artificial (IA).

A IA compreende métodos, ferramentas e sistemas para resolver problemas que normalmente exigem a inteligência (KASABOV, 1996). Russel e Norvig (1995) destacam entre as técnicas da IA, os Sistemas Especialistas (SE). Um SE é um programa que pode fornecer conhecimentos para resolver problemas em uma área de aplicação da mesma forma que um especialista humano faria (KASABOV, 1996).

O hospital geral de pequeno porte utilizado neste estudo ainda não possuía o SAE e as escalas de apoio informatizadas. O objetivo deste trabalho foi aplicar um Sistema Especialista (SE) na informatização das escalas de Glasgow e de Braden para auxiliar ao diagnóstico do Enfermeiro especialista durante a elaboração do SAE.

2. Fundamentação teórica

2.1 Sistematização da Assistência de Enfermagem

A Sistematização da Assistência de Enfermagem (SAE) é modelo metodológico de aplicação dos conhecimentos técnico-científicos na prática assistencial, favorecendo o cuidado e a organização das condições necessárias para que ele seja realizado (GARCIA, 2000). A SAE é uma iniciativa no sentido de melhor organizar os processos de trabalho e documentação relativos ao Processo de Enfermagem (HERMIDA, BACKES, 2004). A implementação da SAE possibilita que os enfermeiros identifiquem as necessidades humanas básicas afetadas nos pacientes internados e quais diagnósticos classificados e respectivas intervenções de enfermagem estabelecidas, de modo que a

equipe de enfermagem consegue prestar uma assistência planejada e fundamentada em conhecimentos, viabilizando um cuidado objetivo e individualizado (REPETTO e SOUZA, 2005).

2.2 Escalas de apoio ao diagnóstico de Braden

A Escala de Braden é um indicador do desenvolvimento de Ulcera de Pressão e deve ser aplicado imediatamente quando se recebe o paciente. (SERPA et al., 2011). Esta escala é dividida em seis Sub-escalas: Percepção sensorial – capacidade de reagir significativamente à pressão relacionada ao desconforto; Umidade – nível em que a pele é exposta à umidade; Atividade – grau de atividade física; Mobilidade – capacidade do paciente em mudar e controlar a posição de seu corpo; Nutrição – padrão usual de consumo alimentar; Fricção e Cisalhamento – dependência do paciente para a mobilização e posicionamento e sobre estados de espasticidade, contratura e agitação que podem levar à constante fricção (PARANHOS; SANTOS, 1999). As sub-escalas são pontuadas variando de 1 a 4, exceto na sub-escala Fricção e Cisalhamento, que varia de 1 a 3. Avalia-se cada uma das sub-escalas e somam-se as respectivas pontuações que varia entre 6 e 23 na Escala de Braden. Quanto menor o valor, maior o comprometimento apresentado e maior a exposição ao risco. Escore igual ou maior que 16 pontos, são considerados de pequeno risco para o desenvolvimento de úlcera de pressão; escore entre 11 e 16, indicam risco moderado; e abaixo de 11 pontos, indicam alto risco de surgimento de úlcera de decúbito (MENEGHIN, 1998).

2.3 Escalas de apoio ao diagnóstico de Glasgow

A Escala de Glasgow (Tabela 01) faz a mensuração do nível de consciência, avaliando a capacidade de o paciente abrir os olhos, comunicar-se verbalmente, obedecer a comandos e mover suas extremidades, sendo utilizada desde o atendimento pré-hospitalar até Unidades de Terapia Intensiva. Desenvolvida na década de 1970, inicialmente recebeu o nome de Índice de Coma, e após um estudo de estatísticos sobre o sistema de pontuação, transformou-se na Escala de Coma de Glasgow (TEASDALE; JENNITT, 1974). Os achados da escala de coma de Glasgow ou simplesmente escala de Glasgow, formam a base da tomada de decisão clínica, como necessidade de tomografia computadorizada, intervenção cirúrgica e/ou modalidade de drogas (ROZA, 2004).

Tabela 01. Escala de coma de Glasgow

VARIÁVEIS		ESCORE
Abertura ocular	Esportânea À voz À dor Nenhuma	4 3 2 1
Resposta verbal	Orientada Confusa Palavras inapropriadas Palavras incompreensivas Nenhuma	5 4 3 2 1
Resposta motora	Obedece comandos Localiza dor Movimento de retirada Flexão anormal Extensão anormal Nenhuma	6 5 4 3 2 1
TOTAL MÁXIMO	TOTAL MÍNIMO	INTUBAÇÃO
15	3	8

Fonte: COFEN (2002)

2.4 Sistema Especialista

Keller (1991) define um Sistema Especialista (SE) como sendo uma parte da Inteligência Artificial que utiliza regras de “condição - ação”. Um SE é aquele que através de informações reunidas em um banco de dados, por um especialista humano no assunto, ajuda a resolver determinado problema.

Sistemas Especialistas (SEs) são utilizados com sucesso em campos da atividade humana, que vão desde as operações dos ônibus espaciais até através monitoramento de paciente da unidade de cuidados intensivos do hospital e sistemas para a tomada de decisão financeira, incluindo engenharia, ciência, medicina, agricultura, indústria, educação e formação, negócios, finanças e design (SILER, 2005). Entre os SEs os primeiros programas foram o DENDRAL 1965 (Feigenbaum e BARR, 1993), que determinaram a estrutura molecular a partir de dados espectrômetro de massa; R1 (McDermott, 1980) usada para configurar sistemas de computador, e MYCIN (Shortliffe, 1976) para o diagnóstico médico.

A Figura 01 mostra a arquitetura básica de um SE formada dos seguintes elementos:
a) base de conhecimentos fatos e regras (informação) que um especialista utiliza;
b) editor de bases é o meio pelo qual a Shell permite a implementação das bases desejadas;
c) máquina (motor) de inferência busca, analise e geração de novos conhecimentos;
d) banco de dados global são as evidências apontadas pelo usuário do Sistema Especialista durante uma consulta.

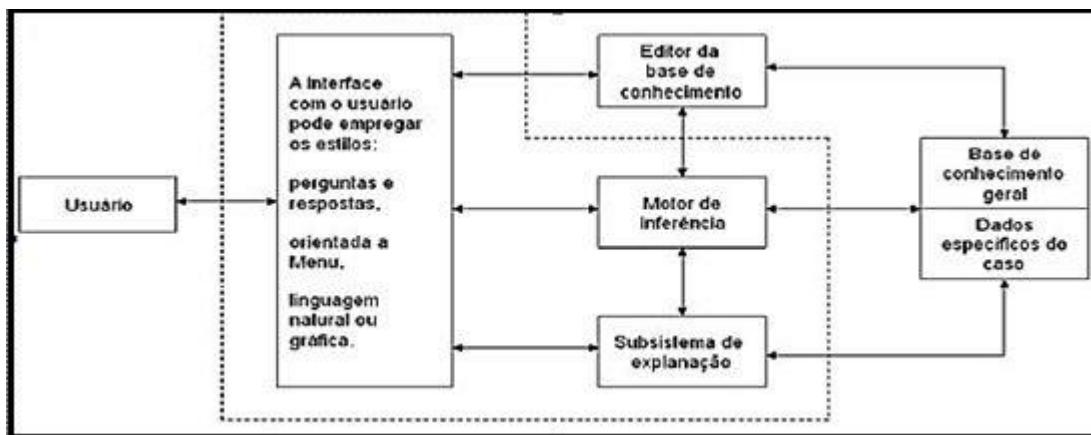


Figura 01. Arquitetura típica de um Sistema Especialista

(Fonte : LIA 1999)

3. Materiais e Métodos

A metodologia de pesquisa adotada neste trabalho foi definida como bibliográfica e experimental. A pesquisa bibliográfica é elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e atualmente com material disponibilizado na Internet (GIL, 2002).

Para Gil (2002), a pesquisa experimental determina um objeto de estudo, selecionam-se as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definem-se as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.

Os aplicativos utilizados neste trabalho foram:

Para a coleta e validação de dados utilizou-se o Excel e para a implementação do SE a Shell Exsinta desenvolvida pelo Laboratório de Inteligência Artificial da Universidade Federal do Ceará. O objetivo do Exsinta que oferece uma máquina de inferência básica para simplificar ao máximo as etapas de criação de um SE completo (LIA, 1999).

3.1 Metodologia experimental

A metodologia experimental foi dividida em duas partes: aquisição de conhecimento e Implementação do SE. Neste trabalho, a tarefa de aquisição de dados foi feita de modo semiautomático a partir da utilização de planilhas e conhecimento prévio dos especialistas da instituição e seguiu os seguintes passos:

Primeiramente os dados foram selecionados pré-processados com o uso do aplicativo Excel. Em seguida estes dados foram avaliados e validados pelos especialistas no domínio (SAE). Na segunda parte implementou-se o SE a partir dos dados extraídos e validados, com auxílio do *Shell Exsinta* os dados foram então interpretados e utilizado na construção do SE e padronização do atendimento ao usuário.

4. Apresentação e Discussão dos Resultados

Foi gerado uma série de regra no SE no estilo “Se... Então” com auxílio da *Shell Exsinta*, pode-se ver na figura 02 um exemplo de regra gerada pelo SE.

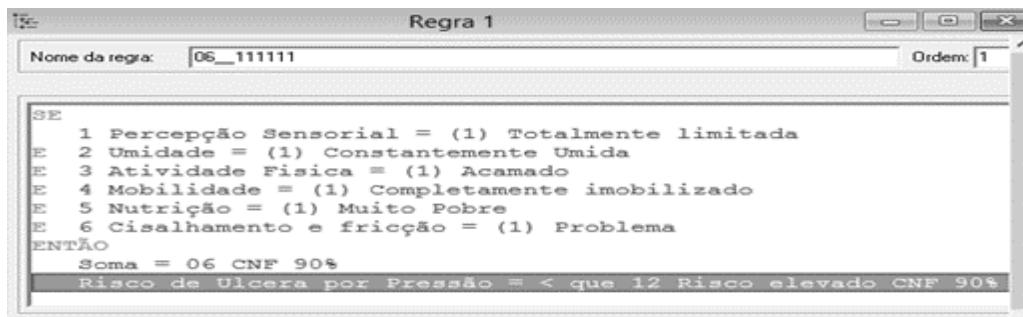


Figura 02. Exemplo de regra gerada pelo SE

Na Figura 03 visualiza-se a interface inicial de um dos módulos de SE de apoio desenvolvidos que vai se alterando até que esteja satisfeita todas as condições para se responder à questão levantada. Até inferir o resultado para a questão apresentada ao sistema (Figura 04).

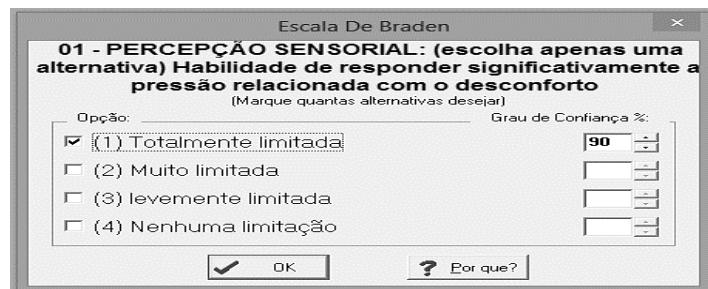


Figura 03. Interface de perguntas do módulo Escala de Braden do SE.

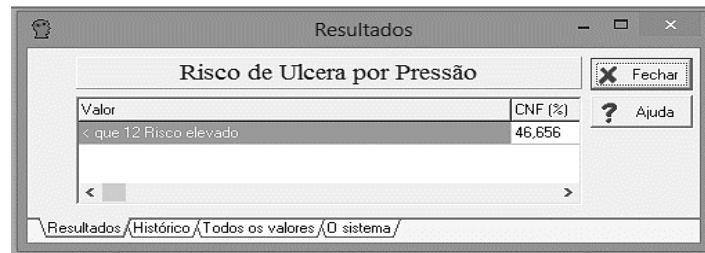


Figura 04. Interface de resposta do módulo Escala de Braden do SE.

É possível também visualizar a interface resultados (Figura 05) composta das seguintes abas: resultados, que mostra os valores inferidos pelo sistema, todos os valores onde é possível auditar os dados que foram inseridos no sistema, e o histórico extremamente importante porque através dele o enfermeiro especialista pode avaliar como e porque o sistema chegou no resultado proposto.

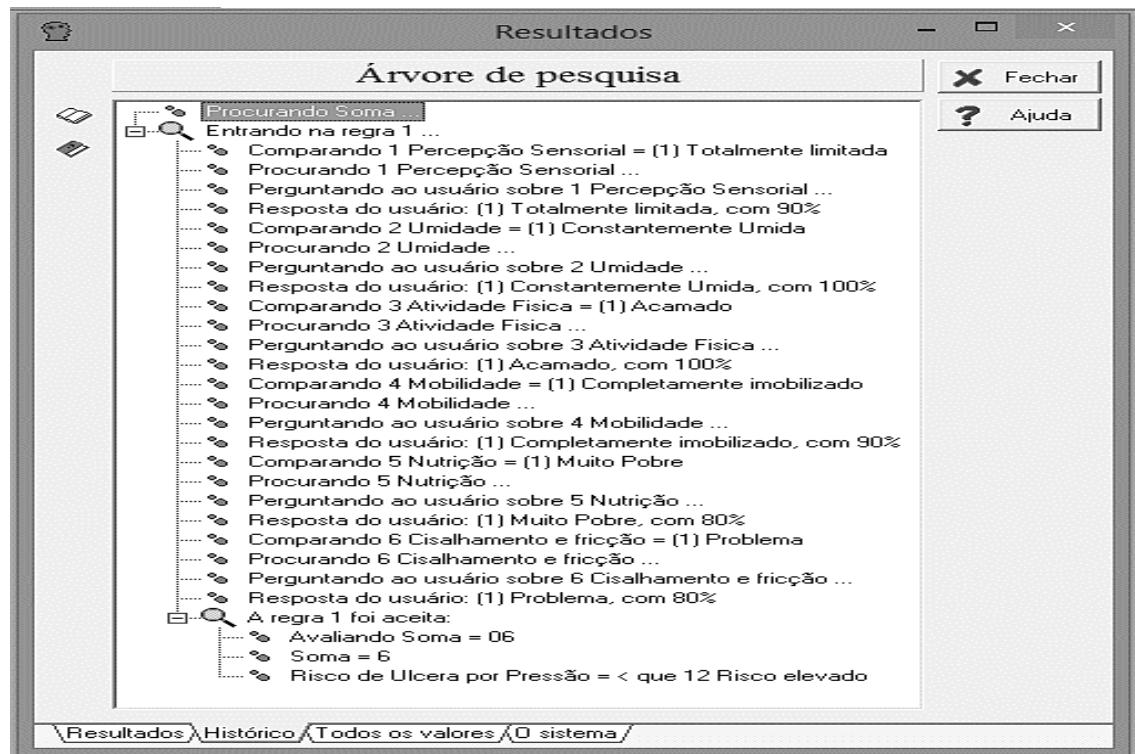


Figura 05. Interface de resposta do módulo Escala de Braden do SE.

O sistema como um todo incluindo base de dados e subsistemas passou por fases distintas de validação, testes e aprovação da Base de conhecimento do SE pelos Especialistas e encontra-se em uso na instituição em fase beta sendo utilizado em 50% das clínicas médica, cirúrgica e pronto socorro.

5. Conclusões:

A utilização de um Sistema Especialista (SE) para implementar de forma informatizada as escalas de Glasgow e de Braden no apoio as tomadas de decisão durante a elaboração do SAE pelo enfermeiro ao mesmo tempo em que informatiza também aguça o julgamento clínico do enfermeiro que o utiliza.

O sistema como um todo incluindo base de dados e subsistemas passou por fases distintas de validação, testes e aprovação da base de conhecimento do SE pelos especialistas, tanto de dentro da instituição quanto os contratados em consultoria externa e encontra-se em uso na instituição em fase beta. Os resultados iniciais do SE são positivos ao assistir o enfermeiro como um sistema inteligente de apoio na elaboração do SAE.

Conclui-se então, que o sistema alcançou o objetivo ao qual foi proposto uma vez que foi alcançada a Informatização das escalas de Glasgow e de Braden no apoio as tomadas de decisão durante a elaboração do SAE com o uso de Sistemas Especialistas conforme proposto inicialmente e o uso de um SE proposto como o que foi implantado é uma importante ferramenta na informatização das escalas de Glasgow e de Braden no apoio as tomadas de decisão durante a elaboração do SAE pelo enfermeiro.

A sugestão de continuidade deste trabalho é o uso dos SEs alinhado a arvores de Decisão também no processo de apoio ao pré atendimento hospitalar (triagem Hospitalar).

Referências Bibliográficas

- Backes D.S e Schwartz E. (2005) “Implementação da Sistematização da Assistência de Enfermagem: desafios e conquistas do ponto de vista gerencial”. Ciênc. Cuid. Saúde; 4(2): 182-8. São Paulo (SP). Brasil.
- Carneiro, L. R. (2011) “Tecnologia da Informação e a Medicina” – Disponível em: <http://timedicina.blogspot.com.br/2009/06/tecnologia-da-informacao-e-medicina.html>. Acessado em 28 10 2011.
- COFEN. Conselho Federal de Enfermagem (2002): Resolução COFEN-272 de 27 de agosto de 2002. Dispõe sobre a Sistematização da Assistência de Enfermagem – SAEnas Instituições de Saúde Brasileiras. Rio de Janeiro: COFEN, Brasil.
- Feigenbaum, E. A. and Barr, A. (1981) “The Handbook of Intelligence, Vol I. EUA.
- Garcia T.R. e Nóbrega M.M.L. (2000) “Sistematização da assistência de enfermagem: reflexões sobre o processo.” livro resumo. In: Anais do 52o Congresso Brasileiro de Enfermagem; 2000 Out 21-26; Associação Brasileira de Enfermagem; p.680, Recife (PE): Brasil.
- Gil, A. C. (1987), Como Elaborar Projetos de Pesquisa. Atlas, Brasil.
- Hannah, K. J. and Ball, M. J. (1999) Introduction to nursing informatics. Springer. New York, USA.
- Hermida, P. M. V. e Araújo, I. E. M. (2006) “ Sistematização da assistência de Enfermagem: subsídios para implantação. ” Revista Brasileira de Enfermagem. Brasília, v. 59, n. 5, Out. 2006. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003471672006000500015&lng=en&nrm=iso. Acessado em 29 04 2016.
- Kasabov, N. K. (1996), Foundations of neural networks, fuzzy systems, and knowledge engineering A Bradford Book. The MIT Press, London, England.
- Keller, R. (1991) Tecnologia de sistemas especialistas: desenvolvimento e aplicação. Makron Books, São Paulo (SP), Brasil.

- LIA. (1999) “Exsinta versão 1.1 Uma ferramenta visual para criação de Sistemas Especialistas manual do usuário.” Laboratório de Inteligência Artificial. Disponível em – <http://www.lia.ufc.br>. – Acessado em 03 04 2016.
- Meneghin, P. e Lourenço, T. N. (1988) “A utilização da Escala de BRADEN como instrumento para avaliar o risco de desenvolvimento de úlceras de pressão em pacientes de serviço de emergência.” Rev. Nursing, v. 1, n. 4, p, 13-19. Brasil.
- Palomares, M, L, E e Marques I, R. (2010) “Contribuições Dos Sistemas Computacionais Na Implantação Da Sistematização Da Assistência De Enfermagem.” J. Health Inform.; 2(3): 78-82; Jul-set 2010, Brasil.
- Paranhos, W. Y. e Santos V. L. C. G. (1999) “Avaliação do risco para úlcera de pressão por meio da Escala de Braden na língua portuguesa”. Ver Esc. Enferm. USP, 33:191-204, São Paulo (SP). Brasil.
- REPETTO, M. A. e SOUZA, M. F. (2005) “Avaliação da realização e do registro da sistematização na assistência à enfermagem (SAE) em um hospital universitário.” Revista Brasileira de Enfermagem, v.58, n.3, p.325-329, 2005, São Paulo (SP). Brasil.
- Roza, A. B. (2004), Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. Einstein. - São Paulo (SP). Brasil.
- Russel, S and Norvig, P. (1995), Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice-Hall, USA.
- Serpa L.F et al., (2011) “Validade preditiva da Escala de Braden para o risco de desenvolvimento de úlcera por pressão em pacientes críticos.” Rev. Latino - Am. Enfermagem jan-fev 2011. Disponível em http://www.scielo.br/pdf/rlae/v19n1/pt_08.pdf.Acessado em: 05 05 2016.
- Siler, W. and Buckley J, J. (2005), Fuzzy expert systems and fuzzy reasoning. JOHN WILEY & SONS, INC, USA.
- Teasdale, G and Jennett, B. (1974), Assessment of coma and impaired consciousness - A practical scale. Lancet. USA.

Automação com Arduíno: um levantamento das aplicações

Automation with Arduino: a survey of applications

Fernando Aparecido Pacheco da Silva Fortunato¹

¹ Professor de Ensino Superior (Departamento de Ciências Exatas)
Av. Dr. Adolpho Pinto, 109 – Barra Funda – São Paulo (SP) – Brasil

Resumo. O Arduíno é uma plataforma aberta de hardware e software, ou seja, um dispositivo eletrônico programável com capacidade de processamento, cujo principal objetivo é controlar dispositivos externos. A presente tecnologia surgiu para facilitar a prototipagem voltada à automação. As características marcantes do Arduíno estão associadas à facilidade de compreensão, programação, e aplicação, panorama este, que difundiu o Arduíno em escala global. Por se tratar de um assunto grande relevância, o presente artigo apresentou um estudo sobre as diversas aplicações relacionadas à plataforma Arduíno, que podem ser direcionadas à robótica, automação, instrumentação, domótica, química, educação, acessibilidade e inúmeras outras.

Abstract. The Arduino is an open hardware platform and software, namely, a programmable electronic device with processing power, whose main objective is to control external devices. This technology was created to facilitate the prototyping focused on automation. The salient features of the Arduino are associated with ease of understanding, programming, and implementation, this wide view, which spread the Arduino on a global scale. Because it is a very important subject, this article has presented a study on the various applications related to the Arduino platform, that can be directed to robotics, automation, instrumentation, automation, chemical, education, accessibility, and countless others.

Áreas temáticas. Automação e controle inteligente de processos.
Ferramentas de apoio à decisão. Técnicas de análise de fenômenos e processos.

1. Introdução

A automação permite aumentar a produtividade e a qualidade, fato que assegura competitividade das empresas, portanto a utilização desta tecnologia é uma tendência irreversível no atual cenário global (Gimenes; Pereira *et al.*, 2015). Os avanços nesta área estão diretamente relacionados ao desenvolvimento dos sistemas embarcados, que tem ganhado espaço notável nos últimos anos, este fenômeno se deve a ampla gama de problemas, que podem ser resolvidos por meio desta tecnologia (Silva *et al.*, 2012).

A possibilidade de criação de equipamentos que controlam seu próprio funcionamento atraiu, tanto pessoas com conhecimentos técnicos, como leigos na área. Até o momento

existia uma lacuna referente a uma ferramenta de projeto, que fosse simples, de baixo custo, e com grande capacidade de aplicação, diante de tal demanda foi criada na Itália a plataforma Arduíno (Cavalcante *et al.*, 2014).

O Arduíno é uma plataforma aberta de *software* e *hardware* aberta, que pode ser utilizada tanto por profissionais experientes na área da eletrônica, assim como para os iniciantes na área técnica. O Arduíno atualmente é uma ferramenta de prototipagem rápida e pode ser utilizado para redução de erros de projeto, fato que reduz custos de desenvolvimento, por isso, atualmente pode ser utilizada na confecção de diversos tipos de aparelhos (Silva *et al.*, 2012). Diante da relevância do assunto, o presente trabalho tem o objetivo de realizar um estudo, para verificar as aplicações da plataforma Arduíno.

2. Referencial Teórico

O Arduíno é uma placa eletrônica dotada de entradas e saídas (análogicas e digitais), além de um microcontrolador *Atmega328*, que executa uma determinada rotina de programação (Silva *et al.*, 2012). Existem diversas placas do Arduíno, na Figura 1 é apresentada a placa Arduíno “Uno”, que significa “um” no idioma italiano, este *hardware* atualmente está na sua terceira revisão (Gimenes; Pereira *et al.*, 2015).

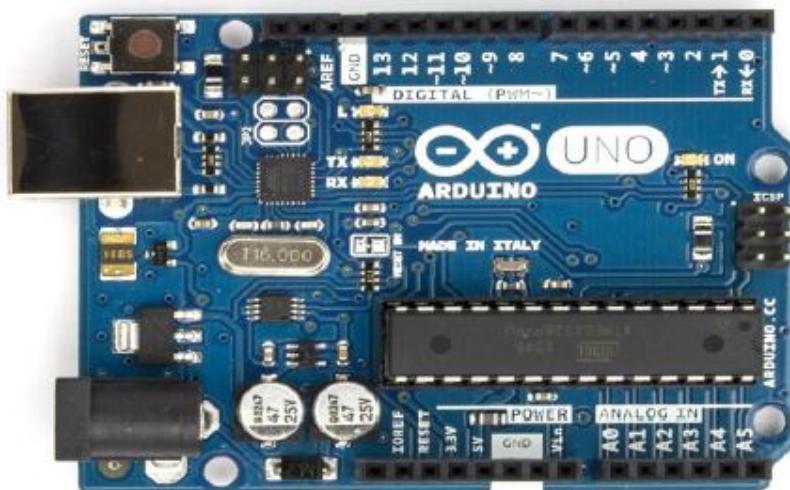


Figura 1. Arduíno Uno R3 (Gimenes; Pereira *et al.*, 2015)

Por meio do Arduíno é possível controlar o funcionamento de motores, servo motores, sensores, Diodos Emissores de Luz (LED - *Light Emitting Diode*), *displays*, buzinas, módulos de comunicação sem fio, e inúmeros outros (Souza *et al.*, 2011)

Em relação à programação, o Arduíno trabalha com uma linguagem de programação intuitiva cujo nome é *Processing*, que tem como base a linguagem C/C++ (Gimenes; Pereira *et al.*, 2015). A presente plataforma trabalha com a IDE (*Integrated Development Environment*), uma central de ambiente de desenvolvimento integrada, onde existem diversas rotinas de programação praticamente “finalizadas”, onde o programador altera alguns parâmetros, para que o programa atenda a necessidade da aplicação (Silva *et al.*, 2012). A Figura 2 demonstra um trecho de uma janela do IDE Arduíno.



Figura 2. Trecho de uma janela do IDE Arduíno (Autor, 2016)

O Arduíno é reprogramável, portanto, podem ser efetuados diversos projetos diferentes com uma única placa (Silva *et al.*, 2012). O sucesso do Arduíno se deve tanto a facilidade de acesso à informação sobre a programação, como também em relação à manipulação relativamente simples do *hardware*, portanto, pessoas sem conhecimentos específicos em eletrônica ou programação, podem fazer projetos de automação (Gimenes; Pereira *et al.*, 2015).

Em outra vertente, a utilização do Arduíno desperta o interesse de pessoas que já são área tecnológica, pois, as aplicações comandadas por meio do Arduíno, tem se mostrado promissoras, pois são eficientes e de custo relativamente baixo (Cavalcante *et al.*, 2014).

3. Metodologia

Este trabalho apresenta uma pesquisa de natureza exploratória, com o intuito de conhecer melhor o assunto abordado no trabalho, e formular novas hipóteses a respeito. O delineamento adotado é de uma pesquisa bibliográfica (Gil, 2010). O conteúdo teórico presente neste trabalho foi baseado em artigos científicos, relacionados ao tema de estudo.

4. Estudo sobre as Aplicações do Arduíno

Neste tópico serão apresentadas algumas das inúmeras aplicações do Arduíno, que são encontradas em diferentes contextos.

A primeira aplicação do Arduíno abordada nesta pesquisa consiste em controlar motores responsáveis pelos movimentos de um braço robótico, bem como, as ações da garra utilizada para “pegar” objetos e posteriormente move-los (Brito; Minhoni, 2015).

Os autores Brito e Minhoni (2015) projetaram e construíram um braço mecânico automatizado, comandado por Arduíno, neste caso, o sistema é dotado de um sensor de cores, cujo objetivo é detectar um objeto de cor específica, que foi determinada na programação (Brito; Minhoni, 2015). Estes tipos de equipamentos podem ser utilizados em diversos segmentos, ou seja, desde laboratórios até na indústria. A Figura 3 apresenta um protótipo de um braço mecânico controlado por Arduíno.

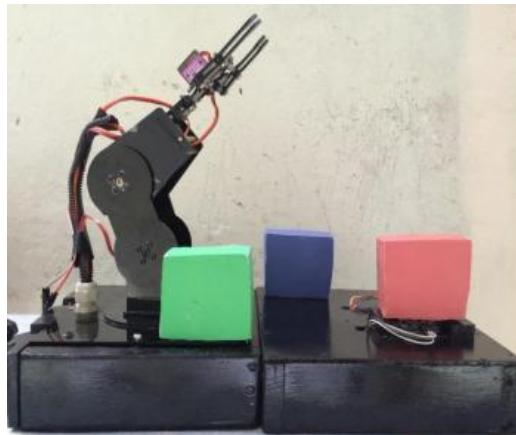


Figura 3. Braço mecânico comandado por Arduíno (Adaptado de Brito; Minhoni, 2015)

Além do braço mecânico apresentado na Figura 1, a plataforma Arduíno também pode ser aplicada ao ensino. Os autores Silva *et al.* (2012) desenvolveram um veículo controlado a distância por meio do Arduíno, para aplicar os seus conhecimentos em sistemas embarcados e veículos controlados a distância.

Neste caso, os motores DC do veículo recebem comandos de rede sem fio Zigbee e Bluetooth para que este efetue sua movimentação, além disso, o equipamento é dotado de uma ponte H (L293D), para permitir o controle de sentido das rotações do motor (Silva *et al.*, 2012). A Figura 4 demonstra um veículo controlado à distância por meio do Arduíno.

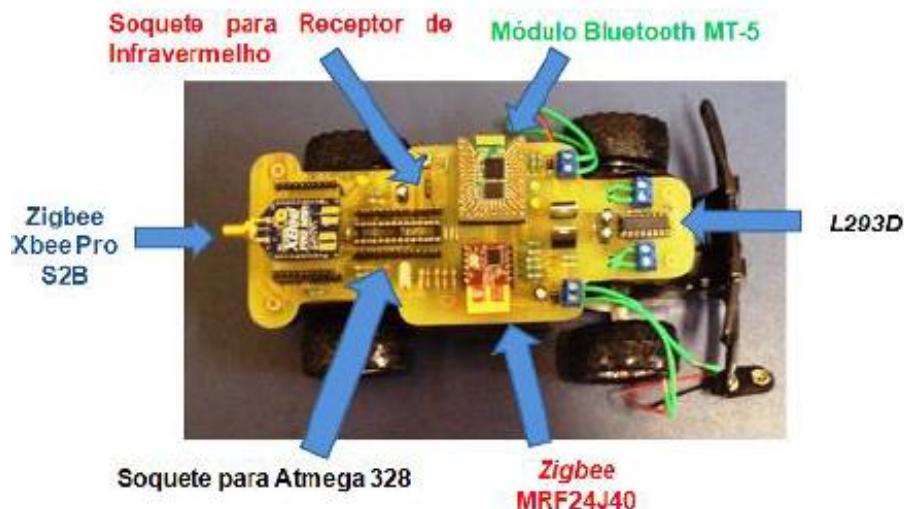


Figura 4. Veículo controlado a distância por meio do Arduíno (Silva *et al.*, 2012)

A aprendizagem na disciplina de física também pode ser aperfeiçoada por meio da atual tecnologia, neste caso, os autores Souza *et al.* (2011) fizeram experimentos tradicionais empregando o Arduíno, por exemplo, o estudo de oscilações amortecidas, as quais são visualizadas e mensuradas com a geração de um gráfico. A Figura 5 ilustra o esquema do experimento de oscilações amortecidas, com o auxílio da plataforma Arduíno (Souza *et al.*, 2011).

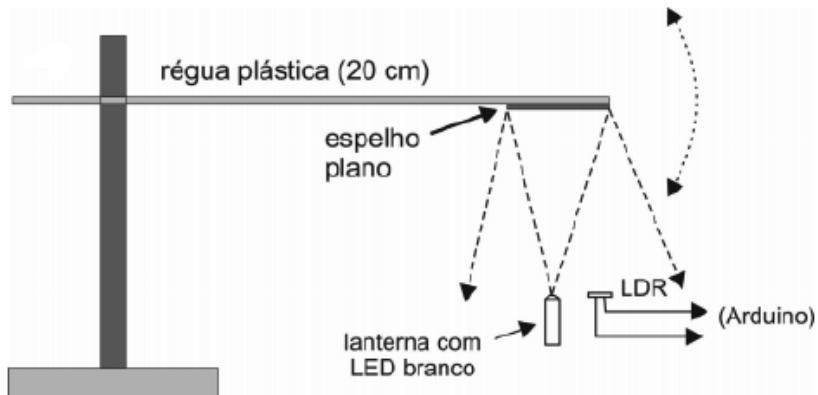


Figura 5. Esquema do experimento de oscilações amortecidas com o auxílio do Arduíno (Souza et al., 2011)

O experimento demonstrado na Figura 5 resulta da variação de luz em um sensor de luminosidade instalado no Arduíno, cujo nome é *LDR* (*Light Dependent Resistors*), um “Resistor que Depende de Luz”, ou seja, um componente que tem sua resistência reduzida quando exposto a luminosidade, além disso, foram utilizados: base; régua de plástico; e lanterna (Cavalcante et al., 2014).

Por meio do Arduíno também é possível controlar variáveis industriais, como o controle de nível de reservatórios, área que normalmente abrange a instrumentação. Os autores Gimenes e Pereira (2015) desenvolveram um sistema de controle de nível de reservatório comandado por Arduíno (Figura 6), ou seja, o objetivo do sistema é manter o nível constante no reservatório, este dispositivo demonstrou-se eficiente e de baixo custo.

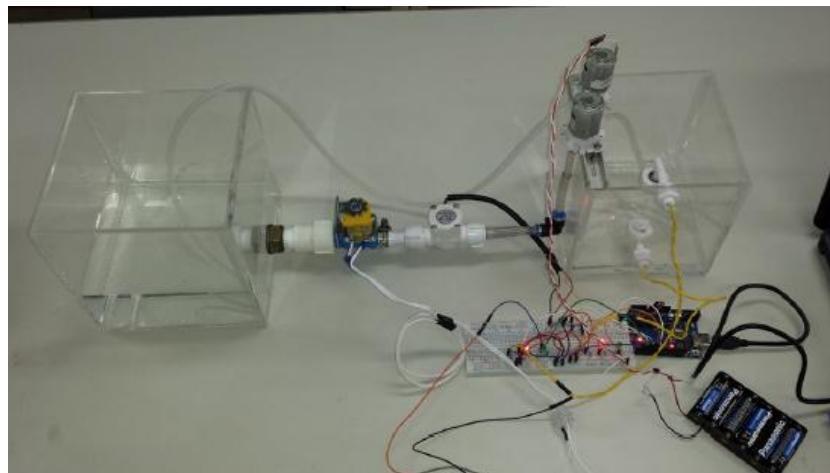


Figura 6. Sistema de controle de nível comandado por Arduíno (Gimenes; Pereira et al., 2015)

Seguindo esta mesma linha de aplicação, o Arduíno pode ser utilizado para medir temperaturas. No experimento realizado pelos autores Rosa et al. (2014), alguns sensores de temperatura foram instalados em um Arduíno para apresentar de forma didática o fenômeno da condução térmica, que tradicionalmente eram realizados por meio do uso de termômetros analógicos (Rosa et al., 2014).

Na Figura 7 é possível observar um *notebook*, recebendo informações a respeito da condução térmica de uma placa Arduino, além disso, é notável a presença dos sensores de temperatura no corpo do protótipo (Rosa *et al.*, 2014).

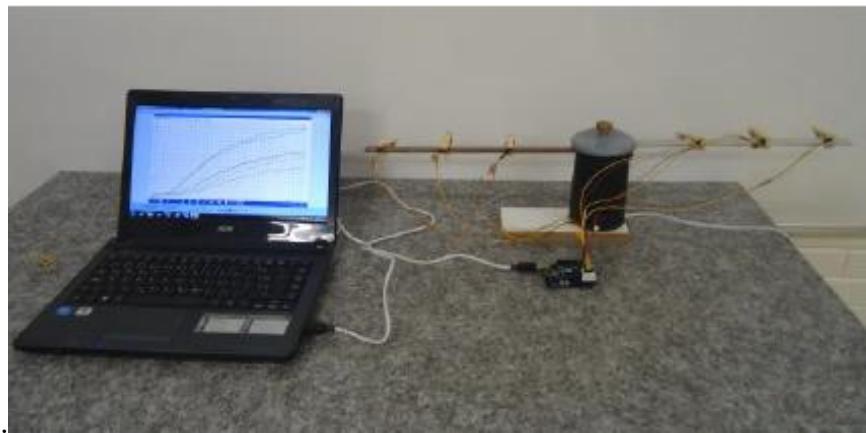


Figura 7. Experimento que demonstra a medição da condução térmica por meio do auxílio do Arduino (Rosa *et al.*, 2014)

A domótica é a automação residencial, seu objetivo é aumentar o conforto e a qualidade de vida das pessoas. Os autores Zantoná e Valim (2015) desenvolveram uma aplicação para monitoramento e acionamentos de lâmpadas e demais dispositivos presentes dentro de uma residência, que devem ser comandados a distância pelo Arduino, ou seja, o acesso às ações de controle ocorre via *internet*, por meio de computadores, celulares, *Tablets* e outros semelhantes conforme demonstra a Figura 8 (Zantoná; Valim, 2015).

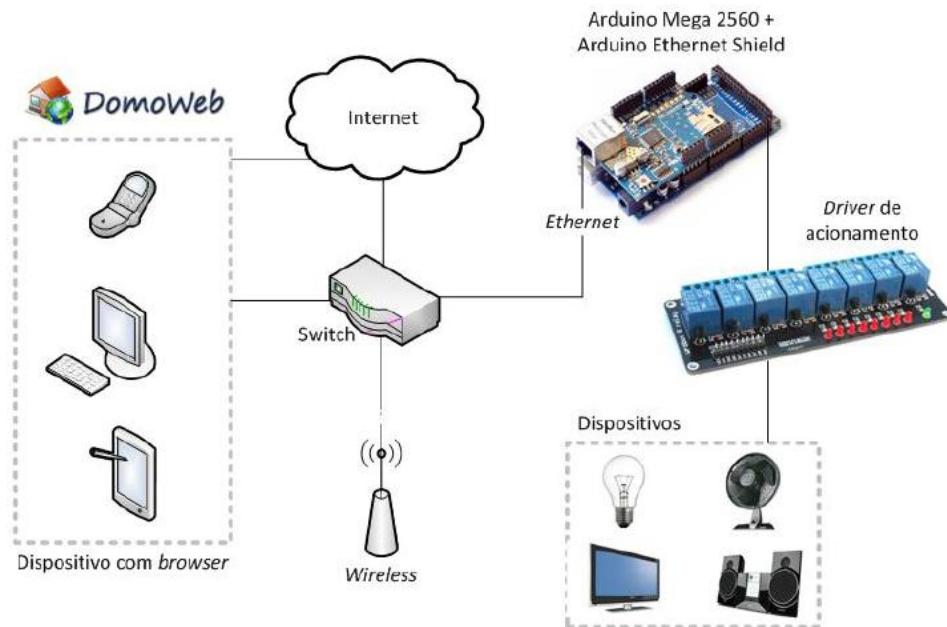


Figura 8. A utilização do Arduino na Domótica (Zantoná; Valim, 2015)

A diversidade de aplicações do Arduino não tem limites, por isso pode ser empregado até em análises químicas. Os autores Ferreira *et al.* (2015), utilizaram um Arduino para determinar a solubilidade de diferentes sais, neste caso, um sensor interligado a placa é

inserida em um Béquer, para permitir que os dados em questão, sejam enviados ao computador, conforme ilustra a Figura 9 (Ferreira *et al.*, 2015).

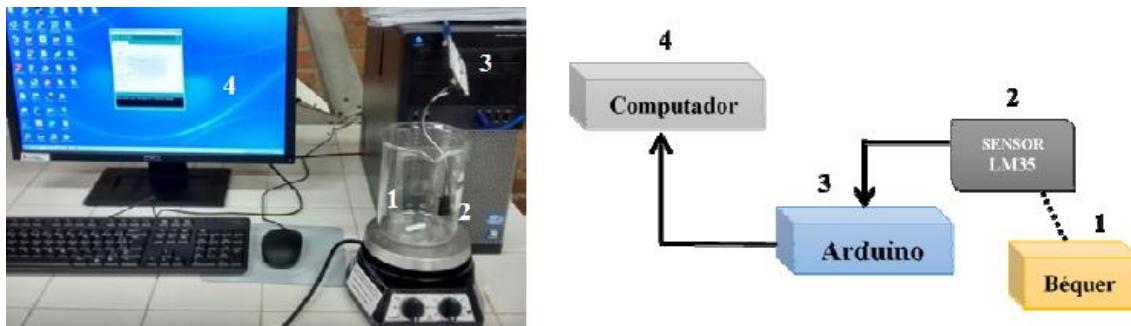


Figura 9. Monitoramento da solubilidade de diferentes sais com auxílio do Arduíno (Ferreira *et al.*, 2015)

O Arduíno também pode ser utilizado para fins de acessibilidade. Os autores Lima *et al.* (2015) automatizaram uma bengala por meio do Arduíno, para que deficientes visuais tenham maior facilidade em suas atividades cotidianas. Neste caso, sensores ultrassônicos posicionados de forma estratégica na bengala, que permitem comunicar o seu usuário da existência de objetos, próximos a bengala por meio de vibração de motores, que são acionados durante o deslocamento do deficiente visual (Lima *et al.*, 2015). A Figura 10 apresenta um protótipo de uma bengala automatizada por meio da plataforma Arduíno.

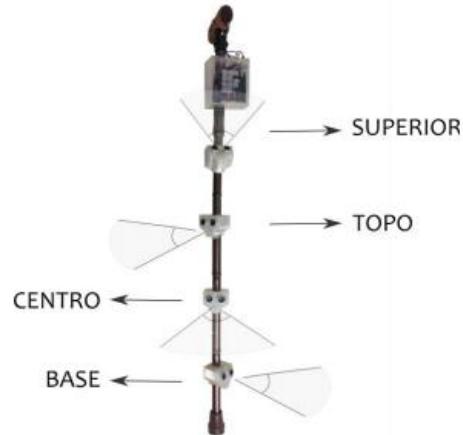


Figura 10. Protótipo de uma bengala automatizada por meio da plataforma Arduíno (Lima *et al.*, 2015)

5. Considerações Finais

A automação é de grande importância no atual contexto tecnológico. O Arduíno se insere neste panorama, pois a presente tecnologia agilizou o desenvolvimento de novos protótipos de equipamentos. Foi possível constatar que a criatividade é essencial nos projetos que envolvem o Arduíno, pois a parte técnica pode ser facilmente assimilada, pois se trata de uma plataforma aberta.

O presente artigo alcançou o objetivo proposto, ou seja, realizou um estudo sobre as diversas aplicações relacionadas à plataforma Arduíno, que podem ser aplicadas na:

robótica; automação; instrumentação; domótica; química; educação; acessibilidade; e muitas outras.

Este trabalho está longe de esgotar o assunto, pois existem diversos detalhes práticos que podem ser tratados de forma específica, bem como uma infinidade de novas aplicações em diferentes áreas do conhecimento sendo desenvolvidas pelo mundo.

Como sugestão de trabalho futuro, o presente artigo sugere um levantamento de aplicações da plataforma Arduíno voltado especificamente à área de energias renováveis.

Referências

- Brito, L. A. V.; Minholi, D. C. R. (2015) “Braço mecânico automatizado usando um controlador Arduíno guiado por um sensor de cor RGB”, In: 15º Congresso Nacional de Iniciação Científica, Ribeirão Preto, Brasil.
- Cavalcante, M. M.; Silva, J. L. S.; Viana, E. C.; Dantas, J. R. (2014) “A Plataforma Arduino para fins didáticos: Estudo de caso com recolhimento de dados a partir do PLX-DAQ”, In: Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Brasília, Brasil.
- Gimenes, A. A.; Pereira, P. R. A. (2015) “Utilização da plataforma Arduíno como ferramenta de controle para um sistema de nível de líquidos”, In: Congresso da Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica, Campinas, Brasil.
- Ferreira, J. P.; Silva, A. F. V.; Oliveira, R. L.; Gomes, M. A. H.; Souza, T. P. C. (2015) “Utilização da tecnologia Arduíno na determinação da solubilidade de diferentes sais”, Revista Brasileira de Agrotecnologia, v. 5, n.1.
- Gil, A. C. (2010) “Como elaborar projetos de pesquisa”. 5. Ed: Editora Atlas S.A.
- Lima, E. P.; Medeiros, J. A.; Assis, L. C.; Araújo, V. B. H. N. (2015) “Bengala automatizada para detecção de obstáculos”, In: Encontro Nordestino de Etnobiologia e Etnoecologia, Aracajú, Brasil.
- Rosa, A. B.; Giacomelli, A.; Trentin, M. A. S. (2014) “A utilização de sensores de temperatura e da placa Arduíno como alternativa para um experimento de condução térmica”, In: IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, Ponta Grossa, Brasil.
- Silva, J. M. C.; Gomes, R. C.; Nascimento, A. O. F.; Santos, D. M. S.; Oliveira, K. D.; Menezes, J. W. (2012) “Construindo veículo teleoperado com Arduíno para auxílio no ensino de sistemas embarcados e robótica móvel”, In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Belém do Pará, Brasil.
- Souza, A. R.; Paixão, A. C.; Uzêda, D. D.; Dias, M. A.; Duarte, S.; Amorim, H. S. (2011) “A placa Arduíno: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC”, Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n.1.
- Zandoná, P. T.; Valim, P. R. O. (2015) “Interface Homem-máquina para Domótica Baseada em Tecnologias Web em um Servidor Embocado”, In: IV Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, Resende, Brasil.

Segmentação de imagens speckle de amostras de dentes cariados baseada na distância do Qui-quadrado.

Segmentation of laser speckle images of decayed tooth samples based on chi-square distance analysis.

**Luciano G. Gavinho¹, João H. Damazio¹, Sidnei Alves de Araujo¹, Sandra K. Bussadori²,
João V. da Silva² e Alessandro M. Deana^{1,2}**

¹ Universidade Nove de Julho - PPG em Informática e Gestão do conhecimento
Av. Francisco Matarazzo, 620 – São Paulo-SP-Brasil

² Universidade Nove de Julho - PPG em Biofotônica Aplicada às Ciências da Saúde
Rua Vergueiro, 235/249 – São Paulo-SP-Brasil

luciano.gavinho@uninove.br joaohd98@mail.com, sarauso@un9.prabr,
sandraskb@gmail.com joao.vagner@uni9.pro.br ramdeana@uni9.pro.br

Resumo. Ao iluminar uma superfície rugosa com luz coerente a imagem refletida é um conjunto de pontos claros e escuros. Isto ocorre porque os fótons refletidos aleatoriamente interagem entre si, resultando em interferências construtivas ou destrutivas, produzindo um padrão de espalhamento de salpico óptico conhecido como speckle. Este trabalho descreve um modelo para a diferenciação entre áreas doentes e saudáveis de um dente utilizando a técnica de speckle, baseada na distância do qui-quadrado entre os histogramas da imagem. Um software foi desenvolvido para análise das imagens, geração de seus histogramas, cálculo da distância do qui-quadrado entre os histogramas e a segmentação. Como resultado, uma imagem é produzida para auxiliar no diagnóstico de áreas cariadas de dentes.

Abstract. By illuminating a surface with coherent light, the reflected image resulting is a set of bright dark points. This is because the surface generates a scattering due the roughness. The reflected photons can be on the same phase or different phases, producing an effect, known as laser speckle, and this pattern is dependent on the roughness of the regions. This work describes a model for differentiation between affected areas and unaffected in the speckle image based on the Chi-Square Histogram Distance. A software was developed to image blocks generation, blocks histograms generation, chi-square Histogram Distance calculation and the image's stratification. As a result, an image is produced to aid in teeth decay diagnosis.

Áreas temáticas. Processamento de Imagem , Análise de Imagens Speckle, Laser Speckle.

1. Introdução

Fotografias de objetos iluminados por luz coerente apresentam um padrão discreto de pontos luminosos e escuros (o oposto do padrão contínuo fornecido por iluminação não-coerente), contém informação sobre micro movimentos e/ou rugosidade da superfície (ou sub-superfície) do objeto. A chamada imagens *speckle* laser (LSI – Laser speckle images) é uma ferramenta poderosa e vantajosa, em termos de custo/benefício, usada principalmente para imagens de tecidos biológico dinâmicos, tal como circulação em vasos sanguíneos (Lambrech (2016)). Esta técnica é sem contato, não destrutiva e de tempo real para estudos *in vivo*.

LSIs são muito sensíveis a pequenas mudanças de rugosidade da superfície, permitindo medidas precisas de qualquer fenômeno que altera suas características. Métodos para detectar mudanças no espaço dos padrões do LSI (dependentes da rugosidade da superfície) ainda estão em evolução. Mais recentemente, análises destas imagens foram mostradas como uma nova ferramenta para diagnóstico de fenômenos tal como áreas cariadas de dentes em comparação com áreas saudáveis. Ansari (2016), Deana (2013), Koshoji (2015,February), Koshoji (2015) e Koshoji (2015).

Cárie dental é uma das doenças mais comuns no mundo, afetando virtualmente 100% dos seres humanos pelo menos uma vez em toda sua vida. Esta doença resulta da desmineralização do tecido dental causada pela ação dos ácidos provenientes da atividade metabólica das bactérias. A saúde dos dentes está relacionada ao equilíbrio entre os componentes da saliva, a alimentação e a higiene. Estes elementos formam o que é chamado biofilme que, quando em equilíbrio, ciclicamente, produzem a desmineralização e a mineralização da superfície do dente. Qualquer desequilíbrio, tal como o aumento de consumo de açúcares, incorre em diminuição do PH e, consequentemente, resultando em forte desmineralização, causando a cárie. Fejerskov (2009).

Usualmente, os diagnósticos são baseados em inspeções visuais, as quais consomem mais tempo e apresentam falta de repetibilidade e reproduzibilidade devido a fadiga e subjetividade da natureza humana. Considerando este aspecto, análise LSI do tecido dental tem o potencial de melhorar a diferenciação entre áreas saudáveis e afetadas, mesmo em estados iniciais da doença, quase imperceptíveis pela visão humana. Deana (2013).

A análise pela distância do qui-quadrado entre histogramas é largamente usada em métodos de medidas de similaridade entre dois histogramas. A análise do qui-quadrado foi criada como um teste estatístico (conhecida como Teste do Qui-Quadrado) para comparar as frequências de uma série de dados real de um evento com as frequências de uma certa distribuição conhecida (tal como: triangular, normal, exponencial, etc.) Pele (2010).

Existem diversos trabalhos sobre o uso da distância do qui-quadrado para análise de imagens produzidas por luz difusa (não-coerente) como, Asha (2011), Rami (2013) e Janney (2015), objetivando a detecção de defeitos em padrões de texturas, busca de objetos ou rastreamento de objetos, mas, pelo que sabemos, neste artigo, ele está sendo usado pela primeira vez na análise de imagens *speckle*.

As variações de padrão speckle podem ser evidenciadas através de métodos de análise de imagens, e não apenas por inspeção visual. A interferência produzida pelo espalhamento da luz coerente resulta em padrões na imagem cuja similaridade corresponde e depende da rugosidade da superfície, portanto os histogramas deveriam apresentar um mesmo papel que o fazem em imagens de luz difusa, logo a análise de qui-quadrado deveria diferenciar histogramas de ambas regiões da amostra: o tecido saudável e o cariado.

Neste artigo utilizamos a distância do qui-quadrado entre histogramas para a análise de imagens laser speckle de dentes cariados para diferenciar regiões saudáveis de regiões lesionada.

2. Materiais e Métodos

2.1 Amostras

Para este experimento, foram coletados dentes extraídos por motivos periodônticos e ortodônticos. Após a extração os tecidos moles foram removidos e nenhum outro tratamento foi executado. Os dentes foram mantidos em água até serem fotografados.

2.2 Geração do speckle e aquisição das imagens.

A figura 1 mostra um esquema representativo da montagem experimental

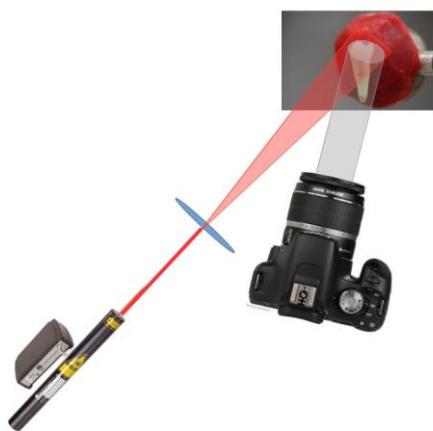
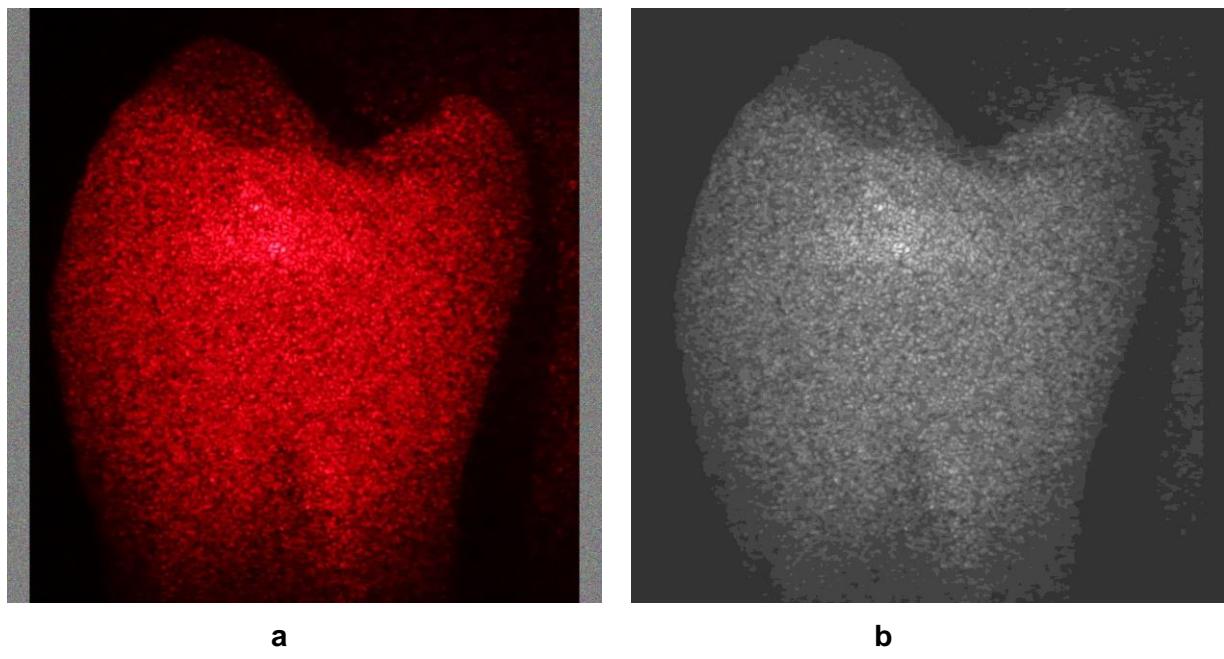


Figure 1: Arranjo experimental

As amostras foram presas em um suporte e distanciada 1 m à frente de um laser de HeNe, com 10 mW, cujo comprimento de onda é 633 nm. O feixe de laser foi expandido por um sistema óptico, consistindo em uma lente com $f = 40$ cm para iluminar toda a superfície de interesse. As imagens foram captadas por um sensor CMOS de 23,7 mm X 15.3 mm (4752 x 3168 pixels) de uma câmera Canon EOS Rebel T1i e uma lente Canon com macro de 100mm. Não houve qualquer manipulação dos dados feitos pela câmera.

2.3 Distância do qui-quadrado entre histogramas.

Divide-se a camada vermelha da imagem *speckle* RGB em blocos de 4 x 4 pixels. Este tamanho de bloco fornece a precisão estatística, definição espacial e separação eficiente para esta análise. A figura 2a, mostra a imagem original e a figura 2b a imagem correspondente em escala de cinza.



a

b

Figura 2: a) Original à esquerda e b) Escala de Cinza à direita

A tabela de frequência foi obtida em faixas/intervalos de 8 em 8, começando em 0 e terminando em 255. A figura 3 apresenta as intensidades para cada pixel de dois blocos 4×4 (oriundos da imagem, figura 2b) e, ao lado, os respectivos histogramas.

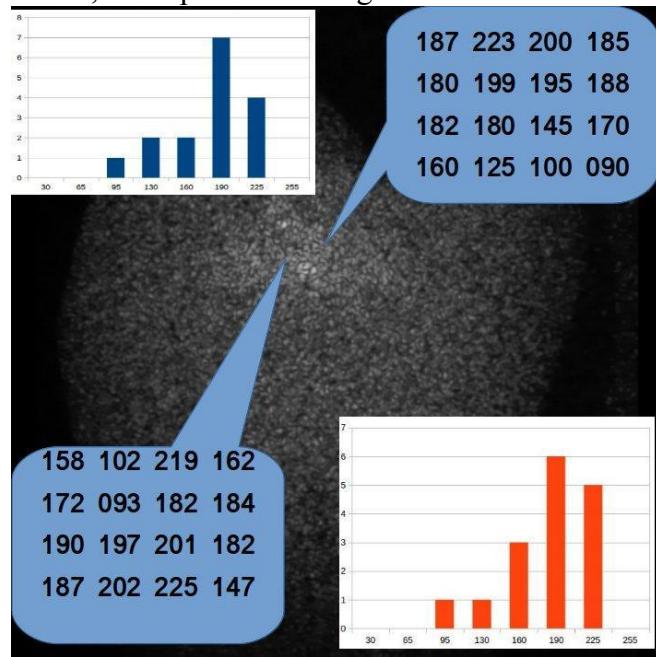


Figura 3: Matrizes de intensidades de dois blocos e seus histogramas

A equação 1 fornece a distância do qui-quadrado entre dois histogramas, o histograma do bloco padrão (definido na próxima seção) e do i-ésimo bloco.

$$\chi^2_{p,b_i} = 1/2 \sum_{j=1}^N (A_{p_j} - A_{b_{i,j}})^2 / (A_{p_j} + A_{b_{i,j}})$$

Equação 1.

Onde N é o total de intervalos (bins) do histograma, A_{pj} é o valor do j-ésimo intervalo do histograma do bloco padrão e A_{bij} é o valor do j-ésimo intervalo do histograma do i-ésimo bloco.

Uma avaliação cuidadosa das amostras foi conduzida por odontologistas treinados para determinar os segmentos das imagens que continham o tecido cariado. A análise dos histogramas das regiões lesionadas e saudáveis demonstrando que o valor limite de 0,297 poderia ser usado como separador entre as referidas regiões das imagens. Distâncias maiores ou menores que 0,297 implicam em superfícies de características similares.

2.4 Algoritmo

A figura 4 mostra o fluxograma que representa o algoritmo implementado.

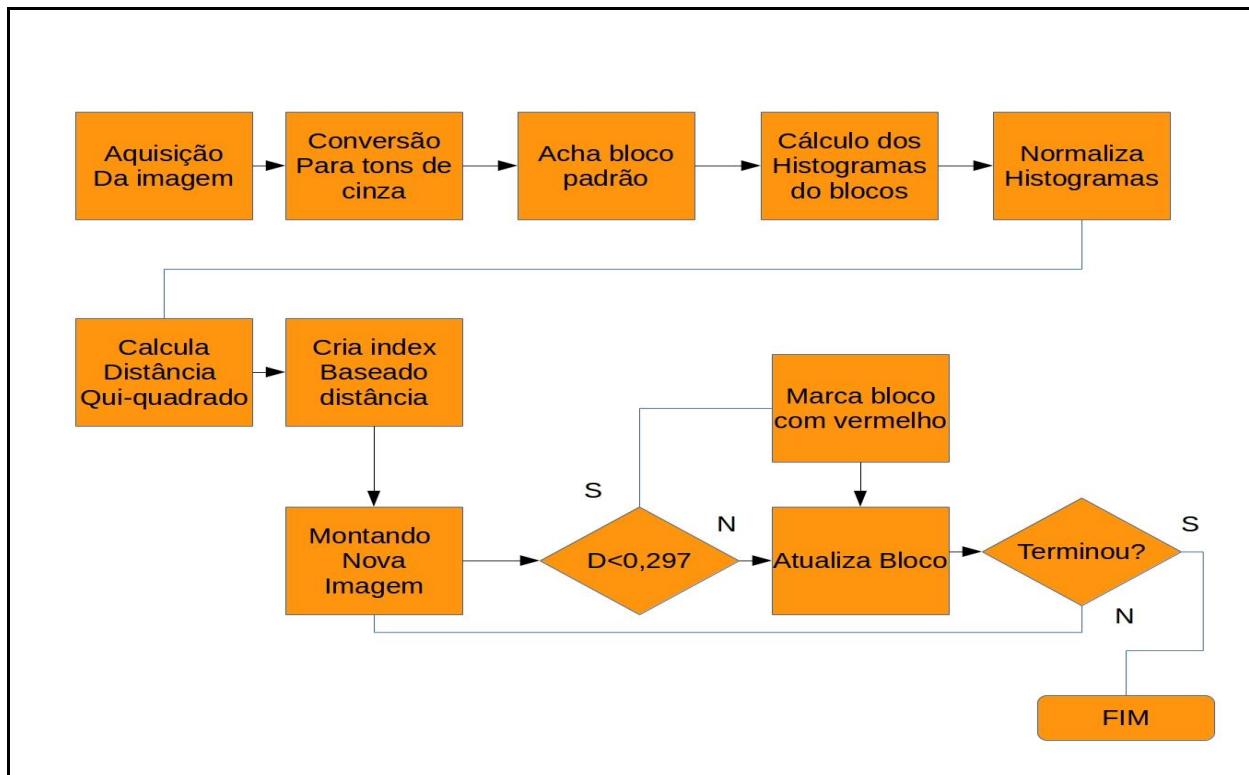


Figura 4 : Algoritmo

Uma vez que o laser usado para iluminar a amostra emite em 633 nm, somente a camada vermelha da imagem speckle foi analisada. Antes de começar os cálculos comparativos, a

imagem é varrida em passos de 4 x 4 pixels na procura de um bloco padrão, no qual a intensidade é maior (indicando tecido cariado).

A próxima etapa é gerar os histogramas para cada bloco, os quais são organizados em oito intervalos (*bins*). As matrizes geradas são normalizadas. Para cada matriz (histograma) é calculada a distância do qui-quadrado em relação ao histograma do bloco padrão, resultando em um vetor das distâncias indexado em relação a cada bloco. Os blocos cuja distância é menor que 0,297 (valor empírico) são considerados como similares ao bloco padrão e, por consequência, representam pontos cariados do tecido.

A imagem é reconstruída e os blocos similares ao bloco padrão são pintados de vermelho, enquanto o restante é pintado de cinza.

3. Resultados e Discussões

O padrão de espalhamento das imagens laser speckle é alterado pela rugosidade da superfície, mudando, assim, sua distribuição do histograma, portanto, o estudo da distância do chi-quadrado entre os histogramas fornece informações sobre a saúde do tecido dental.

A figura 5a mostra a imagem speckle em escala de cinza do dente e a figura 5b apresenta a imagem gerada pelo programa computacional, destacando a região com cárie (centralizada).

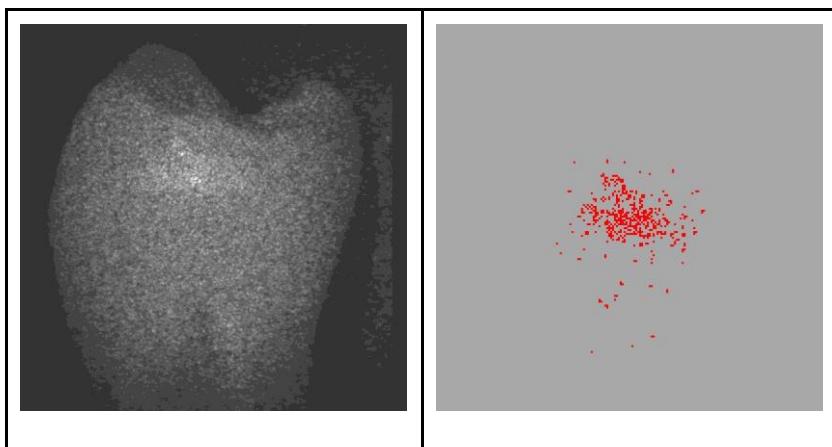


Figura 5a. Imagem laser speckle

Figura 5b. Resultado

Mesmo em estágios iniciais, as cáries já apresentam a dissolução da hidroxiapatita, apresentando assim, uma perda mineral não uniforme e o aumento da porosidade do esmalte e sua rugosidade, juntamente com perda da dureza. Isto expõe uma grande porção da superfície do esmalte, implicando em maior espalhamento e favorecendo a interferência construtiva do padrão speckle quando a lesão está iluminada com a luz laser (em comparação com o esmalte saudável). Portanto, pela iluminação da amostra com fonte laser (Fig.1) a diferença entre o tecido saudável

e o lesionado (cariado) é melhorada em comparação com a iluminação de luz não coerente. Isto deve-se principalmente à rugosidade da superfície lesionada em relação à saudável.

Os trabalhos prévios sobre este assunto foram baseados na estatística de primeira ordem a qual é basicamente a análise da média e desvio padrão de cada bloco de pixels. Esta nova abordagem introduz o uso da análise pela distância do qui-quadrado a qual é vantajosa pois considera ambas medidas, a média de intensidade e sua distribuição [Deana (2013), Koshoji (2015,February) e Koshoji (2015)].

A figura 5b demonstra a capacidade de nossa abordagem, na qual a LSI foi segmentada pela classificação de blocos de pixels similares a uma semente ($d > 0,297$) pertencendo a uma região lesionada da amostra, portanto o diagnóstico da cárie é altamente melhorado.

Este método foi implementado através de um software desenvolvido pelos autores especialmente para confirmação do algoritmo, e, pelo que sabemos, esta é a primeira vez que tal abordagem foi usada em imagens *laser speckle*.

4. Considerações Finais

Neste trabalho foi demonstrado pela primeira vez, até onde sabemos, a utilização da análise de qui-quadrado em imagens de laser speckle. Este método provê uma ferramenta útil para segmentação deste tipo de imagem, fornecendo uma discriminação mais fácil entre tecidos cariados e saudável. O que se pode observar é que o método proposto foi substancialmente sensível e preciso.

Referencias

- Ansari, M. Z., da Silva, L. C., da Silva, J. V. P., & Deana, A. M. (2016). Modelling laser speckle photographs of decayed teeth by applying a digital image information technique. *Laser Physics*, 26(9), 095602.
- Asha, V., Bhajantri, N. U., & Nagabhushan, P. (2011). GLCM-based chi-square histogram distance for automatic detection of defects on patterned textures. *International Journal of Computational Vision and Robotics*, 2(4), 302-313.
- Deana, A. M., Jesus, S. H. C., Koshoji, N. H., Bussadori, S. K., & Oliveira, M. T. (2013). Detection of early carious lesions using contrast enhancement with coherent light scattering (speckle imaging). *Laser Physics*, 23(7), 075607.
- Fejerskov, O., & Kidd, E. (Eds.). (2009). *Dental caries: the disease and its clinical management*. John Wiley & Sons

- Janney, P., & Booth, D. (2015). Pose-invariant vehicle identification in aerial electro-optical imagery. *Machine Vision and Applications*, 26(5), 575-591.
- Koshoji, N. H., Bussadori, S. K., Bortoletto, C.C., Oliveira, M. T., Prates, R. A., & Deana, A. M. (2015, February). Analysis of eroded bovine teeth through laser speckle imaging. In *SPIE BiOS* (pp. 93060D-93060D). International Society for Optics and Photonics.
- Koshoji, N. H., Bussadori, S. K., Bortoletto, C.C., Prates, R. A., Oliveira, M. T., & Deana, A. M. (2015). Laser speckle imaging: A novel method for detecting dental erosion. *PloS one*, 10(2), e0118429.
- Koshoji, N. H., Prates, R. A., Bussadori, S. K., Bortoletto, C. C., de Miranda Junior, W. G., Librantz, A. F., ... & Deana, A. M. (2016). Relationship between analysis of laser speckle image and Knoop hardness on softening enamel. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 15, 139-142.
- Lambrecht, V., Cutolo, M., De Keyser, F., Decuman, S., Ruar, B., Sulli, A., & Smith, V. (2016). Reliability of the quantitative assessment of peripheral blood perfusion by laser speckle contrast analysis in a systemic sclerosis cohort. *Annals of the rheumatic diseases*, 75(6), 1263-1264.
- Pele, O., & Werman, M. (2010, September). The quadratic-chi histogram distance family. In *European conference on computer vision* (pp. 749-762). Springer Berlin Heidelberg.
- Rami, H., Hamri, M., & Masmoudi, L. (2013). Objects Tracking in Images Sequence using Local Binary Pattern (LBP). *International Journal of Computer Applications*, 63(20).

Análise de Desempenho de Máquinas Virtuais Executadas Simultaneamente em um Mesmo Sistema Hospedeiro

Eder J. A. de Oliveira¹, Thais K. de Farias¹, Wilber S. C. Costa¹, Filippo Valiante Filho¹

¹Diretoria dos Cursos de Informática – Universidade Nove de Julho (UNINOVE)

São Paulo – SP – Brasil

eder.jose.a.oliveira@hotmail.com; farias.thais80@gmail.com;
wilberchaves@gmail.com; filippo@uni9.pro.br

Resumo. *Este trabalho apresenta brevemente a importância da análise de desempenho de sistemas computacionais e algumas ferramentas de software (benchmarks) gratuitas. Foram avaliados os desempenhos de duas máquinas virtuais executadas simultaneamente em um mesmo sistema hospedeiro, em comparação com o desempenho de um único sistema virtualizado e de seus respectivos sistemas hospedeiros, de modo a ter-se uma análise mais detalhada das implicações da virtualização no desempenho dos sistemas.*

Abstract. *This work briefly presents the importance of computer systems performance analysis and some free benchmark tools. The performance of two simultaneous virtual machines were evaluated in comparison with the performance of only one virtualized system and their respective host systems, in order to have a detailed analysis of the implications of virtualization for the performance of the systems.*

1. Introdução

O desempenho de um sistema computacional pode ser medido através de uma série de parâmetros quantitativos e, eventualmente qualitativos, em um processo ao qual se dá o nome de análise de desempenho.

Através da análise de desempenho é possível comparar sistemas computacionais entre si, avaliar o custo-benefício de aquisição ou expansão de um sistema, avaliar, ou prever, o impacto de alterações na configuração do sistema para seu desempenho final [Johnson e Margalho 2011].

É possível aplicar as técnicas de análise de desempenho em máquinas virtuais, comparando os resultados entre o sistema virtualizado com o desempenho do sistema hospedeiro, ou de um sistema físico correspondente, bem como avaliar o ganho de desempenho de um *cluster* (aglomerado) computacional, em relação a um sistema componente do *cluster* individualmente. Uma das técnicas mais utilizadas para a análise de desempenho são os *benchmarks*, que são softwares usados para medir o desempenho de sistemas computacionais através de testes que conseguem medir, por exemplo, a quantidade de cálculos que um processador executa em um determinado período de tempo, a taxa de leitura e escrita da memória RAM ou HD, dentre outros.

2. Ferramentas de Análise de Desempenho e Virtualização.

Foram avaliadas muitas ferramentas de análise de desempenho do tipo *benchmark* para o sistema operacional Microsoft Windows. Adotou-se como critério de seleção *softwares* livres (*open source*) e gratuitos, ou quando não houvesse alternativa, por software gratuito (*freeware*) que possuísse documentação clara e detalhada sobre os testes executados e medições realizadas.

Dentre as ferramentas de *benchmark* analisadas, foram selecionadas, para medir o desempenho de processamento, o Linpack com matrizes 4000 x 4000 [Jack Dongarra 1979], baseada em uma biblioteca de álgebra linear, e o SuperPI [wPrime Systems 2012], que calcula até 80 milhões de casas do número π . Para medir o desempenho de acesso da memória principal foi usado o RAMspeed [Hollander and Bolotoff 2011] e, por último, o DiskSpd [Microsoft 2014] para medir o desempenho das unidades de armazenamento permanente.

- **Linpack**

A versão original do *benchmark* Linpack com matrizes 100 x 100 deixou de ser o maior *benchmark* na história da análise de desempenho para ser uma ferramenta esquecida. Tal fato deu-se devido a vários fabricantes conseguirem colocar na memória cache todas as estruturas utilizadas durante a execução da ferramenta, para contornar esse problema, o tamanho da matriz precisou ser alterado, tornando o Linpack um *benchmark* aceito novamente pela comunidade. Os dados fornecidos pelo *benchmark* Linpack continuam servindo de base para comparação entre diferentes computadores de todo o mundo, como acontece no *Top 500*.

- **SuperPI**

O SuperPI usa o algoritmo de Gauss-Legendre para calcular casas de π . SuperPI é originalmente *single thread*, ou seja, os testes são realizados utilizando apenas um thread a cada vez [wPrime Systems 2012].

Em 2012 foi lançado o HyperPI que é executado em múltiplos threads simultaneamente, porém não de forma compartilhada onde o processador executa várias partes de um mesmo processo em vários *threads* distintos. O HyperPI executa uma tarefa (SuperPI) para cada *thread* assim trabalhando como um *benchmark single thread* simultâneo que é executado em múltiplos threads [wPrime Systems 2012].

- **RAMspeed**

RAMSpeed é um utilitário de código aberto para medir cache de memória. Atualmente o software oferece 18 testes de memória otimizados para máquinas i386 [Hollander and Bolotoff 2011].

No RAMspeed há benchmarks como INTmark, FLOATmark, MMXmark e SSEmark, eles operam com fluxos de dados lineares (sequenciais) que passam por unidades ALU, FPU, MMX e SSE respectivamente, começam a alocar determinado espaço na memória e culminando para ler e, ou, escrever a partir deste espaço usando blocos contínuos, permitindo mostrar o quanto rápido são os dois subsistemas de cache e memória. Há também os benchmarks INTmem, FLOATmem, MMXmem e SSEmem, eles servem para ilustrar o quanto rápido é o desempenho real de leitura / escrita. Cada um deles possui quatro sub-testes Copy, Scale, ADD e Triad que são simulações sintéticas, mas se correlacionam com muitas aplicações do mundo real. O benchmark suporta o modo BatchRun (arquivos

de execução em lotes “.bat”) o que permite que vários testes sejam executados em sequência. [Hollander and Bolotoff 2011].

- **DiskSpd**

O DiskSpd é um software da Microsoft gratuito, mas de código fechado, voltado para medição de desempenho da unidade de armazenamento do sistema [Microsoft 2014].

A ferramenta em questão fornece funcionalidades que são necessárias para gerar uma ampla variedade de padrões de solicitações ao disco, muito útil na análise e diagnóstico de problemas de desempenho. [Microsoft 2014].

- **VMware Workstation 12**

VMware é um software de virtualização (hipervisor) que permite a instalação e utilização de um sistema operacional dentro de outro dando suporte real a softwares de outros sistemas operativos. [VM Ware Machine virtualization]

VMware Workstation é voltado ao uso no desktop, em ambientes de desenvolvimento. Foi utilizada a versão 12 e roda em CPU's Intel e AMD de 32 e 64 bits. Permite rodar vários "computadores virtuais" dentro de um sistema operacional.

Permite variar a quantidade de *threads* a serem usadas nos testes. [VM Ware Machine virtualization]

O computador simulado pode ter uma quantidade de RAM definida no VMware até desconsiderando limitações do hardware e um disco virtual delimitado.

Ele pode "simular" uma unidade de CD-ROM ou disquete, placas de rede, discos rígidos e portas USB. [VM Ware Machine virtualization]

3.Revisão Bibliográfica

Para efetuar uma análise de desempenho é necessário definir as métricas, ou seja, os critérios usados para quantificar o desempenho de um sistema computacional. Em um estudo de desempenho geralmente uma ou mais métricas são escolhidas para serem coletadas e comparadas para diferentes cenários. Após a seleção das métricas, o próximo passo é a escolha dos parâmetros que serão variados durante o estudo de desempenho. A carga de trabalho e a lista de requisições ao sistema, isto é, a quantidade de requisições que o sistema tem para atender [Johnson e Margalho 2011].

Uma máquina virtual consiste em um software de ambiente computacional, que executa programas como um computador real, também chamado de processo de virtualização. Uma máquina virtual (*Virtual Machine* – VM) pode ser definida como “uma duplicata eficiente e isolada de uma máquina real” [VM Ware Machine virtualization].

4.Metodologia

Após a seleção das ferramentas de *benchmark* adotou-se, para virtualização, a plataforma VMware, pela liderança no mercado e compatibilidade com todas as arquiteturas de hardware e software utilizadas no projeto.

Para a padronização dos testes, de modo a gerar resultados diretamente comparáveis, a configuração das máquinas virtuais foi definida utilizando-se os critérios descritos a seguir:

- A memória RAM foi dividida na metade, assim garantindo que cada virtualização seria testada com 50% da memória disponível independentemente da capacidade de cada Sistema, ao fazer os testes com duas máquinas virtuais simultâneas cada uma delas ficou com 50% da memória total do hospedeiro.
- Foi alocado 20GB de espaço em HD (Hard Disk) para o sistema virtualizado, pois não seria usado um espaço maior em nenhum momento.
- Foi instalada a mesma versão do sistema operacional Windows das máquinas hospedeiras na máquina virtual.

Os testes com apenas uma máquina, foram realizados variando o número de *threads* da CPU, ou seja, um teste no sistema virtualizado com apenas 1 *thread*, um teste no sistema virtualizado com 2 *threads* e assim por diante, até que fosse atingida a quantidade total de *threads* disponíveis em cada sistema hospedeiro. Ao testar com duas máquinas simultâneas ambas iniciaram com 1 *thread* e foram feitos testes aumentando a quantidade de *threads* igualmente entre as máquinas para que sempre ambas estivessem com a mesma quantidade de *threads*.

Após cada teste realizado, todos eles tiveram uma análise do comportamento do desempenho de cada sistema com base nos resultados do sistema hospedeiro e a comparação em relação a virtualização com apenas uma máquina VM e a virtualização com duas máquinas VMs sendo executadas simultaneamente.

Estabeleceu-se uma escala em porcentagem em relação aos resultados da máquina virtual com N *threads* e da máquina real (100%) em sua totalidade de *threads* disponíveis em cada um dos sistemas para um maior entendimento e maior facilidade de comparação dos resultados.

Após o refinamento dos testes, para a coleta dos resultados os *benchmarks* foram executados automaticamente através de um arquivo em lote (*batch*) do Windows, de forma padronizada, para uma maior precisão nos resultados dos testes. Ao testarmos com duas máquinas virtuais simultâneas os mesmos *benchmarks* foram executados simultaneamente em ambas as máquinas.

5. Análise dos Resultados

As métricas adotadas foram o tempo de execução para os testes de CPU e as taxas de leitura e escrita em megabytes por segundo para as memórias principal e secundária.

Testes realizados no VMware foram comparados com os testes realizados no Virtual Box. Observou-se que a plataforma de virtualização não causou impacto significativo nos resultados e permaneceu-se a preferência pelo VMware.

As máquinas físicas adotadas nos testes são detalhadas na Tabela 1.

Tabela 1. Configurações das máquinas hospedeiras.

Máquina	CPU	Memória RAM	Hard Disk (HD)	Placa mãe	Versão do Windows
01	AMD FX8350, 4.00GHz	2 x 4GBs, DDR3, 669.7MHz, dual channel	Testes com uma VM (SSD,128GBs, SATA3, Kingston SV300S37A) Testes com 2 VM's (HDD,500GBs, SATA3, SAMSUNG HD502HJ)	Gigabyte 970A-DS3P	Windows 7 Ultimate 64-bits
02	AMD FX8350, 4.62GHz	4 x 4GBs, DDR3, 850MHz, dual channel	SSD, 128Gbs, SATA3, 850 Evo	Gigabyte 990FXA UD3	Windows 7 Professional 64-bits
03	Intel Core i5- 4210U 2.70GHz	2 x 4GBs, DDR3, 800MHz, dual channel	HDD, 1 TB, SATA 3.	Dell 0C1F3F Version A02	Windows 8.1 64-bits

Os testes das máquinas hospedeiras e de uma única máquina virtual em execução são relatados detalhadamente em [Oliveira et al 2016].

No *benchmark* Linpack o desempenho aumenta de forma linear nos processadores Intel a cada *thread* alocada, enquanto nos processadores AMD após o uso de mais de 50% dos *threads* o ganho de desempenho torna-se menor devido a sua arquitetura modular. Com cálculos de π temos um comportamento mais linear em relação aos processadores AMD e um comportamento menos linear dos processadores Intel, os processadores Intel iniciaram com um desempenho melhor em relação aos AMD, mas com a alocação de mais *threads* os processadores AMD obtiveram um desempenho superior.

Em relação aos testes da memória secundária, observa-se que as máquinas que utilizam SSD como dispositivo de armazenamento, diferentemente das que utilizam HDD convencional, obtiveram um desempenho satisfatório apenas quando foi utilizado 50% dos recursos disponíveis. Os resultados de memória RAM se mantiveram constantes independente da variação de *threads*. [Oliveira et al 2016]

Os resultados dos testes de duas máquinas virtuais sendo executadas simultaneamente foram comparados com os resultados de apenas uma máquina executando os mesmos testes.

Os resultados obtidos com duas máquinas virtuais estão descritos a baixo.

Nos gráficos apresentados a seguir o eixo vertical representa o desempenho medido de forma percentual, onde 100% corresponde ao desempenho da máquina hospedeira, enquanto o eixo horizontal corresponde à quantidade de recursos utilizados na

virtualização. Em relação a simulação com 1 máquina virtual usou-se apenas 50% dos recursos ou resultados para a comparação com as simulações em paralelo. No caso, a quantidade de *threads* usadas na máquina virtual. As medidas são pontuais e as curvas traçadas para mostrar a tendência.

As Figuras 1 e 2 mostram os resultados dos testes de CPU utilizando, respectivamente, os *benchmarks* Linpack e SuperPI.

Figura 1. Resultados usando o benchmark Linpack.

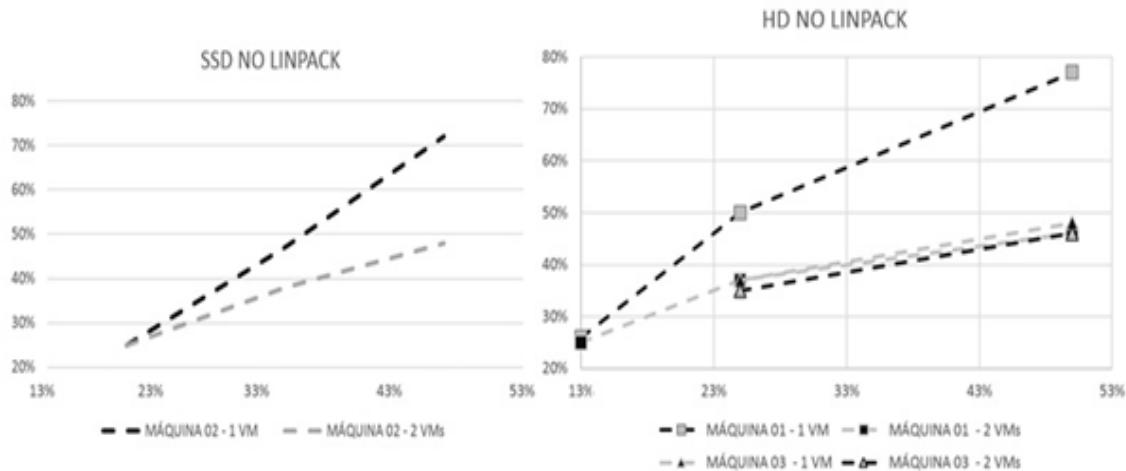
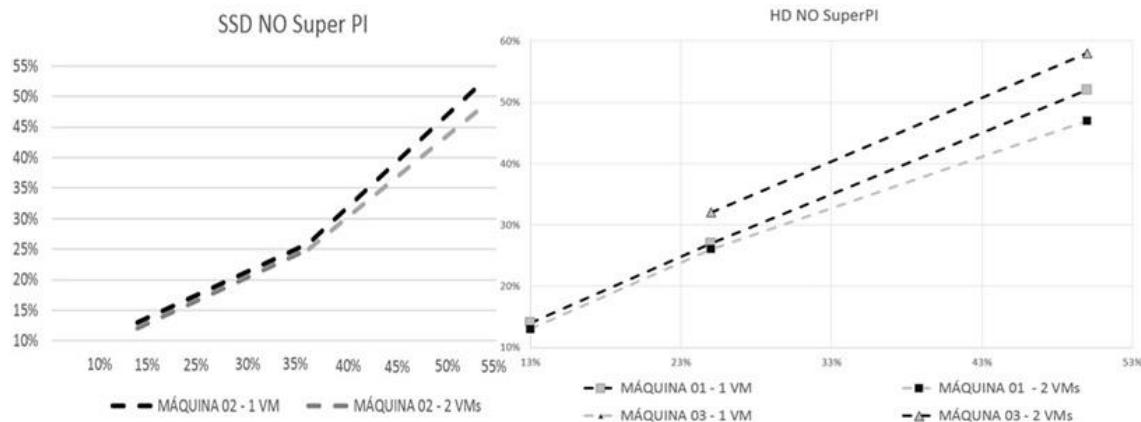


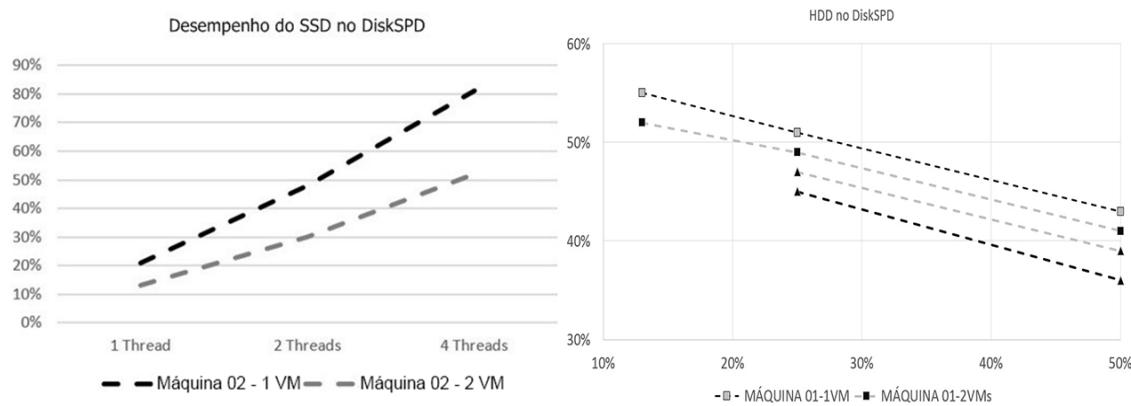
Figura 2. Resultados usando o benchmark SuperPI.



Observa-se que os resultados com uma máquina virtual foram bem parecidos com os de 2 máquinas virtuais em relação à máquina 03 com resultados de ponto flutuante os aproveitamentos na virtualização foram idênticos, todas as máquinas apresentaram um comportamento bastante linear.

A Figura 3 abaixo mostra os resultados dos testes para a memória secundária.

Figura 3. Resultados usando o benchmark DiskSPD.



Nota-se que apesar dos resultados de HDD permanecerem um tanto constantes eles caíram principalmente nos resultados com duas máquinas.

Os testes realizados com a memória principal não apresentaram variação de desempenho uma vez que os processadores e hipervisores utilizados habilitam o acesso direto à memória por parte dos sistemas hospedados.

6. Conclusão

Observou-se que quando temos apenas uma máquina virtual utilizando todos os recursos do hospedeiro os sistemas virtualizados chegam a até 99% do desempenho do hospedeiro. Quando temos duas máquinas virtuais cada uma com metade dos recursos do hospedeiro o desempenho de processamento é levemente inferior quando comparado com o desempenho de apenas uma máquina. Em cálculo de ponto flutuante, processadores Intel mantêm um padrão de ganho de desempenho a cada thread alocada, enquanto os AMD apresentam ganhos menos significativos a partir de 50% dos threads devido a sua arquitetura. Em relação aos resultados de uma máquina virtual as máquinas com o processador FX8350 com 4 threads alocadas (50% dos recursos) comparando-as com as duas máquinas virtuais simultâneas com 4 threads cada ainda em relação ao FX8350, percebemos que teve uma grande perda de desempenho os 72% que foi o desempenho médio das máquinas com FX8350 com uma máquina virtual cai para apenas 48% com as duas máquinas virtuais sendo executadas simultaneamente. Para os sistemas com HD convencional o desempenho se manteve constante independentemente da quantidade de threads, enquanto os com SSD conseguem melhor desempenho com 50% dos threads alocados e ao se virtualizar mais de uma máquina com SSD o desempenho cai cerca de 25% em relação a apenas uma máquina. Concluímos que de acordo com o objetivo da virtualização o melhor a ser feito é virtualizar um sistema que tenha entre 50% a 100% dos recursos disponíveis no sistema hospedeiro (Processador, dispositivos de armazenamento), e caso for utilizar virtualização com múltiplas máquinas virtuais o melhor é utilizar um HDD convencional, pois o SSD terá uma relevante perda de desempenho, em quando a quantidade de recursos a ser alocada deve os recursos que seriam alocados com apenas uma máquina virtual devem ser divididos pela quantidades de máquinas a ser virtualizada, ou seja se for alocar 50% dos recursos do sistema hospedeiro e for virtualizar duas máquinas cada máquina deverá ter 25% dos recursos do hospedeiro.

7.Referências

- Oliveira, Eder.; Farias, Thais.; Costa, Wilber; Valiante, Filippo. "Análise de Desempenho de Máquinas Virtuais", ERAD-SP – 2016.
- Johnson, T. and Margalho, M. (2011) "Avaliação de Desempenho de Sistemas Computacionais", LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda.
- Hollander, R. and Bolotoff, P (2011) "RAMspeed, a cache and memory benchmarking tool", disponível em <http://alasir.com/software/ramspeed/>.
- Jack Dongarra 1979 "Linpack, a linear equations tool", disponível em <http://www.netlib.org/benchmark/hpl/>.
- Microsoft Corporation (2014) "Diskspd Utility: A Robust Storage Testing Tool", disponível em <https://gallery.technet.microsoft.com/DiskSpd-a-robust-storage-6cd2f223>.
- wPrime Systems 2012, SuperPI website, disponível em <http://www.superpi.net>.
- HWBOT "MultiThreadedPI@LINPACK, union in between Linpack *benchamark* and SuperPI *benchmark*", disponível para download em: http://hwbot.org/benchmark/multi_threaded_linpack/.
- VM Ware Machine virtualization. Disponível em: <http://www.vmware.com/br/solutions/virtualization.html>

Gerenciamento de Consumo Energético com Aplicação Java e Plataforma Arduino

Larissa de Paula Serrão Garcia¹, José Jailton Henrique Ferreira Junior², Paulo Robson Campelo Malcher³

¹Faculdade Paraense de Ensino (FAPEN)
Rua dos Mundurucus, 1427 – Batista Campos, Belém – PA – Brasil

²Universidade Federal do Pará (UFPA)
Av. dos Universitários, s/n - Jaderlândia, Castanhal – PA – Brasil

³Universidade Federal Rural da Amazônia
Tv. Pau Amarelo, S/n - Vila Nova, Capitão Poço – PA – Brasil

larissagarcialp.lg@gmail.com, jjj@ufpa.br, paulo.malcher@ufra.edu.br

Abstract. *The power consumption is one of the main topics of today due to the scarcity of natural resources and also by the high financial costs. Reducing energy consumption has become a constant need for Brazilian families, so this paper proposes an application for the power control. This article describes how it was implemented a Java application for power management, with the data collector a device designed in Arduino, calculating the energy consumption, the amount to be paid and generating reports for monitoring, a practical and simple way to monitoring energy consumption.*

Resumo. *O consumo de energia elétrica é um dos principais tópicos da atualidade devido à escassez de recursos naturais e também pelos altos custos financeiros. Reduzir o consumo de energia elétrica tornou-se uma necessidade constante para as famílias brasileiras, por isso este artigo propõe uma aplicação para o controle de energia elétrica. Este artigo descreve como foi implementado uma aplicação Java para o gerenciamento de energia, tendo como coletor de dados um dispositivo projetado em Arduino, calculando o consumo de energia elétrica, o valor a ser pago e gerando relatórios para acompanhamento, uma maneira prática e simples de acompanhamento do consumo de energia.*

1. Introdução

A energia elétrica está presente em todos os seguimentos da sociedade e seu uso aumenta de maneira progressiva. De acordo com Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), 95% da população brasileira têm acesso à energia elétrica sendo mais de 65 milhões de unidades consumidoras em 99% dos municípios brasileiros. Considerando que o Brasil possui uma população de aproximadamente 200 milhões de habitantes de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Aneel (2015).

O sistema de energia elétrica brasileiro é composto em sua maioria por hidrelétricas responsáveis pela geração de energia elétrica, linhas de transmissão e distribuidoras até chegar aos consumidores finais. A Figura 1 mostra os componentes básicos desde a geração até aos consumidores finais.

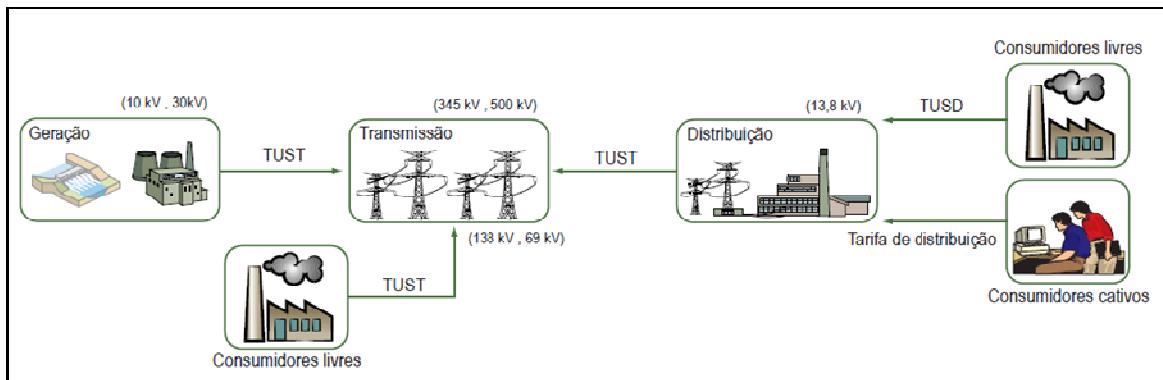


Figura 1. Sistema elétrico Brasileiro

Fonte: ANEEL, 2008.

Em 2015, os brasileiros tiveram um reajuste médio de 23% na conta de energia elétrica; Folha (2015). Todos os consumidores, independente de consumo ou classe, passaram a pagar essas novas tarifas, justificadas pela capacidade reduzida de geração de energia pelas hidrelétricas (cerca de 70% da energia provem de hidrelétricas), o que força as prestadoras a recorrerem às termoelétricas para garantir o fornecimento, o que gera custos elevados para este tipo de transmissão; Celpa (2015).

O governo e as companhias distribuidoras de energia implantaram as bandeiras tarifárias de consumo elétrico de modo a evitar um possível “apagão”; Folha (2015), a fatura passa a ser composta pelos seguintes encargos: custo de produção, transmissão de energia, impostos estaduais, federais; Braga (2015) e das bandeiras tarifárias, não apenas relacionados ao custo de geração de energia, mas todos os gastos adicionais vinculados à compra, regulamento da ANEEL que indica se a energia custará mais cara ou não em função das condições de geração de eletricidade no país.

No segundo bimestre de 2016 as taxas sofreram mudanças, mantendo-se na bandeira verde desde então, devido à estabilidade da produção de energia; G1 (2016). Na Figura 2 estão listadas as bandeiras tarifárias e suas taxas adicionais, conforme sua cor.



Figura 2. Sistema de Bandeiras Tarifárias

Fonte: ANEEL, 2016.

O objetivo desta pesquisa no atual cenário é proporcionar ao usuário, de forma prática e objetiva o controle de consumo, por consequência a economia, com consultas em tempo real, previsão de fatura e geração de relatórios para acompanhamento por meio de uma aplicação Java com o suporte de um dispositivo Arduino.

2. Desenvolvimento da Aplicação

Tendo como funcionalidade básica, a ferramenta desenvolvida neste trabalho utilizará um dispositivo Arduino para a captura do consumo de energia elétrica, o qual será enviado para uma aplicação Java e armazenado em um banco de dados, onde após cálculos e exibirá os dados pertinentes ao consumo, como: consumo real em kWh (Quilowatts/hora), valor agregado ao consumo, geração de relatórios e geração de gráficos para acompanhamento do consumo, assim como o envio de tais relatórios por e-mail e SMS. A Figura 3 mostra a arquitetura da ferramenta.

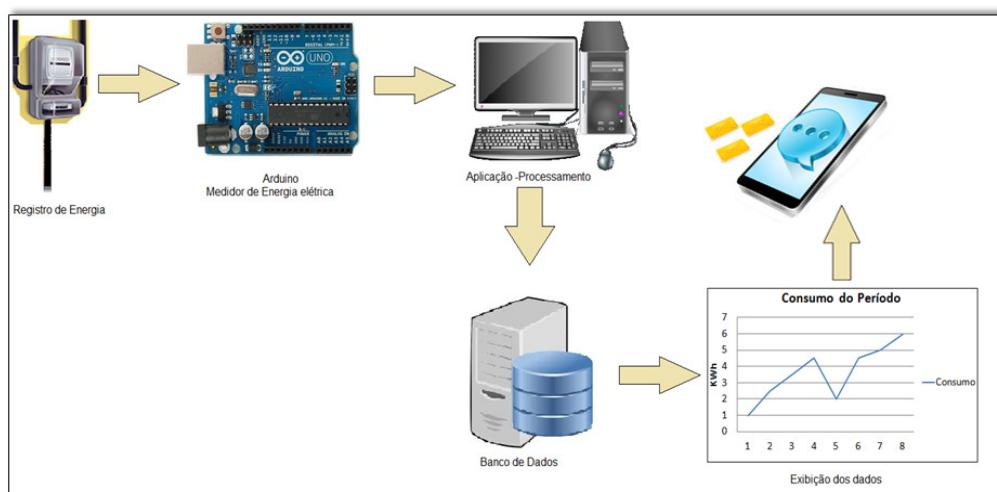


Figura 3. Arquitetura da ferramenta de gerenciamento de Energia Elétrica

Fonte: autora, 2016

O desenvolvimento da ferramenta foi dividido em duas partes: o desenvolvimento de um dispositivo Arduino e o de uma aplicação Java, a mesma recebeu o nome de EnergLar.

2.1. Dispositivo Arduino

Essa fase abrange a montagem de um dispositivo em Arduino para a captura do consumo de energia elétrica, trata-se de um dispositivo capaz de realizar medições de corrente e sistema elétrico, por permitir fácil manuseio e baixo custo, escolheu-se esse tipo de periférico.

O desenvolvimento deste medidor seguiu as seguintes etapas: em um circuito são inseridos os seguintes componentes: um sensor de corrente (ACS712) para a coleta de dados na rede residencial, um módulo Relé (v.1.0) para o controle do dispositivo e a própria placa de Arduino na qual esta carregado o código para execução dos comandos. O medidor foi implementado na linguagem nativa, chamada também de Arduino.

A prototipagem é apresentada na Figura 4, conforme os requisitos coletados foram utilizados sensor de corrente para a coleta de dados da rede, uma lâmpada para a contabilização de consumo, modulo Relé e a própria placa de Arduino. Para a validação foi utilizado: a medição do consumo de uma lâmpada e monitoramento através do monitor serial do Arduino.

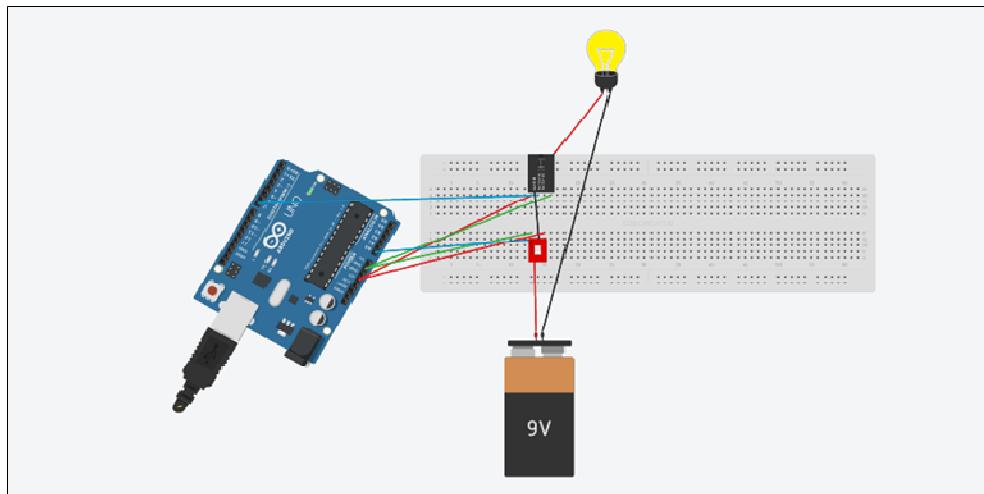


Figura 4. Protótipo do Dispositivo Arduino

Fonte: autora, 2016

2.2. Implementação da Ferramenta *EnergLar*

O sistema *EnergLar* é uma aplicação Java desenvolvida para o gerenciamento do consumo de energia elétrica, que tem como principal objetivo o acompanhamento de energia. Sendo assim, um cliente que possuir o sistema instalado completamente no local em que se deseja medir o consumo elétrico, poderá ter acesso a todas essas medições enviadas pelo medidor Arduino ao Software *EnergLar*, sendo possível a visualização do consumo em tempo real, consultas de consumo, geração de relatórios e envio para um e-mail e SMS informados.

2.2.1 Requisitos e Modelagem

Os requisitos básicos desse software podem ser definidos por meio das seguintes funcionalidades: receber informações do medidor de energia, armazenar e manipular as informações adquiridas, elaboração de relatórios de consumo pertinentes ao período escolhido, geração de gráficos intuitivos do consumo de energia para o usuário e envio de tais dados por email e SMS. Todos esses requisitos foram elicitados juntos aos *stakeholders* deste projeto. Com base nos requisitos constituiu então a modelagem do sistema orientado a objetos em questão, para tal utilizou-se a Linguagem de Modelagem Unificada (do inglês, *Unified Modeling Language* – UML). Diagramas foram elaborados, tais como Diagrama de Casos de Uso (figura 5) e o Diagrama de Atividades (figura 6) entre outros que auxiliaram no desenvolvimento.

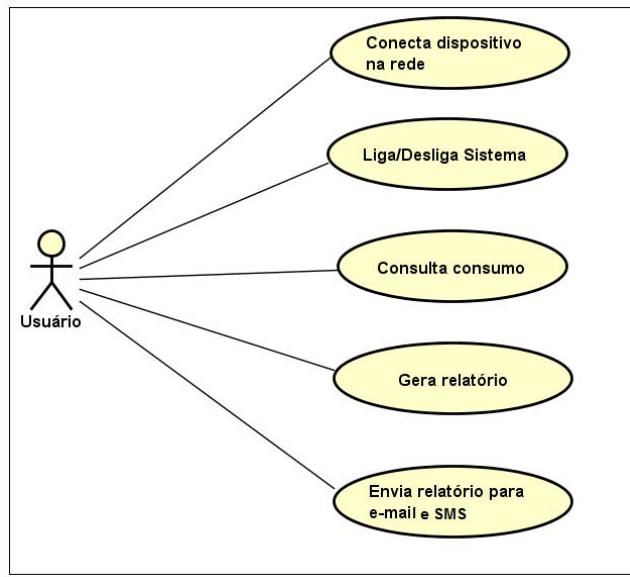


Figura 5. Diagrama de Casos de Uso EnergLar

Fonte: autora, 2016

A Figura 5 apresenta o caso de uso do usuário final, o qual ficará responsável por conectar o dispositivo Arduino na rede residencial para que seja feita a captura de dados, pertinentes a consumo de energia, para cálculos no sistema, ligar e desligar o aplicativo Java, consultar o consumo referente ao mês selecionado, gerar relatório com base no consumo que será exibido na tela e poderá ser enviado para um e-mail e disparado um SMS, previamente informado pelo usuário.

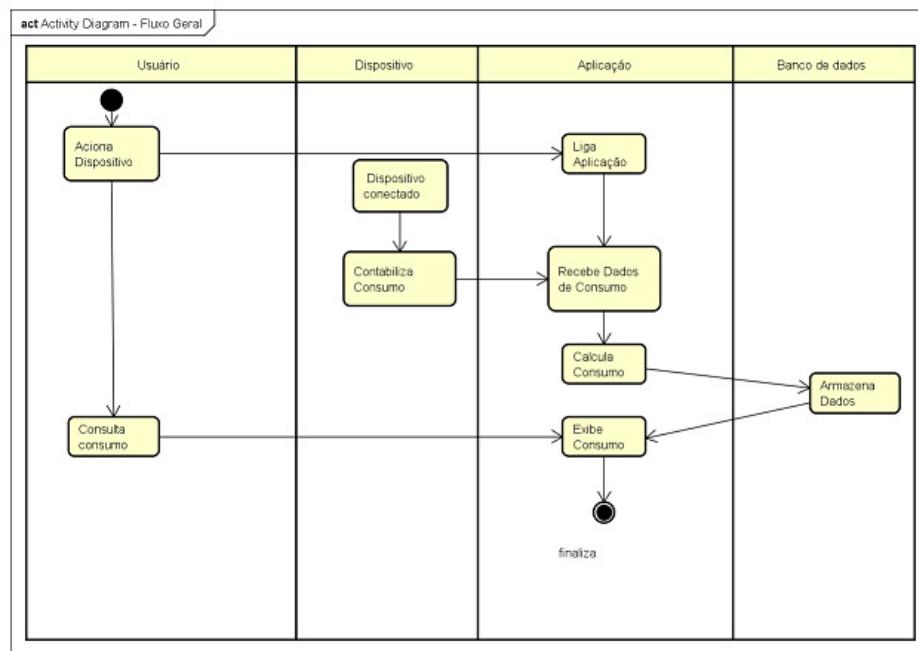


Figura 6. Diagramas de Atividades

Fonte: autora, 2016

A Figura 6 representa um Diagrama de Atividades, objetivando mostrar de maneira simples, fluxo principal do sistema, assim como suas passagens e tarefas; Pressman (2011). Apresenta o fluxo geral do sistema com suas atividades.

3. Arquitetura

A implementação do sistema EnergLar é realizada em duas partes: a primeira é descrita pela utilização de um banco de dados , onde existe uma tabela com os dados referentes ao armazenamento de informações e a segunda baseia-se na estrutura do dispositivo Arduino.

Foi utilizada a linguagem de programação Java, por se tratar de uma linguagem bastante usada nesse tipo de aplicação e por fornecer suporte para um desenvolvimento, como auxilio na programação por meio de bibliotecas, exemplo dessas são as javamail, commons email, jfreechart e rxtx empregadas ao longo do desenvolvimento, através do ambiente *Netbeans IDE* que possui uma imensidate de possibilidades, a aplicação foi desenvolvida com o intuito de tratar as informações recebidas pelo dispositivo Arduino e envia-las para o banco de dados MySQL – que possui fácil manuseio, onde são armazenadas para as futuras consultas e geração de relatórios, geração de gráficos e envio dos relatórios para um e-mail.

O dispositivo de medição de energia elétrica foi montado em Arduino e programado em sua própria linguagem (Arduino), por fornecer um dispositivo de baixo custo e usabilidade, uma vez que é de fácil manuseio.

A Figura 7 mostra a tela inicial da aplicação, com os dados exibidos assim que o contador é acionado, a aplicação recebe os dados do medidor, e exibe na tela em tempo real o consumo de energia elétrica, o tempo que o contador está ligado, o valor agregado ao consumo, o tempo em que a aplicação está ligada, e o status do contador.



Figura 7. Página inicial da aplicação

Fonte: autora, 2016

Na Figura 8 é exibida a tela de relatório e suas funcionalidades, após a escolha do mês de consumo, são exibidos os dados referentes a mesmo: valor em reais do consumo em watts, campo para envio do relatório por email e gráfico para acompanhamento do consumo.

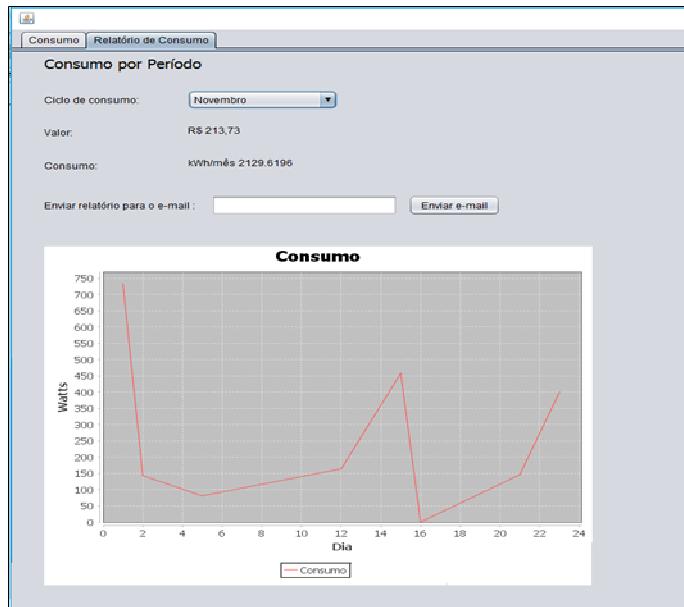


Figura 8. Aba de Relatório de Consumo da aplicação

Fonte: autora, 2016

Na Figura 9 é exibido o relatório enviado por email, exibindo os mesmo dados da tela de relatório.

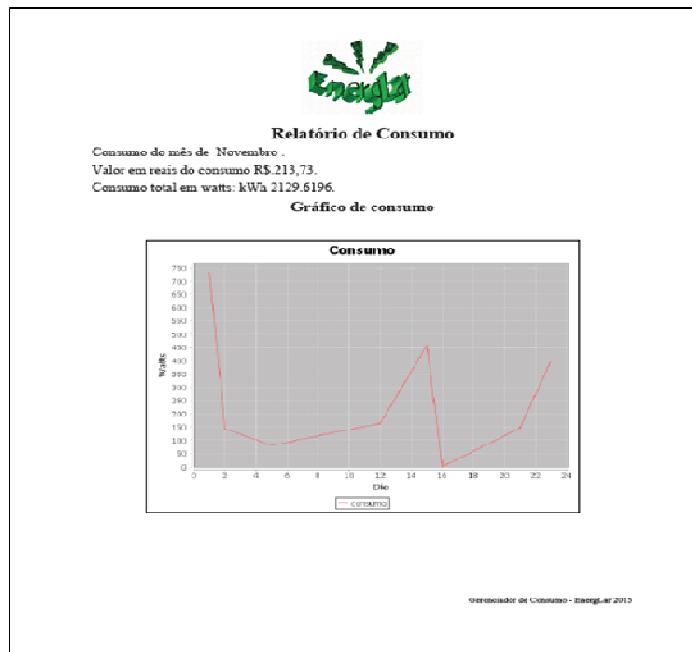


Figura 9. Documento gerado e enviado pela aplicação

Fonte: autora, 2016

O medidor de energia montado em Arduino realiza o envio de suas medições em tempo real para a aplicação Java, para armazenamento no banco de dados. As informações gravadas geram outras informações ao usuário, como a geração do gráfico de consumo que facilita o monitoramento de consumo.

4. Conclusão

Durante o desenvolvimento desse trabalho, procurou-se uma forma de proporcionar ao usuário uma forma simples de consumo de energia elétrica, permitindo comodidade no acompanhamento de seu consumo, de forma prática e intuitiva, uma vez que não necessita que o usuário insira dados para contabilização do consumo para cálculos de valor referente apenas ao consumo, sem impostos e outros custos, que o mesmo deverá pagar para a concessionária de energia.

A implementação do sistema *EnergLar* visa contribuir para o desenvolvimento de novos sistemas que auxiliem no controle e medição de gerenciadores de consumo, assim ajudando a utilizar a energia elétrica de forma mais racional e inteligente. Como trabalhos futuros, sugere-se a utilização de métodos de segurança, como controle de acessos, cálculos mais precisos de consumo incluindo os impostos cobrados, a seleção das bandeiras tarifárias, implementação da aplicação para a plataforma *Android*, uma vez que trarão muito mais mobilidade as consultas e gerenciamento e notificações de limites de consumo delimitadas pelo usuário.

5. Referências

- Aneel. Atlas de Energia Elétrica - 3^a Edição. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf>>. Acesso em: março de 2015.
- Bolzani, Caio Augustus Morais, Residências Inteligentes. São Paulo, Ed. Editora e Livraria da Física, 2007.
- Braga, Alan Magalhães. Gerenciamento do Consumo de Energia Elétrica Residencial através de uma Ferramenta de Comunicação Sem Fio. IFCE. Disponível em: <<http://www.infobrasil.inf.br/userfiles/OK-Gerenciamento-122410.pdf>>, acesso em agosto de 2016.
- Folha de São Paulo. Energia terá aumento médio de 23,4%. Disponível em <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2015/02/1595890-energia-sofrera-aumento-medio-de-234-a-partir-da-proxima-semana.shtml>> Acesso em: março de 2015.
- Leite, Luciano Pompeu, Barroso, Ueslei da Silva. MEDIDAÇÃO MICROCONTROLADORA DE ENERGIA ELETRICA UTILIZANDO REDES SEM FIO E DISPOSITIVOS MÓVEIS. Disponível em:< http://www3.iesampa.edu.br/ojs/index.php/controle_auto/article/viewFile/1009/693>, Acesso em março de 2015.
- Pressman, Roger S. Engenharia de Software: Uma Abordagem Profissional, 7^a ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

O Modelo Adaptativo Diamante como alternativa para classificação de projetos ágeis em um Escritório de Projetos

André R. Rivas¹, Bruna Costa Santos², Gustavo Rozatte³, Vitor Hugo Rodrigues Merencio⁴

¹ Universidade Nove de Julho (Programa de Pós-Graduação em Informática e Gestão do Conhecimento)

Av. Francisco Matarazzo 612, Bloco A, São Paulo, SP – Brasil

² Universidade Nove de Julho (Graduação)

Endereço Postal (Av. Dr. Adolpho Pinto, 109 - Barra Funda, São Paulo - SP – Brasil)

³ Universidade Nove de Julho (Graduação)

Endereço Postal (Av. Dr. Adolpho Pinto, 109 - Barra Funda, São Paulo - SP – Brasil)

⁴ Universidade Nove de Julho (Graduação)

Endereço Postal (Av. Dr. Adolpho Pinto, 109 - Barra Funda, São Paulo - SP – Brasil)

rivas.andre@uni9.pro.br, brunacostasantoscs@gmail.com,

gustavo_rozatte@hotmail.com, vitorhugo.ro10@gmail.com

Resumo. *Com o avanço da utilização das metodologias ágeis, os escritórios de projetos precisam adequar-se a este contexto, a partir do referencial teórico obtido por meio de pesquisa bibliográfica foram extraídas as principais características dos métodos ágeis, posto isso o artigo propõe o modelo adaptativo diamante como novo modelo de gestão para ser utilizado em escritórios de projetos.*

Abstract. *With the advancement of the use of agile methodologies, project offices need to adapt to this context, from the theoretical key were extracted features of agile methods, since this article proposes the adaptive model diamond as a new management model for will use in project offices..*

Áreas temáticas. *Métodos Ágeis, Escritórios de Projetos, Fábricas de Software.*

Introdução

A crescente adoção dos métodos ágeis por empresas do seguimento de desenvolvimento de software, independentemente de seu porte, afeta as estruturas tradicionais de gerenciamento de projetos. O escritório de projetos e o executivo de projetos passaram a ter outras e novas preocupações e responsabilidades para ajudar a garantir o sucesso dos projetos.

Com o advento da popularização das metodologias ágeis e uma crescente demanda em sua adoção, as empresas do ramo de desenvolvimento de *software* precisam adequar-se a este contexto.

A partir do exposto, esta pesquisa tem como objetivo abordar a eficiência e a influência dos escritórios de projetos ágeis na criação de *software*, a fim de evidenciar suas características em relação ao uso dos métodos tradicionais. Para tanto a pesquisa busca responder a seguinte questão:

- Quais características provenientes dos métodos ágeis podem ser incorporadas nos escritórios de projetos das fábricas de software?

O referencial teórico presente neste trabalho embasa-se pelos seguintes tópicos: Métodos Ágeis, Escritórios de Projetos e Fábricas de Software.

Metódos Ágeis

A Modelagem Ágil mistura o caos de práticas simples de modelagem com a ordem inerente a artefatos de modelagem de *software*. A Modelagem Ágil não significa menos modelagem; na verdade, muitos desenvolvedores acharão que estão fazendo mais modelagem do que antes. “Pense na Modelagem Ágil como uma arte, não uma ciência” (AMBLER, 2004).

Metodologias ágeis existem há anos, desde a década de 80, mas algumas informações passam por distorções, fato que dificultou no início a utilização das metodologias. Por conseguinte, desenvolvedores passaram a entender a metodologia ágil como algo que tudo se pode, ou seja, podemos desenvolver sem documentação, sem padrão e sem cuidado. Isto não é verdade, as metodologias ágeis podem trazer sucesso ao projeto, e são utilizadas inclusive na indústria.

Apesar das metodologias existirem, foi em 2001 que um grupo formado por Kent Beck e mais dezenas renomados desenvolvedores assinaram o “Manifesto para o desenvolvimento ágil de *software*”.

O manifesto ágil possui a seguinte base: os indivíduos e as interações são mais importantes do que os processos e as ferramentas, o *software* funcionando é mais importante do que uma documentação completa, a colaboração com e dos clientes acima de apenas negociações de contratos e, respostas a mudanças acima de seguir um plano.

Além desses valores fundamentais, foram compilados 12 princípios orientadores para o desenvolvimento ágil de *software* de forma a orientar e embasar aqueles interessados em “fazer” modelagem ágil na prática:

1. Nossa maior prioridade é satisfazer o cliente através da entrega contínua e adiantada de *software* com valor agregado.
2. Mudanças nos requisitos são bem-vindas, mesmo tardivamente no desenvolvimento. Processos ágeis tiram vantagem das mudanças visando vantagem competitiva para o cliente.
3. Entregar frequentemente *software* funcionando, de poucas semanas a poucos meses, com preferência à menor escala de tempo.
4. Pessoas de negócio e desenvolvedores devem trabalhar diariamente em conjunto por todo o projeto.
5. Construa projetos em torno de indivíduos motivados. Dê a eles o ambiente e o suporte necessário e confie neles para fazer o trabalho.
6. O método mais eficiente e eficaz de transmitir informações para e entre uma equipe de desenvolvimento é através de conversa face a face.

7. *Software* funcionando é a medida primária de progresso.

8. Os processos ágeis promovem desenvolvimento sustentável. Os patrocinadores, desenvolvedores e usuários devem ser capazes de manter um ritmo constante indefinidamente.

9. Contínua atenção à excelência técnica e bom design aumenta a agilidade.

10. Simplicidade – a arte de maximizar a quantidade de trabalho não realizado – é essencial.

11. As melhores arquiteturas, requisitos e *designs* emergem de equipes auto organizáveis.

12. Em intervalos regulares, a equipe reflete sobre como se tornar mais eficaz e então refina e ajusta seu comportamento de acordo.

A habilidade de reduzir custos das mudanças é uma das características mais convincentes da abordagem ágil, ao longo de todo o processo de *software*. (PRESSMAN, 2011).

Vemos também que uma das prioridades da Modelagem Ágil é a entrega:

[...] A engenharia de *software* ágil combina filosofia com um conjunto de princípios de desenvolvimento. A filosofia defende a satisfação do cliente e a entrega de incremental prévio; equipes de projetos pequenas e altamente motivadas; métodos informais; artefatos de engenharia de *software* mínimos e, acima de tudo, simplicidade no desenvolvimento geral. Os princípios de desenvolvimento priorizam a entrega mais que a análise e projeto (embora essas atividades não sejam desencorajadas); também priorizam a comunicação ativa e contínua entre desenvolvedores e clientes". (PRESSMAN, 2011)

Um projeto envolve pessoas e mudanças, principalmente quando falamos de entregas constantes. Desta forma as metodologias ágeis trabalham com equipes altamente motivadas e suporte a mudanças durante o processo de desenvolvimento.

O desenvolvimento ágil é incremental, ou seja, não se faz um plano completo com tudo que devemos fazer para depois iniciar o desenvolvimento, muito menos, desenvolvemos o produto sem contato com o cliente, ao invés disso, desenvolvemos incrementalmente, ou seja, o produto é feito aos poucos e entregue constantemente, desta forma, toda mudança é bem-vinda, pois o projeto está em desenvolvimento e não foi concluído por completo. (JACOBSON, 2013)

Os incrementos iniciais do sistema podem fornecer uma funcionalidade de alta prioridade, de forma que os clientes logo poderão obter valor do sistema durante seu desenvolvimento. Os clientes podem assim ver os requisitos na prática e especificar mudanças para serem incorporadas nos lançamentos posteriores do sistema (SOMMERVILLE, 2011).

Equipes pequenas possuem menos ociosidade social, melhoram a interação construtiva, menor tempo na coordenação, ninguém fica para trás, pois todos apreendem em conjunto, há maior satisfação entre os membros do grupo e é menos provável que ocorra excesso de especialização, pois todos devem conhecer o projeto (COHN. 2011).

Outro ponto é que o tamanho não indica realmente maior produtividade, pois equipes grandes não são necessariamente mais produtivas, pois há menos comunicação e maior número de conflitos. Não é de se surpreender que equipes menores concluem os projetos com um esforço total menor, equipes maiores demandam mais esforços e custos (COHN. 2011).

Os métodos ágeis, em essência, se desenvolveram em um esforço para eliminar fraquezas reais e perceptíveis da engenharia de *software* convencional. Mesmo oferecendo benefícios importantes, vale ressaltar que o desenvolvimento ágil não é indicado para todos os projetos, produtos, pessoas e situações. (PRESSMAN, 2011)

PMO – Project Management Office

Um projeto é um empreendimento com objetivo pré-definido, onde consome recursos e opera sob pressões de prazos, custos e qualidade (KERZNER, 2009). Sendo assim a gestão de projetos define se como o planejamento, controle e programação de uma série de tarefas que interagem de forma a atingir os objetivos com êxito, para benefício dos participantes do projeto.

Os escritórios de projetos, ou escritório de gerenciamento de projetos (*Project Management Office* – PMO), é uma estrutura organizacional que visa facilitar as atividades de gestão de projetos (GP) garantindo melhorias ao processo de gestão da organização por meio da gestão do portfólio e do alinhamento de projetos com o negócio (CRAWFORD, 2002).

De acordo com Crawford (2002), um escritório de projetos pode contar com uma estrutura simples tendo poucas pessoas preparando e sustentando cronogramas ou ainda prover de certa complexidade, mantendo um número significante de pessoas para planejamento, informes, monitoramento de projetos etc. Conforme Patah e Carvalho (2009) citam os cinco modelos de PMO, propostos em 1998 por Dinsmore:

AUTONOMOUS PROJECT TEAM (APT) – Conforma quando a empresa não possui grande experiência em gerenciamento de projetos. Onde neste cenário, o projeto não está alocado em muitas áreas da organização, limitando-se normalmente as fronteiras funcionais. Nestes casos, práticas de gerenciamento de projetos são provenientes da experiência do gerente ou líder do projeto, onde não há um suporte por parte da organização.

PROJECT SUPPORT OFFICE (PSO) – Destinado ao suporte de diversos projetos simultâneos, onde fornece ferramentas e recursos. Vargas (2003) considera como atribuições deste tipo de PMO, a definição de metodologias (processos baseados em atividades adequadas e detalhadas acerca da execução dos projetos); a composição das interfaces (definição dos meios da comunicação, seja em linhas verticais ou horizontais); preocupação com competências (preparar pessoas para a gestão de projetos e suporte técnico); definição de recursos técnicos (*hardware*, *software* e processos adequados, tendo como o auxílio aos gestores e suas equipes).

PROJECT MANAGEMENT CENTER OF EXCELLENCE (PMCOE) - Responsável por difundir a cultura de gerenciamento de projetos e manter as metodologias aplicáveis à esfera organizacional. Neste sentido, consolida-se frente às seguintes demandas: patrocínio (para ser eficaz é preciso apoio da alta gerência); liderança (baseada em conhecimento, não em poder); valor agregado (capacidade de demonstrar os benefícios da gestão de projetos); desenvolvimento profissional (formar gerentes e lideranças competentes para a organização); estado-da-arte (deve estar na vanguarda das práticas, técnicas e conhecimento do gerenciamento dos projetos).

PROGRAM MANAGEMENT OFFICE (PRGMO) – O PrgMO ou Escritório de Gerenciamento de Programas é responsável pela efetivação de conjunto de projetos. Entre

várias, suas principais funções são: designar recursos humanos para o projeto, recrutamento, seleção e coordenação dos gerentes de projetos, metodologia de relatório de desempenho do portfólio, contabilidade de programas. Outra de suas importantes tarefas é o alinhamento dos projetos com as estratégias da corporação.

CHIEF PROJECT OFFICER (CPO) – O CPO é um cargo executivo que está no topo da instituição, onde este e sua equipe tem autoridade sobre projetos estratégicos, abrangendo envoltura direta nas tomadas de decisões sobre negócios que gerem em novos projetos. O CPO também realiza o planejamento estratégico de projetos, definindo prioridades e negociando recursos para os projetos. Além de avaliar periodicamente os projetos que exercem decisão sobre a interrupção de projetos.

A função primária de um escritório de projetos é prover suporte aos gerentes de projetos, investindo em três áreas principais, segundo Prado (2012): Metodologia (evolução dos projetos através da atualização de processos), Pessoas (treinamentos, coaching ou desenvolvendo da equipe, gerentes e futuros gerentes), Ferramentas (definições, implantação e suporte de tecnologias).

Fábricas de Software

No princípio, pelo menos no cenário brasileiro, não havia processo disciplinado para o desenvolvimento do *software*, o qual era totalmente artesanal o que perdurou no panorama até meados da década de 80, quando então surgiu o conceito de Fábrica de *Software*, que foi aplicado em escala comercial, a partir de 1993, no mercado de São Paulo.

Entre 1960 e 1990, a área de desenvolvimento ainda não era vista como uma operação que necessitava de gerenciamento, melhoramento contínuo, com responsabilidade de dar retorno para a empresa. Esse cenário começou a mudar com a maior inserção da economia brasileira no cenário global. (FERNANDES & TEIXEIRA, 2004, p. 24).

A expressão *software factory* – fábrica de *software* foi usada pela primeira vez nos anos 60. Cusumano (1989) foi um dos principais autores a divulgar o termo, a partir de suas pesquisas no final da década de 80, acerca de práticas de desenvolvimento de *software*. Segundo o autor, o sucesso das fábricas de *software* do Japão e dos Estados Unidos se deve a inclusão de um alto grau de reusabilidade, modularização, uso de ferramentas e controle e gerenciamento dos sistemas aumentando a qualidade e a flexibilidade. Os projetos de fábrica de *software* desenvolvidos, mostraram que o ganho de produtividade da indústria japonesa pode ser superado pela adoção de seus métodos de trabalhos com a simplificação, integridade conceitual, aderência aos padrões e automação seletiva no processo de desenvolvimento. Utilizam metodologias de desenvolvimento de *software*, com o intuito de aumentar a produtividade e reduzir tempo e custos.

De acordo com Swanson et al. (1991), a literatura de sistemas de informação não contempla a expressão “Fábrica de *Software*”, mas concentra-se em aspectos chave em relação ao conceito, como reuso.

Conforme definido por Fernandes e Teixeira (2004), os processos nas fábricas de *software* podem ser descritos da seguinte maneira:

“Um processo estruturado, controlado e melhorado de forma contínua, considerando abordagens de engenharia industrial, orientado para o atendimento a múltiplas demandas de natureza e escopo distintas, visando à geração de produtos de *software*, conforme os

requerimentos documentados dos usuários e/ou cliente, da forma mais produtiva e econômica possível”.

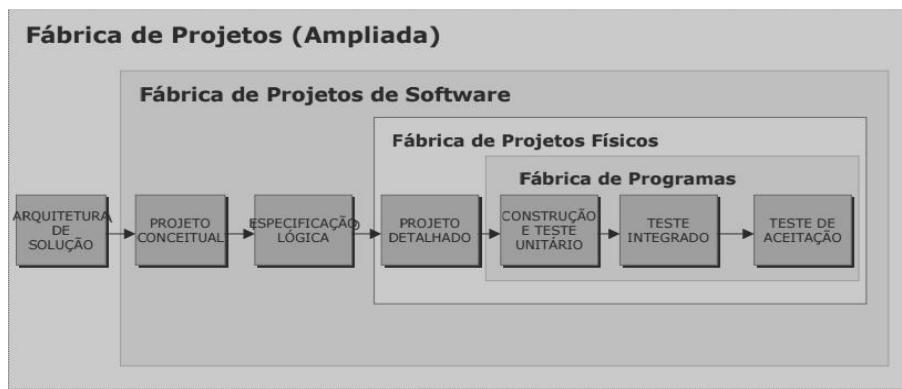


Figura 1. Escopo de fornecimento de fábrica de software.

Fonte: Fernandes E Teixeira (2004). “Fábrica de Software - Implantação e Gestão de Operações”.

De acordo com Pressman, no contexto da engenharia de *software*, um processo é um *framework* para as tarefas necessárias à construção de *software* com alta qualidade, definindo a abordagem que será adotada enquanto o *software* estiver em desenvolvimento (PRESSMAN, 2000).

Fernandes e Teixeira (2004) apresentam um *framework* para fábrica de *software* classificado em quatro escopos distintos de acordo com a atuação ao longo das fases de desenvolvimento de um projeto de *software*. A fábrica de projetos atua com mais abrangência no processo de produção, englobando fases como projeto conceitual, especificação lógica, projeto detalhado da solução, realização de testes de integração e de aceitação. A fábrica pode se caracterizar por projetos de *software* ou projetos físicos, porém, seus requisitos e características básicas são muito semelhantes. No caso das fábricas de projetos de *software*, há a necessidade do conhecimento do negócio do cliente.

A fábrica de programas tem por objetivo principal codificar e testar programas. No seu processo produtivo engloba as fases de construção e testes unitários. Para os autores, os atributos básicos de uma fábrica de *software* são: processo definido e padrão, interação controlada com o cliente, solicitações de serviço padronizadas, estimativas de custos e prazos, controle rigoroso dos recursos envolvidos em cada demanda da fábrica, controle e armazenamento em bibliotecas de itens de *software*, controle dos status e execução de todas as demandas, produtos gerados de acordo com os padrões estabelecidos pela organização, equipe treinada e capacitada nos processos organizacionais e produtivos, controle da qualidade do produto, processos de atendimento ao cliente, métricas definidas e controle dos acordos de nível de serviço definidos com o cliente.

Metodologia - Modelo Adaptativo Diamante

O Modelo Diamante em uma aproximação adaptativa propõe um modelo em quatro dimensões para classificar em categorias um projeto em tipologia (SHENHAR & DVIR, 2010), onde o resultado pode embasar a consubstanciação do estilo de gerenciamento exigido; examinar a conformidade do estilo exigido com o estilo sendo aplicado; amparar a comunicação entre a gerência e a equipe do projeto; e identificar os riscos e benefícios associados ao projeto. O modelo recomenda para a categorização as dimensões Novidade, Tecnologia, Complexidade e Ritmo, sendo igualmente chamado Modelo NTCR.

A dimensão novidade representa o quanto novo o produto é para quem vai utilizá-lo, assim como a perspicuidade que estão definidos de antemão as necessidades e requisitos dos clientes. Três níveis são sugeridos: Derivativa, Plataforma e Inovação. A dimensão tecnologia está ligada à incerteza quanto à aplicação e conhecimento das novas tecnologias usadas no projeto, em quatro níveis: Baixa, Média, Alta e Super-Alta. A terceira dimensão está agregada à complexidade do produto e da tarefa, vista como uma estrutura hierárquica de sistemas e subsistemas em três níveis de complexidade: Montagem, Sistema e matriz. A dimensão ritmo se refere à disponibilidade de tempo para elaborar o projeto e as consequências dos atrasos, em quatro níveis de urgência: Regular, Rápido/Competitivo, Crítico e Blitz/Urgente (SHENHAR & DVIR, 2010).

Conclusão

Como resposta ao problema apresentado destacamos os pontos mais relevantes de cada eixo, com o intuito de garantir melhor performance na aplicação dessa proposta adaptativa de gestão, formatando as características atuais diante do cenário de desenvolvimento de produtos de *software*. Neste sentido, consideramos a representação a seguir:

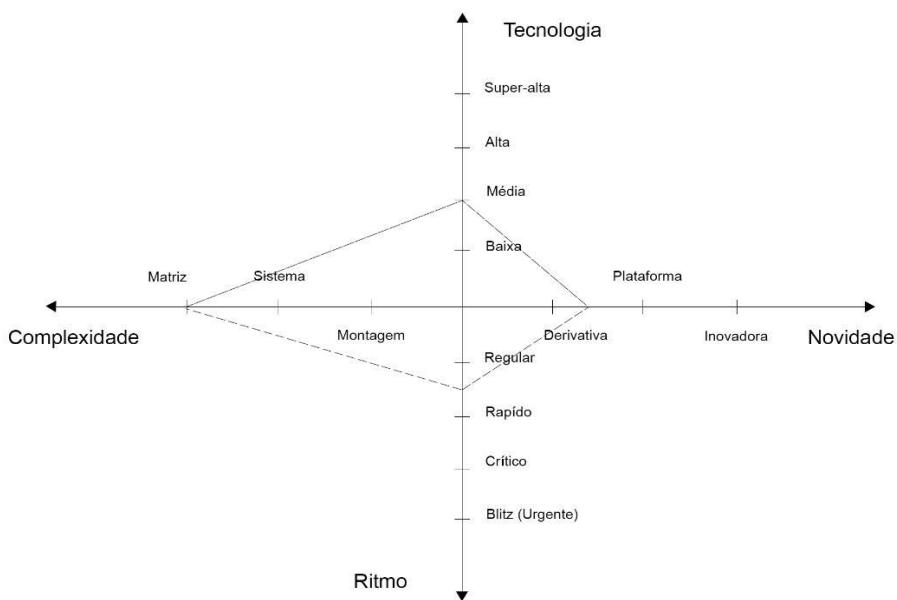


Figura 2. Modelo de gestão proposto para o cenário atual.

Fonte: elaborada pelos autores

A figura acima representada pelo modelo diamante demonstra as principais características de um projeto que tem como base os métodos ágeis. Nota-se que no eixo *Novidade* recomenda-se que o projeto possua um nível mediano de inovação para que o uso de tecnologias e o ritmo mantenham-se mais estáveis.

O eixo *Tecnologia* deve estar aderente a complexidade e o nível de novidade do projeto, para que ao longo do projeto o ritmo se mantenha constante evitando possíveis atrasos que impactariam no resultado final, trazendo aumento de custos e comprometendo a integridade dos resultados apresentados.

Em virtude das possíveis mudanças nos escritórios de projetos o nível de complexidade é alto. Caso a base do projeto não esteja bem definida e as características implementadas

O eixo *Ritmo* será o resultado da boa adequação dos outros níveis acima. Analisando um projeto cujo a complexidade é alta e a tecnologia e novidade são medianas, o ritmo seria regular, apesar do nível de complexidade ser alto, isto não afetaria a tecnologia, visto que já seria de conhecimento comum, pois uma equipe ágil é preparada para fazer uso de tecnologias específicas.

Este modelo mostra-se importante, sobretudo por viabilizar novos parâmetros para a classificação de projetos com o viés ágil; excedendo assim a visão tradicional da tripla restrição (praticada frequentemente nos Escritórios de Projetos), onde os fatores críticos de sucesso limitam-se ao escopo, tempo e custo.

Referências Bibliográficas

- Ambler (2004). “Modelagem Ágil: Práticas eficazes para a programação extrema e o processo unificado”.
- Bardin, L. “Análise de conteúdo”. Lisboa: Edições 70, 2002.
- Cohn (2011). “Desenvolvimento de Software com Scrum: Aplicando métodos ágeis com sucesso”.
- Darci Prado (2012). “O PMO e a maturidade em Gerência de Projetos”.
- David L. Cleland (1999). “Project Management: strategic design and implementantion”.
- Fernandes E Teixeira (2004). “Fábrica de Software - Implantação e Gestão de Operações”.
- J. Kent Crawford (2002). “The strategic Project office”.
- Kerzner (2009). “Gestão de Projetos”.
- Jacobson (2013). “The Essence of Software Engineering: Applying the SEMAT Kernel”. Mansur (2009) “Escritório avançado de projetos na prática”.
- Martins, G.A. & Theóphilo, C.R. (2007). “Metodologia da Investigação Científica para Ciências Sociais Aplicadas”. São Paulo: Atlas.
- Patah E Carvalho (2009). “O PMO Project Management Office e seu alinhamento estratégico”.
- Paul Campbell Dinsmore (2005). “Gerenciamento de Projetos”.
- Pressman (2011). “Engenharia de Software: Uma abordagem profissional”.
- Pressman (2000). “Software Engineering: A Practitioner’s Approach”.
- Sellitz, C. (1987). “Métodos de pesquisa nas relações sociais”. São Paulo: EPU.
- Sommerville (2011). “Engenharia de Software”. 9^a Edição.
- Vargas (2003). “Manual Prático de Plano de Projeto”.
- Yin, R. K. (2005). “Estudo de caso: planejamento e métodos”. 3 ed., RS, Bookman.

Nutrirá: um aplicativo para busca de produtos para restrições alimentares baseado em redes sociais

Nutrirá: an application to search products for dietary restrictions based on social networks

Lucas Padilha¹, Ana Elisa Tozetto Piekarski¹, Mauro Miazaki¹

¹ Departamento de Ciência da Computação, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 3, CEP 85.040-080 – Guarapuava (PR) – Brasil

{lucaspadilha08, aetpiekarski, maurom}@gmail.com

Resumo. *Parte significativa da população apresenta algum grau de restrição alimentar. Neste contexto, este trabalho apresenta o Nutrirá, um aplicativo para busca e indicação de produtos adequados para pessoas com restrições alimentares. A avaliação de aplicativos similares disponíveis na Google Play forneceu subsídios para a definição dos requisitos. O aplicativo, seguindo a método das redes sociais, tem como base as interações da comunidade de usuários: os usuários cadastram produtos e locais para alimentar o Nutrirá, e julgam as informações compartilhadas, dando notas e incluindo comentários. Com isso, quanto mais usuários utilizarem o aplicativo, melhor serão as informações disponíveis.*

Abstract. *A significant portion of the population presents some degree of food restriction. In this context, this work presents the Nutrirá, an application to search and recommend suitable products for people with dietary restrictions. The assessment of similar applications available on Google Play provided subsidies for the requirements definition. The application, following the method of social networks, is based on the interactions of the user community: users register products and establishments to feed the Nutrirá, and judge the shared information, giving notes and including comments. Thus, the more users utilize the application, the better the available information becomes.*

Áreas temáticas. Redes sociais.

1. Introdução

Seguir com uma dieta alimentar é importante por diversos motivos, seja por uma causa médica, estética ou qualquer outra, sempre buscando melhorar a qualidade de vida dos indivíduos. Na área da saúde, as alergias e intolerâncias alimentares são problemas cada vez mais frequentes nas pessoas. Estima-se que entre 1-2% e 10% da população mundial seja afetada por alergias alimentares, e cerca de 15-20% da população mundial possua alguma intolerância alimentar (Monte, 2015). Nesses casos, para o tratamento e melhor bem-estar dessas pessoas, é essencial seguir uma dieta restritiva alimentar. Uma das grandes dificuldades das pessoas que precisam seguir uma dieta é encontrar locais que possuam alimentos adequados. Nesse contexto, este artigo apresenta o Nutrirá, um

aplicativo que segue o método das redes sociais para a construção e o compartilhamento de informações sobre produtos e locais adequados para dietas alimentares específicas, sejam esses sem lactose, glúten, entre outros. Nas redes sociais é possível unir ideias e recursos em torno de valores e interesses compartilhados (Freeman, 2011).

Após identificar quais alimentos são adequados para o consumo, pode ser difícil encontrá-los no mercado, pois pode ser que apenas um determinado produto, de uma determinada marca, não cause desconforto no consumidor, enquanto produtos similares, de outras marcas, podem não ter o mesmo resultado.

Compartilhar os produtos e locais pode ajudar outras pessoas que possuem restrições similares. A comunidade de usuários, ao cadastrar novos produtos, estabelecimentos e julgando informações fornecidas por outros usuários, constrói cooperativamente o conteúdo do aplicativo, de acordo com o método das redes sociais.

Para o desenvolvimento do Nutrirá foi escolhida a plataforma Android, pois é um sistema operacional bem estabelecido e que possui o maior volume de usuários do mercado (Android Developers, 2011). Além disso, é a plataforma que oferece os melhores benefícios para o desenvolvimento de aplicativos.

A seguir, são apresentados: o levantamento de aplicativos similares, feito com o propósito de auxiliar a definir os requisitos do Nutrirá (Seção 2); o levantamento de métodos de localização de produtos (Seção 3); a implementação do Nutrirá (Seção 4); e as considerações finais (Seção 5).

2. Aplicativos similares

Foi realizada uma busca para analisar os principais aplicativos com funcionalidades ou características alinhadas aos objetivos esperados, buscando definir os requisitos para a implementação do Nutrirá. A busca foi feita na Google Play utilizando as seguintes palavras-chave: produtos e compra. Foi utilizado como critério para seleção os aplicativos com o maior número de downloads, bem como aplicativos com funcionalidades que auxiliem a encontrar produtos específicos. Os aplicativos selecionados foram instalados e testados, buscando identificar suas funcionalidades e características de uso.

Os seguintes aplicativos foram avaliados: My Holy Food¹, GoodGuide², InBar³, QR Code Reader⁴, TaNaMão⁵, MeuCarrinho⁶ e Novidá⁷. A partir da avaliação foram definidos os requisitos para o desenvolvimento do Nutrirá.

¹ https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.petrim.myholyfood&hl=pt_BR

² https://play.google.com/store/apps/details?id=com.goodguide.android.app&hl=pt_BR

³ https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.wkm.gslinbar.app&hl=pt_BR

⁴ https://play.google.com/store/apps/details?id=me.scan.android.client&hl=pt_BR

⁵ https://play.google.com/store/apps/details?id=com.henriquetorres.desenv&hl=pt_BR

⁶ https://play.google.com/store/apps/details?id=com.meucarrinho&hl=pt_BR

⁷ <http://novida.com.br>

De modo geral, esses aplicativos informam locais que possuem produtos para intolerantes, mas não possuem a busca de um produto específico, que pode facilitar para as pessoas encontrarem produtos adequados. Como essa característica é importante para o aplicativo proposto, foram pesquisadas formas de localização de produtos.

Os aplicativos similares avaliados implementam sistemas de localização indoor, busca em soluções de comércio eletrônico e compartilhamento de conteúdos por redes sociais. Esses métodos de localização de produtos estão descritos na seção a seguir.

3. Métodos de localização de produtos

Foram investigados os métodos de localização de produtos utilizadas pelos aplicativos avaliados, a fim de identificar a mais viável para o aplicativo proposto.

3.1. Localização indoor

O método de localização indoor é uma nova tendência, nela é possível localizar os produtos dentro do ambiente que o vende. A proposta é notificar os usuários assim que cheguem no local, informando que ali contém os produtos pesquisados ou marcados como favorito, além de informar o ponto exato que o produto está. Essa tecnologia é muito utilizada em aeroportos, shoppings e estádios no Brasil.

Um exemplo de aplicativo que utiliza a localização indoor é o Novidá, com ele é possível achar o local exato de um produto dentro de um estabelecimento. O aplicativo oferece interação em tempo real com o usuário, oferecendo produtos, ofertas e outros tipos de conteúdo no momento em que mais importa: enquanto este está dentro de seu estabelecimento, próximo a ele ou dentro de um concorrente.

A grande vantagem dessa tecnologia é que o usuário sabe exatamente onde está localizado o produto que deseja, sem perder tempo para procurar. Porém, para implantação dessa tecnologia seriam necessários parceiros, pois a planta baixa ou diretórios do estabelecimento seriam necessários, e os produtos do ambiente deveriam ser todos cadastrados.

Esse método é interessante e está crescendo muito nos últimos anos. Mas, a maior dificuldade para implementação é encontrar um parceiro para ceder as plantas do local. Outra dificuldade é o tempo necessário para cadastrar todo o mercado e a posição exata de cada produto.

3.2. Soluções de comércio eletrônico

Outro método de localização de produtos é o comércio eletrônico, que utiliza tecnologias bem estabelecidas. Os aplicativos que utilizam esse método localizam os produtos indicados pelos usuários em sites de venda ao consumidor.

Basta o usuário pesquisar um produto em específico que o aplicativo realiza a busca em diferentes sites de vendas online. Quando o usuário escolhe qual oferta mais lhe agrada, ele é encaminhado ao site de venda. A grande vantagem é a consulta dos preços de determinado produto, é possível comparar os preços de diferentes sites e escolher em qual deseja realizar a compra.

É uma solução muito utilizada atualmente, pois o comércio eletrônico é uma tecnologia bem estabelecida e que tem um crescimento no número de vendas ano a ano

(Albuquerque, 2015). Muitos aplicativos conhecidos utilizam esse método, principalmente para busca de hotéis, voos, e restaurantes. O aplicativo TripAdvisor⁸ utiliza essa tecnologia e possui mais de 100 milhões de downloads na Google Play.

Um aplicativo similar ao descrito neste trabalho que utiliza os itens que estão disponíveis em comércio eletrônico é o Meu Carrinho, ele procura os produtos em diferentes sites e informa o preço dos mesmos. O problema é que a única informação do produto é o seu nome e preço, não existe nenhuma informação adicional sobre ingredientes, processo de produção, ou outras pertinentes sobre restrições alimentares.

O grande problema para implementação desse método é o pequeno número de sites que possuem venda de produtos alimentícios. Geralmente, sites de vendas online estão mais focados em vendas de outros tipos de produtos, como roupas, equipamentos e eletrônicos. Por isso, a comparação de preços e pesquisa de produtos seria realizada em poucos sites.

3.3. Redes sociais

O conceito de redes sociais remonta às décadas de 1920 e 1930, quando a sociologia científica buscava evidências sobre como o contexto social e o padrão de relacionamentos influenciavam o comportamento individual (Zancan et al., 2012). As redes sociais representam um conjunto de participantes autônomos, unindo ideias e recursos em torno de valores e interesses compartilhados (Freeman, 2011).

O compartilhamento de conteúdo utilizando o método das redes sociais tem como base as informações fornecidas pelos usuários (Tomaél et al., 2005). No caso dos aplicativos de busca de produtos, todas as informações são cadastradas pelos usuários, informando o nome do produto, o estabelecimento onde está disponível para venda e informações adicionais, como a própria opinião do produto.

Como as informações são fornecidas pelos clientes, muitas delas podem estar incompletas ou incorretas. Por este motivo os usuários do aplicativo teriam que julgar se as informações são corretas e até mesmo sugerir uma correção das informações ou impor sua opinião sobre o produto. Os usuários avaliam se o produto é verdadeiro ou se é uma informação falsa. Se a média de avaliação for baixa, o produto é encaminhado para avaliação da administração, onde é excluído permanentemente ou é considerado uma informação verdadeira e volta a ficar disponível. Esta avaliação também pode ser realizada sobre a localização de um estabelecimento.

3.4. Comparativo dos métodos de localização de produtos

Os três métodos têm grandes vantagens e desvantagens, a localização indoor é uma grande tecnologia para localização de produtos, porém o cadastro das informações e da planta do local necessitariam de parceiros para implantação. A localização de produtos por comércio eletrônico é interessante pela variedade de produtos que poderiam ser encontrados, o grande problema é classificar se os produtos são indicados para dietas restritivas e encontrar sites que os vendam.

⁸ https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tripadvisor.tripadvisor&hl=pt_BR

O método de compartilhamento de conteúdo por redes sociais mostra-se interessante por ser mantida pelo próprio usuário, ele avalia o produto e comenta sobre o mesmo, e outros usuários podem trocar experiências sobre o produto. Para pessoas que possuem alguma restrição alimentar ou que por algum motivo seguem uma dieta de produtos específicos, compartilhar essas informações seria útil para encontrar os produtos que mais lhe agradam.

Assim, o método que se mostrou mais viável para implementação no aplicativo apresentado foi a de redes sociais. Dessa forma, a comunidade de usuários constrói o conteúdo, de forma cooperativa. O volume de informações cresce gradativamente, conforme o aplicativo é usado. Além disso, informações sobre a experiência dos usuários sobre os produtos estarão disponíveis para toda a comunidade. Seguindo o modelo das redes sociais, a comunidade trabalha em conjunto para melhorar o aplicativo.

4. O Nutrirá

Nesta seção está descrito o aplicativo desenvolvido, sua arquitetura, interface e funcionamento. Para concluir, as funcionalidades do aplicativo são comparadas as dos aplicativos similares avaliados.

Toda aplicação pode ser dividida em agrupamentos lógicos, chamados de camadas. Camadas ajudam a diferenciar os diferentes tipos de tarefas executadas pelos componentes, tornando mais fácil a criação de um design que suporta a reutilização de componentes. Cada camada lógica contém um número de tipos de componentes discretos agrupados em subcamadas, com cada subcamada é possível realizar um tipo específico de tarefa (Microsoft Patterns and Practices Team, 2009).

Para a implementação do Nutrirá, foram considerados três camadas, a saber:

- Primeiro nível: a interface do aplicativo, realizada em XML;
- Nível intermediário: ações do usuário controladas pela linguagem Java. Se envolver uma consulta ou cadastro, a operação é realizada pelo SQLite através de uma API utilizada para que os dados possam ser consultados e armazenados no servidor;
- Terceiro nível: servidor, onde estão contidos todos os dados do aplicativo, gerenciados pelo phpMyAdmin.

Todas as interfaces foram desenvolvidas seguindo os padrões de interação humano computador (IHC) (Prates et al., 2007), para ser utilizado pelo usuário de forma intuitiva e rápida. A primeira ação do usuário é a autenticação. Ao acessar o aplicativo, o usuário deve se cadastrar (no primeiro acesso) ou inserir seu *login* e senha. A partir disso, acessa o menu principal, em que é possível abrir o painel do usuário, o mapa para visualizar todos os estabelecimentos cadastrados, realizar uma pesquisa, cadastrar produtos, estabelecimentos e marcas. É possível julgar os últimos produtos cadastrados, verificar os últimos estabelecimentos e marcas cadastrados e até mesmo verificar todo o banco de dados já cadastrado. Na Figura 2(a) pode ser visto o menu inicial do aplicativo e na Figura 2(b) o mapa dos estabelecimentos.



Figura 2. (a) Menu inicial do Nutrirá. (b) Mapa dos estabelecimentos.

O Nutrirá permite identificar os estabelecimentos que vendem determinado produto pesquisado pelo usuário. Os estabelecimentos são listados em um mapa, permitindo aos usuários localizá-los mais rapidamente.

Além de cadastrar o nome do produto e o estabelecimento onde está disponível para venda, o usuário pode também opinar sobre o produto. Para pessoas que possuem alguma restrição alimentar ou que por algum motivo seguem uma dieta de produtos específicos, o acesso a essas informações é pertinente, pois contribui para a identificação e localização de produtos adequados.

Uma forma de compartilhar a localização de um estabelecimento é quando o usuário não está no local que deseja cadastrar, então deve informar o nome do estabelecimento e depois selecionar a opção para abrir o mapa (Figura 3(a)). Com o mapa aberto no aplicativo basta o usuário arrastar o marcador até a localização do local desejado (Figura 3(b)). Colocando o marcador no ponto exato do mapa o usuário salva a posição e as coordenadas do estabelecimento são cadastradas (Figura 3(c)). Na figura 3, um estabelecimento de exemplo está sendo criado, as coordenadas são geradas automaticamente.



Figura 3. (a) Inserção do nome. (b) Posicionamento do marcador. (c) Coordenadas salvas.

Como as informações são fornecidas pelos usuários, muitas delas podem estar incompletas ou incorretas. Por esse motivo, a comunidade de usuários pode julgar se as informações são corretas e sugerir correções. Os usuários avaliam se o produto é verdadeiro ou se é uma informação falsa, e também podem impor sua opinião sobre um

produto. Se a média de avaliação de um produto for baixa, esse produto é encaminhado para avaliação.

O aplicativo pode ser instalado em qualquer sistema operacional Android com versão igual ou superior a 4.1 (Jelly Bean). O servidor dedicado possui 500 GB de disco rígido e 4 GB de memória RAM.

A Tabela 1 apresenta as principais características e/ou funcionalidades dos aplicativos avaliados e as implementadas no Nutrirá.

Tabela 1. Características dos aplicativos para busca de produtos: (1) My Holy Food, (2) GoodGuide, (3) InBar, (4) QR Code Reader, (5) TaNaMão, (6) MeuCarrinho, (7) Novidá e (8)Nutrirá.

Características	1	2	3	4	5	6	7	8
Mapa com local exato do estabelecimento	X						X	X
Usuários podem julgar informações						X		X
Usuários podem cadastrar informações	X							X
Diferentes tipos de pesquisas podem ser realizadas		X	X			X		X
Sistema de comentários/opiniões dos usuários								X
Visualização de detalhes de produtos	X	X	X	X	X	X	X	X
Compartilhamento de informações por redes sociais	X							X

5. Considerações finais

Restrições alimentares são muito comuns entre a população, e ainda um tema pouco explorado no que diz respeito a soluções de apoio àqueles que precisam seguir dietas específicas. Nesse sentido, o Nutrirá é um aplicativo que tem como objetivo melhorar a qualidade de vida dos portadores de restrições alimentares, para que a comunidade de usuários, trabalhando em conjunto, compartilhe informações e experiências sobre produtos adequados e estabelecimentos onde esses produtos podem ser adquiridos.

O método das redes sociais é uma tendência e pode funcionar se os usuários agirem de forma consciente, cooperativa. Futuramente os outros dois métodos de localização de produtos podem ser implementados para que o aplicativo tenha mais funcionalidades e auxilie cada vez mais a comunidade de usuários. Comparando com os aplicativos similares, o Nutrirá possui um grande diferencial: a interação do usuário. Ao construir o conteúdo, quer seja cadastrando, avaliando ou compartilhando sua experiência sobre determinado produto, a comunidade de usuários está garantindo o funcionamento do aplicativo. Quanto mais a comunidade interagir, utilizando o aplicativo de modo dinâmico (cadastrando e compartilhando informações), melhor será a qualidade do conteúdo disponível. O método das redes também poderá ser avaliado futuramente, por meio de estudos utilizando a Análise de Redes Sociais (ARS) (Freeman, 2011).

As interfaces foram feitas para facilitar a interação do usuário, de modo que seja agradável e fácil utilizar o aplicativo. Não é possível garantir que esse método dos usuários cadastrarem e julgarem produtos no aplicativo seja confiável, até porque muitos usuários podem utilizá-lo de má fé. Por essa razão, diferentes formas para combater usuários mal-intencionados foram pensadas. A autenticação de usuários e a

disponibilização do aplicativo para a comunidade mostrarão se o modelo é realmente adequado.

Como trabalhos futuros pretende-se disponibilizar o aplicativo na Google Play, aprimorar suas funcionalidades, como *login* via Facebook ou conta do Google, já que atualmente os usuários precisam criar uma conta própria para acessar o aplicativo. A vantagem de se utilizar esses sistemas de *login* é possuir mais recursos voltados a redes sociais, como o compartilhamento de informações fora do aplicativo. A principal funcionalidade que se pretende adicionar ao aplicativo é um algoritmo de sugestões a partir dos produtos que o usuário aparenta gostar, como é realizado em diversas redes sociais, além de notificar os usuários quando estão próximos a produtos que podem interessá-los.

Com o aplicativo disponível na Google Play, é possível premiar os usuários com emblemas de conquistas para os que ajudarem no julgamento das informações ou que cadastrarem uma certa quantidade de produtos. Diferentes formas de conquistas podem ser implementadas, desta forma, é possível incentivar a comunidade a validar as informações e consequentemente melhorar o aplicativo.

Referências

- Albuquerque, F. (2016). Comércio eletrônico regista crescimento de 15% em 2015. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2016-02/comercio-eletronico-registra-crescimento-de-15-em-2015>>. Acesso em 10 de junho de 2016.
- Android Developers (2011). “What is android”. Disponível em: <<http://sites.google.com/site/amitsahain/Andoid--tech.pdf>>. Acesso em: 09 de outubro de 2016.
- Freeman, L. C. (2004). “The development of social network analysis – A study in the sociology of science”.
- Gamma, E., Helm, R., Johnson, R. e Vlissides, J. (2000). “Padrões de projeto: soluções reutilizáveis de software orientado a objetos”, Bookman.
- Microsoft Patterns & Practices Team (2009), Microsoft Application Architecture Guide, Microsoft Press, 2^a ed.
- Monte, H. M. C. (2015). “Alergias e intolerâncias alimentares: novas perspetivas”. Artigo de Revisão Bibliográfica do Mestrado Integrado em Medicina, Universidade do Porto.
- Prates, R. O. e Barbosa, S. D. J. (2007). “Introdução à teoria e prática da interação humano computador fundamentada na engenharia semiótica”. In: Jornadas de Atualização em Informática (JAI 2007), p. 263-326, Editora PUC-Rio.
- Tomaél, M. I., Alcará, A. R. e Di Chiara, I. G. (2005). “Das redes sociais à inovação”. In: Pesq. Bras. em Ciência da Informação e Biblioteconomia, v. 34, n. 2, p. 93-104.
- Zancan, C., Santos, P. da C. F. dos, e Campos, V. O. (2012). "As contribuições teóricas da análise de redes sociais (ARS) aos estudos organizacionais." Revista Alcance, v. 19, n. 1, p. 62-82.

Anais do Seminário em Tecnologia da Informação Inteligente – SetIP 2016

DIMENSIONAMENTO DE RECURSOS HUMANOS ESPECIALISTAS EM INTELIGÊNCIA DE MERCADO COM TEORIA DE FILAS

André Luis Marques Ferreira dos Santos¹, Fábio Henrique Pereira²

¹ Universidade Nove de Julho (Departamento/Programa – PPGEP)
Rua Francisco Matarazzo, 364, Barra-Funda – São Paulo (SP) – Brasil

² Universidade Nove de Julho (Departamento/Programa – PPGEP)
Rua Francisco Matarazzo, 364, Barra-Funda – São Paulo (SP) – Brasil

andre@estatisticaaplicada.com.br, fabiohp@uni9.pro.br

Resumo. O objetivo deste artigo foi analisar medidas de desempenho de um departamento de Inteligência de Mercado, de forma ser possível dimensionar os Recursos Humanos Especialistas que otimizam o sistema com a saída de alguns clientes e identificar pontos de não conformidade. A amostra foi composta por registros das atividades de 9 analistas em 12 meses. Por meio de uma pesquisa-ação, aplicação de teoria de filas e ferramentas estatísticas para processos produtivos foi possível determinar a taxa de ocupação do sistema, projetar o número de funcionários necessários para atender a nova demanda de atividades e identificar os pontos críticos do sistema. Os resultados mostraram que apesar do sistema não estar sobrecarregado há pontos críticos que devem ser investidos.

Palavras-chave: Problemas de Alocação, Dimensionamento de Recursos, Recursos Humanos Especialistas, Teoria de Filas, Inteligência de Mercado

Abstract. The objective of this paper was to analyze some performance measures of the Market Intelligence Department, of way be possible to measure the Human Resources specialists that optimize the system with output of some customers and identify points of non-compliance. The sample consisted of records of the activities of 9 analysts in a period of 12 months. Through an action research and through the queuing theory application and statistical tools for production processes was possible to determine the system occupancy rate, project the number of employees needed to meet the new demand of activities and identify critical points system. The results showed that although the system is not overloaded there are critical issues that must be invested by the company.

Key words: Allocation Problem, Dimensioning of Resources, Specialist Human Resources, Queuing Theory, Market Intelligence

A busca por soluções para otimizar a utilização dos recursos humanos (RH) tem sido uma das principais preocupações das organizações, visto que o dimensionamento inadequado desses recursos pode afetar significativamente uma das principais áreas estratégicas das empresas, a Inteligência de Mercado (IM).

Para Marinho e Vasconcellos (2007) dimensionar o número ideal de recursos humanos especialistas (RHE) não é algo fácil e que devido a sua complexidade é muitas vezes realizado através de tentativas sucessivas com base em erros e acertos. Por isso, a fim de evitar o subjetivismo é importante criar modelos que permitam dimensionar os RHE de forma a maximizar as atividades dentro da jornada de trabalho de cada funcionário, de modo que se obtenha o menor custo homem/hora, sem perda significativa do sistema de qualidade.

Cardoso, Chaves e Ujihara (2006) ressaltam que um sistema de qualidade é formado por um conjunto de recursos e regras mínimas, capaz de avaliar aspectos relevantes para as melhorias de qualidade já obtidas.

Embásado nesses conceitos, este artigo tem como objetivo mostrar como a criação de um modelo matemático que represente o dimensionamento de RHE pode contribuir de forma significativa para a toma de decisão, sendo dessa forma um diferencial competitivo para as organizações, visto que sua implementação permite que se tenha uma melhor compreensão do sistema, maximize as atividades dentro da jornada de trabalho, evitando desperdícios financeiros em relação à ociosidade no sistema, pagamento de horas extras, multas por descumprimento de prazos, assim melhorando a qualidade dos projetos.

Para a modelagem desse sistema será utilizada a teoria de filas, um conceito bem difundido na Pesquisa Operacional e a fim de identificar os itens que estejam fora do padrão de qualidade imposto pela organização, serão utilizados métodos de modelagem estatística para processos produtivos.

2. Referencial teórico

Nesta seção são apresentados os principais conceitos relacionados com esse estudo.

2.1 Inteligência de Mercado

Dentre os diversos serviços oferecidos pelas empresas de IM destacam-se a análise de concorrentes, serviço precificado em homem/hora, característica importante para determinar as medidas de desempenho do sistema através da modelagem por teoria de filas.

Anais do Seminário em Tecnologia da Informação Inteligente – Setor 2016
A área de IM tem como um dos principais desafios utilizar de forma eficiente os recursos disponíveis, priorizando a otimização dos mais escassos, ou aqueles que podem ser considerados como diferencial competitivo para a organização, dentre os quais se destacam os recursos humanos especialistas.

2.2 Recursos humanos especialistas

Para Penha (2012) um dos fatores que relacionam diferentes projetos é a dotação limitada de recursos ordinários ou especialistas. Enquanto os recursos ordinários, máquinas e funcionários operacionais podem ser substituídos, (re) programados e ou (re) contratados com determinada facilidade, o maior desafio da organização ocorre quando diversos projetos competem por recursos escassos, como, por exemplo, recursos humanos especializados, os quais podem ser relativamente caros, de difícil contratação ou substituição.

2.3 Dimensionamento de recursos humanos

Entende-se por dimensionamento de recursos humanos como a determinação do número de indivíduos necessários para realizar um conjunto de atividades.

Segundo Marinho e Vasconcellos (2007) o problema de dimensionamento de recursos humanos necessita aprimoramento das técnicas existentes e não deve ser tratado apenas com uma incursão rápida nos manuais de RH, os quais oferecem algumas alternativas metodológicas para resolver a questão. Isso ocorre, pois, o ambiente corporativo está cada vez mais dinâmico e, assim sendo, necessita que as técnicas desenvolvidas no passado sejam aprimoradas.

2.4 Métodos de solução para o problema de dimensionamento de recursos

De acordo com Kusters e Ponsteen (2014) o problema de dimensionamento de recursos pode ser resolvido através de métodos exatos ou utilizando métodos heurísticos. Os métodos heurísticos devem ser utilizados em problemas complexos, enquanto os métodos exatos devem ser limitados a problemas mais simples. Os autores destacam duas técnicas para dimensionar recursos em ambientes de incerteza, o *Critical Chain* (modelo para gestão da cadeia crítica) e o *Queue size control* (controle do tamanho da fila), a diferença entre esses dois métodos é em relação ao sistema que será empregado. Em sistemas abertos, nos quais, por exemplo, um conjunto de tarefas ou projetos, não irão se repetir o indicado é utilizar o *Critical Chain*, mas em projetos cílicos (fechados), como, por exemplo, os projetos desenvolvidos na área de IM, em que os analistas precisam periodicamente reprocessar as informações a fim de comparar com os períodos anteriores, o mais indicado são os modelos *Queue size control*, os quais são amplamente estudados através da teoria de filas.

A teoria de filas é baseada na modelagem analítica de processos ou sistemas e tem como objetivo determinar e avaliar as medidas de desempenho que expressam a produtividade ou operacionalidade desses processos (FOGLIATTI; MATTOS, 2007). Essas medidas de desempenho permitem identificar a taxa de ocupação e analogamente a taxa de ociosidade dos sistemas, dessa maneira, os conceitos básicos da teoria de filas representam uma ferramenta importante para a tomada de decisão.

Os conceitos de fila possuem uma base matemática bem sólida (CARVALHO et al, 2001), no entanto sua representação gráfica oferece apenas os elementos para identificarmos a taxa de ocupação e ociosidade, o que não é suficiente, para realizar inferências sobre possíveis problemas no decorrer das atividades, tais como, períodos em que o sistema está sobrecarregado. Nesse caso é necessário a utilização de outras técnicas de inferências associadas a teoria de filas, como, por exemplo, ferramentas estatísticas para controle de processos (BUENO, 2010).

2.6 Ferramentas estatísticas para controle de processos

A fim de oferecer mais subsídios para a tomada de decisão é importante incorporar à modelagem por teoria de filas outras técnicas para inferência, entre as quais pode-se considerar, segundo Agresti e Finlay (2012) (i) medidas de posição, (ii) intervalo de confiança e, segundo Bueno (2010), (iii) gráfico de controle.

Segundo, Spiegel (1992) as medidas de posição permitem descrever a variabilidade dos dados em relação a medida central. Já o intervalo de confiança, segundo Spiegel (1992) são estimativas utilizadas para determinar se o conjunto de dados estudados estão dentro de limite mínimo e máximo. E, por fim, Bueno (2010) afirma que o gráfico de controle, deve ser utilizado para observar as variações de características de qualidade ao longo do tempo.

3. Materiais e Métodos

O modelo utilizado neste estudo está relacionado ao processo de execução das atividades desenvolvidas por analistas de um departamento de IM, processo composto por diversas atividades paralelas que são distribuídas entre os analistas.

O problema consiste em identificar se o tempo médio para execução das atividades estão entre o limite inferior (LIC) (equação 1) e superior de controle (LSC) (equação 2), os quais são determinados subtraindo-se e somando-se o desvio padrão (σ) da média (μ).

Anais do Seminário em Tecnologia da Informação Inteligente Sesi/2018 Como os RHE são os principais responsáveis pelo desempenho do departamento, então, os principais objetivos deste estudo são (i) determinar a taxa de ocupação, e (ii) averiguar se o tempo médio para executar as atividades está contido entre LIC e LSC e estimar a capacidade de ocupação do sistema com a saída de alguns clientes.

$$LIC = \mu - \sigma \quad (1)$$

$$LSC = \mu + \sigma \quad (2)$$

O processo representado na Figura 1 mostra o fluxo de atividades dos RHE, o qual inicia com as chegadas das atividades (E1) de forma aleatória e ficam na fila (F1) esperando serem avaliadas pelo gestor (R1). Após analisar as atividades o gestor procura identificar se há algum analista livre no sistema (A1) e em caso afirmativo a atividade é executada, caso contrário a atividade volta para fila (F1) a espera de um novo analista disponível.

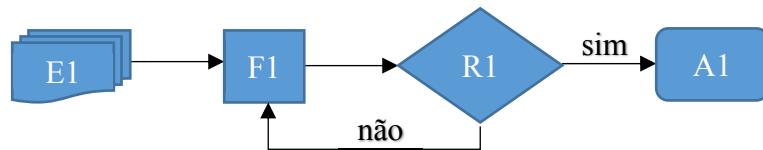


Figura 1 – Fluxograma do processo de execução de atividades.

Foi analisado qual a distribuição de probabilidade que melhor representa a taxa de chegada das atividades (λ) e da taxa de execução das atividades (μ), através do teste de aderência. O sistema é limitado, possuindo apenas 1 posto de atendimento (n) conforme chegam e distribuí-las para os analistas (K), tal que $n \geq K$. A taxa de ocupação do sistema (r) é obtida pela equação (3) e analogamente a taxa de ociosidade (o) do sistema é gerada pela equação (4):

$$r = \frac{\lambda}{\mu} \quad (3)$$

$$o = 1 - r \quad (4)$$

Após analisar a taxa de ocupação do sistema deve-se identificar qual o número de analistas (f) necessários para atender a demanda de atividades em horas (h_p), com base na carga máxima de horas (C_h) a serem trabalhadas em mês por cada funcionário, conforme equação (5).

$$f = \frac{h_p}{C_h} \quad (5)$$

Por meio das equações 3 e 4 chegou-se aos seguintes valores da TABELA 1, em que a probabilidade que o sistema esteja ocupado refere-se taxa de ocupação esperada no sistema para realização das atividades, o que mostra que a capacidade está quase no limite (100%). Analogamente, a probabilidade de que o sistema esteja ocioso refere-se taxa de não utilização do sistema, o que mostra que a taxa de ocupação tende a diminuir com a estimativa de saída de alguns clientes, em comparação ao cenário atual.

O tempo mínimo gasto no sistema por serviço refere-se a atividade executada em um menor tempo. Já o tempo máximo gasto no sistema por serviço refere-se o maior tempo encontrado para realização das atividades.

Por fim, o número necessário de funcionários na coluna estimativa está indicado o número de RHE considerado como ideal para atender a nova demanda de atividades dentro do limite de controle estipulado pela empresa.

TABELA 2 – Resultados referentes a capacidade operacional da agência

Medidas de desempenho	Atual	Estimativa
Probabilidade que o sistema esteja ocupado ($r = \frac{\lambda}{\mu}$)	0,926	0,786
Probabilidade que o sistema esteja ocioso ($o = 1 - r$)	0,074	0,214
Tempo mínimo gasto no sistema por serviço (Menor valor encontrado)	0,66h	0,66h
Tempo máximo gasto no sistema por serviço (Maior valor encontrado)	9,41h	9h
Número necessário de funcionários	9	7

Ao analisar a tabela 3 é possível observar o cenário considerado ideal pela agência, com base na jornada diária de trabalho (h_f), que neste caso são de 6 horas, e que deve estar limitada entre o mínimo (h_{LIC}) e o máximo (h_{LSC}) pré determinados através dos limites de controle, que é de 75% de ocupação máxima do sistema (equação 7):

$$h_{LIC} \leq h_f \leq h_{LSC} \rightarrow 4,35h/dia \leq 4,4h/dia \leq 5,08h/dia. \quad (7)$$

TABELA 3 – Limite de controle (horas mínimas e máximas de trabalho diário)

Limites de Controle	Jornada diária	Taxa de Ocupação
Limite Superior de Controle (LSC)	5,08h	0,84
Limite Inferior de Controle (LIC)	4,35h	0,72

Anais do Seminário em Tecnologia da Informação Inteligente – SetIn 2016 Como as medidas de desempenho apenas descrevem o sistema como um todo, foi desenvolvido um gráfico de controle a fim de identificar em quais dias do mês o sistema tende a estar mais congestionado ou mais ocioso (FIGURA 2).

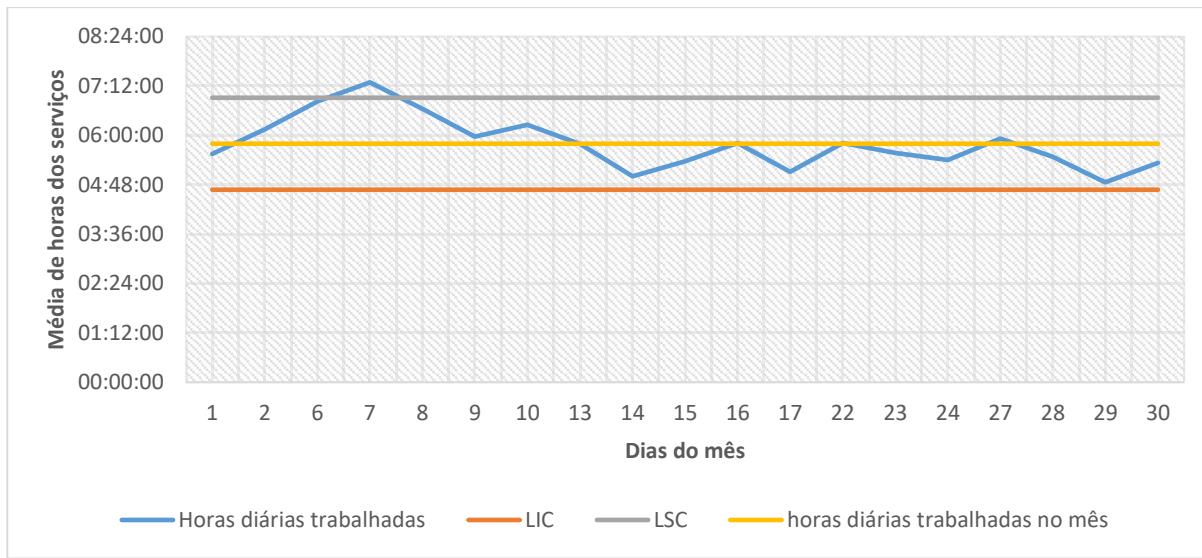


FIGURA 2 – Gráfico de controle da taxa de ocupação do sistema durante o mês

Na Figura 2 é possível identificar uma variação na execução das atividades (linha azul), sendo que o ideal é que essa tendência fique o mais próximo possível da linha central, sem ultrapassar o LSC ou LIC. Toda vez que se ultrapassa esses limites é registrada uma incoformidade no sistema, assim é possível observar que no começo do mês o sistema tende a ficar mais sobrecarregado e no meio do mês em diante o sistema tende a ficar mais ocioso.

5. Conclusões

Um dos principais objetivos do estudo foi realizado de forma satisfatória, que era conseguir modelar analiticamente o sistema, determinar a taxa média de ocupação e dimensionar o sistema com a saída de alguns clientes, de maneira a otimizar a jornada de trabalho no departamento de IM.

Os resultados obtidos mostraram que o sistema atual está próximo do seu limite máximo de ocupação (0,96), mas que não será necessário contratar novos funcionários, visto que as saídas de alguns clientes, os quais não irão renovar contrato, irá reduzir as atividades e consequentemente as horas investidas, inclusive do total de 9 funcionários necessários para executar as atividades atuais será preciso apenas 7 funcionários para suprir a nova demanda de atividades do departamento, com uma taxa ocupacional próxima 0,75.

Os autores gostariam de agradecer ao PPGEP/UNINOVE pelo apoio financeiro e acadêmico e a empresa que permitiu realizar o respectivo estudo.

Referências

- Agresti, A. e Finlay, B. (2012) “Métodos Estatísticos para as Ciências Sociais”, Penso ltd., São Paulo.
- Bueno, F. (2010) “Estatística para Processos Produtivos”, Visual Books, Florianópolis.
- Cardoso, A.A., Chaves, C.A. e Ujihara, M. H. (2016) “Implantação de Sistema de gestão da Qualidade em empresa de pequeno porte: avaliação de resultados”, http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/222.pdf, Julho.
- Carvalho, S.V., Francês, L.R.C., Santana, R.H.C., Santana, M.J. e Vijaykumar, N.L. (2001) “Statecharts Estocásticos e Queueing Statecharts: Novas Abordagens para Avaliação de Desempenho Baseadas em Especificação Statecharts”. <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/sbes/2001/021.pdf>, Julho.
- Fogliatti, M.C. e Mattos, N.M.C. (2007) “Teoria de filas”, Interciência ltd., Rio de Janeiro.
- Kusters, R.J.; Ponsteen, A. (2015) “Classification of Human and Automated Resource Allocation Approaches in Multi-Project Management”, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815036095>, Julho.
- Marinho, B.L. e Vasconcellos, E.P.G. (2007) “Dimensionamento de Recursos Humanos: Desenvolvimento de um Modelo Conceitual e Sua Aplicação”, <http://www.revistas.usp.br/rege/article/view/36598/39319>, Julho.
- Penha, R. (2012) “Avaliação de Modelos Matemáticos para a Resolução de Job Shop Problem com Utilização de Recursos Humanos Especialistas em Projetos”, <http://bibliotecatede.uninove.br/handle/tede/118>, Julho.
- Spiegel, R.M. (1992) “Estatística”, In: Coleção Schaum, MCGRaw-HILL Do BRASIL ltd., São Paulo.

Algoritmo genético com busca local para o problema de sequenciamento de produção em ambiente Job Shop

Local search Genetic Algorithm for the Job Shop scheduling problem

Marcos Fernando M J Santana¹, Luis Carlos Santos Jr², Fábio Henrique Pereira³

¹ Universidade Nove de Julho (Programa de Mestrado em Eng. de Produção – PPGEP)
Rua Francisco Matarazzo, 612, Barra Funda – SP – Brasil

² Universidade Nove de Julho (Programa de Mestrado em Eng. de Produção – PPGEP)
Rua Francisco Matarazzo, 612, Barra Funda – SP – Brasil

³ Universidade Nove de Julho (Programa de Mestrado em Eng. de Produção – PPGEP)
Rua Francisco Matarazzo, 612, Barra Funda – SP – Brasil

mfmj.santana@hotmail.com, carlos.santos1912@gmail.com,
fabiohp@uni9.pro.br

Resumo. *O trabalho de otimização para o Job Shop Scheduling Problem (JSSP) tem ganhado cada vez mais destaque, devido a sua importância na indústria. O artigo tem como objetivo utilizar uma técnica de busca local, através da utilização do Algoritmo Genético (AG), no processo de otimização do JSSP, de maneira a identificar os aspectos em que o emprego desta técnica iguala e/ou supera a melhor solução já encontrada na literatura. A escolha do AG deu-se pela eficiência em resolver problemas de JSSP, em um tempo de processamento aceitável. Como resultado, foi possível constatar a eficiência da aplicação da busca local com uso do AG para a otimização do JSSP, o qual conseguiu atingir a melhor solução apresentada na literatura, mas com um custo computacional menor, entre outros benefícios.*

Abstract. *The work of optimization for the Job Shop Scheduling Problem (JSSP) has gained increasing prominence because of its importance in the industry. The article aims to use a local search technique, using the Genetic Algorithm (GA), in the JSSP optimization process, in order to identify the aspects in which the use of this technique equals and / or surpasses the best solution, already found in the literature. The choice of GA was for the efficiency in solving JSSP problems, in an acceptable processing time. As a result, it was possible to verify the efficiency of the local search application with the use of AG for the optimization of the JSSP, which managed to reach the best solution presented in the literature, but with a lower computational cost, among other benefits.*

Áreas temáticas. Simulação Computacional.

1. Introdução

Empresas tem enfrentado dificuldades no que diz respeito ao processo produtivo. Encontrar a melhor forma de produzir um determinado produto com menor custo, menor tempo e maior qualidade são itens explorados pelas indústrias. Otimizar o processo de sequenciamento da produção é fundamental para que o tempo de produção seja minimizado.

O problema da sequência de tarefas (*job shop scheduling problem*) é definido por alocar recursos limitados para realizar determinadas tarefas e que segue obrigatoriamente uma rota pré-estabelecida, passando de máquina em máquina até a etapa final da produção. Ainda consideram o tempo como um fator importante e com objetivo de minimizá-lo. Esse problema é classificado na literatura como NP-Completo, ou seja, possui elevado grau de complexidade, o que significa que são problemas extremamente difíceis de serem resolvidos.

Sendo assim, de algumas décadas passadas até os dias de hoje, o estudo de abordagem de melhoria de processo e otimização do sequenciamento da produção, tem se tornado um assunto de extrema relevância na literatura. Encontrar a melhor solução e ou forma para otimizar o sequenciamento da produção em ambientes *job shop*, é um trabalho de grande dificuldade. Existem métodos matemáticos para resolver o problema, como por exemplo: branch and bound e outros que tem se destacado para problemas menores. Os métodos matemáticos não serão abordados neste artigo. Além dos métodos matemáticos, existem os métodos heurísticos e metaheurísticos. Algoritmos heurísticos podem ser definidos como processo que usam o conhecimento intuitivo, porém não garantem a solução ótima a ser encontrada, mas tendem a encontrar ou ficar muito próxima do ótimo. Os algoritmos metaheurísticos são definidos por usarem outros algoritmos heurísticos e são bastante utilizados em problema de otimização. Neste caso não trabalham com algoritmos exatos e também não garantem a solução ótima, porém as soluções encontradas geralmente são aceitáveis e com bom tempo computacional.

Neste artigo foi abordado o uso do algoritmo genético (AG), que são técnicas heurísticas de otimização global (LINDEN, 2012). Foi utilizado técnicas heurísticas e metaheurísticas para identificar a melhor solução de busca. O método de busca local

utilizado, baseia-se na mudança de estrutura de uma solução já encontrada com conceito de vizinhança.

O objetivo deste trabalho é apresentar ao leitor uma forma e uma estratégia de busca local com uso do algoritmo genético, na resolução de problemas de sequenciamento de produção em ambiente *job shop*.

2. Problema Job Shop

O problema de sequenciamento em ambiente *job shop* é definido na literatura como NP-Completo. Os problemas de otimização combinatória são caracterizados por buscarem as soluções que apresentem menor custo dentre várias (PINEDO, 2008).

Existem muitas publicações científicas que tratam do problema de sequenciamento de produção em ambiente *job shop*, porém com métodos matemáticos branch and bound e o outros. Segundo Pinedo (2008) os métodos matemáticos e que são determinísticos não consideram o tempo como um fator importante de otimização em ambiente de produção. Como por exemplo: 1 tarefas (*job*), 2 Máquinas, no qual o *job* 1 tem obrigatoriamente que passar pela máquina 1 e depois pela máquina 2. É resolvido através de métodos matemáticos facilmente.

Já para o problema de sequenciamento da produção em ambiente *job shop*, que contempla várias etapas durante a produção, rota de produção pré-estabelecida, imprevisibilidade na chegada de novos *jobs*, limitação de recursos (máquinas). Métodos heurísticos que são algoritmos que consideram algum conhecimento extra acerca do problema, pois uma heurística pode ser definida como uma técnica inspirada em processos intuitivos que procura soluções para problemas difíceis e que pode oferecer boas soluções (HOLLAND, 1992). Não necessariamente pode ser a melhor solução, para um determinado problema, mas com tempo computacional aceitável. Os métodos metaheurísticos que se caracterizam por guiarem outras heurísticas, têm sido interessantes na resolução de problemas difíceis de otimização, como por exemplo: 3 tarefas (*jobs*) e apenas 2 Máquinas, no qual o job-1, job-2 e job-3 tem que passar obrigatoriamente pelas máquinas 1 e 2, não necessariamente nesta ordem, embora tenha uma rota pré-estabelecida, porém podem existir prioridades dos *jobs* nas máquinas.

Soluções matemáticas podem não conseguir resolver em tempo computacional aceitável, métodos heurísticos são melhorados a cada dia que passa e é baseado em melhorar o tempo computacional (LUKASZEWICZ, 2005). Metaheurísticas vem sendo propostas para obter soluções ótimas ou quase ótimas comparado com os métodos exatos (VEDAVYASRAO et al., 2014), como é o caso do algoritmo genético que tem por base a teoria da evolução do ser humano. Existem diferentes instâncias (formas) de representar o problema de *job shop*.

Muitos cientistas descreveram diferentes configurações e tamanhos de problemas entre jobs versus máquinas, mas cada um problema com tempo de processamento e característica própria. Conforme Grassi (2014), cada problema representado é chamado de instância e geralmente tem os nomes dos cientistas que o propuseram. As instâncias FT, LA, ABZ, ORB, SWV e YN estão disponíveis na OR-Library. Neste artigo foi utilizado as instâncias do grupo LA que possui muitas publicações científicas e que tratam problemas variados, sendo: 10×5 , no qual 10 representa o número de jobs e 5 o número de máquinas, ainda são tratados os problemas 15×5 , 20×5 , 10×10 , 15×10 , 20×10 , 30×10 e 15×15 ; considerados fáceis e difíceis e que permitem comparação.

As instâncias LA01 ao LA40 foram desenvolvidas por Lawrence (1984). Nesta pesquisa específica foi adotado as instâncias dos problemas LA01 ao LA10, no qual cada instância tem seu melhor tempo de processamento encontrado.

3. Algoritmos Genéticos

Algoritmos Genéticos são técnicas heurísticas e podem ser utilizados em otimização de problemas complexos em encontrar soluções. Foram introduzidos por Holland (1975) e tem por base a teoria da evolução humana através da seleção natural e genética (LINDEN, 2012). O algoritmo genético(AG) tem sido usado na solução de problemas de sequenciamento de produção em ambiente *job shop* e tem apresentado bom resultado em diversas áreas da engenharia (Jain & Meeran, 1999).

São aplicados operadores genéticos de cruzamento e de mutação, sendo a base para explorar espaços de busca ainda não conhecidos. Os indivíduos são avaliados se possuem maior qualidade em relação aos demais gerados, essa qualidade chamamos de

aptidão (*fitness*). Se necessário, o processo pode ser repetido para nova avaliação, no qual somente os sobreviventes permanecem.

3.1. Estrutura básica do AG

A estrutura básica do algoritmo genético é dada pela inicialização da população e é realizado o cálculo do *fitness* para cada indivíduo ou cromossomo. Selecionado os melhores indivíduos da população de cromossomos e realizado o cruzamento entre os pais, também conhecido na literatura como crossover. Aplica-se mutação e realiza o cálculo de aptidão novamente. Verifica se a solução do problema foi encontrada, caso a solução não tenha sido encontrada, repete-se o procedimento novamente, até que a solução tenha sido encontrada ou se estabeleça um critério de parada.

3.2. Representação

Existem diversas representações para as soluções do algoritmo genético (ABDELMAGUID, 2010). As duas grandes representações que a literatura tem apresentado são as diretas e indiretas. As representações diretas tratam as possíveis soluções encontradas com ligação direta ao problema, no qual pode ser analisado o indivíduo gerado diretamente. As representações indiretas estão associadas a forma de gerar as possíveis soluções, porém é necessário o auxílio de um outro algoritmo de tratamento para que seja gerado soluções, não sendo possível a análise do indivíduo gerado diretamente. A mais comum delas é a representação binária, composta por zeros e uns, formando o cromossomo da solução e que pode sofrer alteração da base binária para decimal quando a solução for encontrada.

4. Busca local

O método de busca local é aplicado ao algoritmo genético (AG) com objetivo de melhorar a solução encontrada (GONÇALVES; MENDES; RESENDE, 2005). Sendo verificado a vizinhança, através de transformações na solução, tentando assim atingir um mínimo local que talvez não fosse encontrado somente pelo AG.

5. Vizinhança

Nesta seção é descrito o conceito de vizinhança, no qual foi utilizado estratégia de busca local para 4(quatro) vizinhos de uma solução encontrada. É gerado uma matriz binária 3 x 3 apresentada no centro da figura 1. Foi a solução encontrada após a aplicação dos procedimentos do algoritmo genético. É apresentado abaixo as etapas dos procedimentos realizados para a geração das matrizes chamadas de superior, inferior, lateral direita e lateral esquerda.

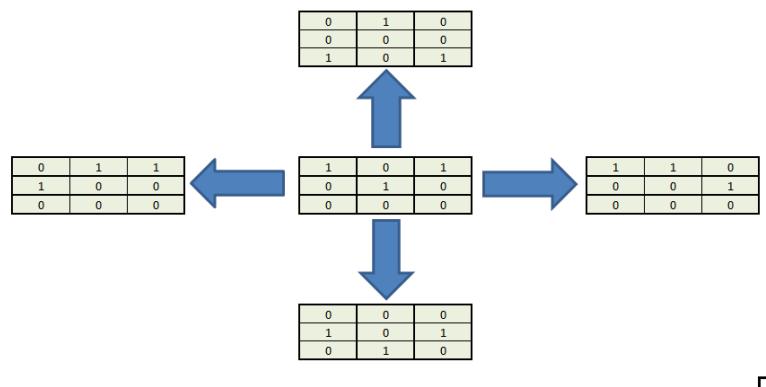


Figura 1 - Conceito de 4 Vizinhança.

A figura 2 foi desenvolvido para explicar o processo de busca local de 4 (quatro) vizinhos com uso do algoritmo genético.

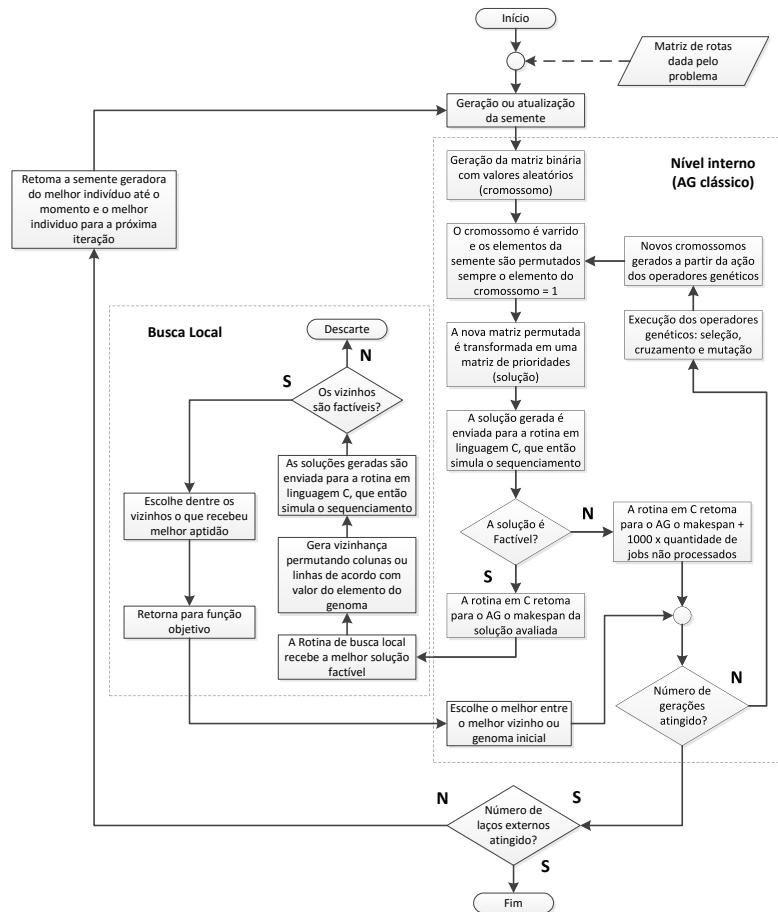


Figura 2: Fluxograma de conceito de 4 vizinhos

A tabela 1 mostra os valores mínimos (em negrito), máximos e médios de *makespan* encontrados para cada instância do problema, foi executado o número de 10 iterações para cada instância, considerando LA01 até o LA10.

Tabela 1 – Valores mínimos, médios e máximos de makespan obtidos

Instância	LA01	LA02	LA03	LA04	LA05	LA06	LA07	LA08	LA09	LA10
Mínimo	666	655	617	607	593	926	890	863	951	958
Médio	752,4	757,6	629,4	629,4	669,4	1010,1	988,1	971,5	1020,2	1039,8
Máximo	995	981	654	618	989	1402	1466	1475	1377	1365

6. Considerações Finais

Foram executados testes de busca local para 4 vizinhos com as instâncias de LA01 até a

LA10 com a uso do algoritmo genético, os resultados alcançados apresentam que o algoritmo de otimização atingiu o resultado ótimo de *makespan* conforme literatura em tempo computacional satisfatório.

7. Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao Programa de Mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Nove de Julho – PPGEP/UNINOVE pelo apoio financeiro.

8. Referências

- ABDELMAGUID, T. F. Representations in genetic algorithm for the job shop scheduling problem: a computational study. *Journal of Software Engineering and Applications*, n. 3, p. 1155-1162, 2010.
- GONÇALVES, J. F.; MENDES, J. J. M.; RESENDE, M. G. C. A hybrid genetic algorithm for the job shop scheduling problem. *European Journal of Operational Research*, v. 167, n. 1, p. 77-95, 2005.
- GRASSI, FLÁVIO Simulação e otimização por algoritmos genéticos do sequenciamento de ordens de produção em ambientes job shop, 139f, Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Nove de Julho, Uninove, 2014.
- HOLLAND, J. H. *Adaptation in natural and artificial systems*. Ann Arbor: The University of Michigan Press, 1975.
- JAIN, A. S.; MEERAN, S. Deterministic job-shop scheduling: past, present and future. *European Journal of Operational Research*, v. 113, n. 2, p. 390-434, 1999.
- LAWRENCE, S. Resource constrained project scheduling: an experimental investigation of heuristic scheduling techniques (Supplement). 1984. Tese (Doutorado em Administração Industrial) – Carnegie-Mellon University, Pittsburgh, 1984.
- LINDEN, R. *Algoritmos genéticos*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2012.
- LUKASZEWICZ, P. P. Metaheuristics for job shop scheduling problem, comparison of effective methods. 2005. 123 f. Dissertação (Mestrado em Logística) – Aarhus School of Business, Aarhus, 2005.
- PINEDO, M. L. *Scheduling: Theory, algorithms, and systems*. 3. ed. New York: Springer, 2008.
- VEDAVYASRAO JORAPUR, V. S. PURANIK, A. S. DESHPANDE, M. R. SHARMA Comparative Study of Different Representations in Genetic Algorithms for Job Shop Scheduling. Problem. *Journal of Software Engineering and Applications*, n. 7, p. 571-580, 2014.

Detecção de defeitos em peças metálicas usando speckle e técnicas estatísticas

Defects detection in metal parts using speckle and statistics techniques

Luiz Carlos da Silva¹, Alessandro M. Deana², Cleber Gustavo Dias³

¹ Uninove (PPGI/Programa – IES)
Avenida Doutor Adolfo Pinto, 109 - Barra Funda, São Paulo – SP - Brasil

² Uninove (PPGI/Programa – IES)
Avenida Doutor Adolfo Pinto, 109 - Barra Funda, São Paulo – SP - Brasil

³ Uninove (PPGI/Programa – IES)
Avenida Doutor Adolfo Pinto, 109 - Barra Funda, São Paulo – SP - Brasil
luiz.carlos.silva@uni9.pro.br, amdeana@gmail.com, diascg@uni9.pro.br

Resumo. Devido à grande utilização do laser atualmente, a proposta deste trabalho é desenvolver um dispositivo eletromecânico, utilizando software e hardware, com a função de detectar defeitos em peças mecânicas através da técnica Laser Speckle (espalhamento do laser refletido na peça a ser analisada) com uso de inteligência artificial. O processo consiste em tirar fotos da peça com o laser refletindo e aplicar métodos estatísticos e visão computacional nesta foto para detecção da borda onde ocorreu o defeito. Se for encontrada algum defeito na peça seja por falta de material ou trinca, a mesma deve ser descartada.

Abstract. Due to the wide use of current laser, the purpose of this paper is to develop an electromechanical device, using software and hardware, with the function of detecting defects in mechanical parts through technical Laser Speckle (laser scattering reflected in mechanical part to be analyzed) using artificial intelligence. The process consists of taking pictures with the laser reflecting and applying statistical methods and computer vision in this picture to detect the edge where the error occurred. If any defect is found in the mechanical part due to material deficiency or breaking, it must be discarded.

1. Introdução

Fabricar consiste em obter um produto acabado através da alteração de uma matéria-prima em Amorim (2002). Os processos de fabricação envolvendo mudança de forma se classificam em: com remoção de material (cavaco) e sem remoção de material. O processo de fabricação com remoção de cavaco se baseia nos processos de usinagem enquanto o processo sem remoção de cavaco se baseia em vários processos como fundição, soldagem e conformação em Amorim (2002). Segundo Ferraresi (1970) cavaco é definido como: “Porção de material da peça, retirada pela ferramenta, caracterizando-se por apresentar forma geométrica irregular”.

No processo de fabricação sem remoção de material, a fundição consiste no preenchimento de um molde, com as dimensões da peça a que se deseja produzir, por um metal líquido.

Alguns problemas podem aparecer no processo de fundição de uma peça. Segundo Oliveira (2013) algumas peças fundidas, principalmente as longas e de formas complicadas podem se empregar com o resfriamento. Outros problemas que podem ocorrer são: rugosidade na superfície da peça devido ao molde e defeitos relacionados ao desprendimento de gases com formação de bolhas, vazios ou mau enchimento ou pode aparecer trincas formadas quando partes do metal sólido se separam por tensões térmicas após remoção do molde.

Segundo Ferraresi (1970) “A usinagem é o processo de dar a uma peça a forma, a dimensão ou o acabamento ou combinação destes três itens havendo a produção de cavaco”. A usinagem é o processo de fabricação mais popular do mundo transformando em torno de 10% da produção de metais em cavacos. As principais vantagens da usinagem são: grande variedade de geometrias possíveis de serem usinadas, alto grau de precisão nas dimensões da peça, acabamento superficial e as propriedades do material não serem alteradas. As principais desvantagens da usinagem é a baixa velocidade de produção comparada a outros processos de fabricação e aos altos custos envolvidos no maquinário e ferramental e na mão obra de obra altamente especializada em Amorim (2002).

Todos esses processos de fabricação utilizados devem ter a priori um projeto da peça a ser produzida. O projeto da peça pode ser feito através do uso de computador. Além do projeto pode-se utilizar o computador para controlar o processo de fabricação da peça principalmente no processo de usinagem. Segundo Leite, Nigri, Faria, Oliveira e Rubio (2010) surgiu nas últimas décadas a Manufatura Integrada por Computador (CIM) para integrar a engenharia com a produção através do uso do computador. Os equipamentos e os softwares para a fabricação e manufatura podem ser: máquinas de Controle Numérico (CN), Controle Numérico Direto (DNC), Controle Numérico Computadorizado (CNC), Planejamento de Materiais (MRP), Planejamento dos Recursos (MRP II), Projeto Assistido por Computador (CAD), Planejamento Assistido por Computador (CAPP), Manufatura Assistida por Computador (CAM), Máquinas de Medir em três (3) Coordenadas (MM3C), softwares de Qualidade Assistida por Computador (CAQ) e Engenharia Auxiliada por Computador (CAE).

Apesar de toda a tecnologia apresentada, usada na fabricação de peças metálicas atualmente, ainda se tem alguns problemas indetectáveis tais como a falta de material no

processo de fundição que faz com que a peça tenha uma estrutura diferente do que deveria ter e trincas devido a outros fatores como choque térmico, choques mecânicos e outros. Isto pode ser um problema pois se a peça for utilizada em um sistema giratório pode ocorrer vibração de tal sistema ou a peça pode ficar fragilizada no ponto onde ocorreu a falta de material.

As trincas, assim como a falta de material, são também indesejáveis pois pode diminuir a resistência da peça para esforços o que pode levar à sua destruição.

O Laser Speckle, que nada mais é que o espalhamento do feixe de luz do laser, pode ser utilizado para detecção de defeitos em peças metálicas. Segundo Cardoso (2011) “Speckle é um fenômeno de interferência da luz que retorna de um objeto iluminado por uma luz coerente, fazendo com que a imagem observada seja constituída de áreas como resultado de interferência construtiva e destrutiva, dando origem a pontos claros e escuros”. Obtendo uma imagem desse speckle pode-se tirar alguma conclusão sobre o objeto.

A elevada intensidade e a grande direcionalidade do feixe de luz do laser faz com que o mesmo seja utilizado em várias aplicações, porém a característica coerência permite a utilização do fenômeno speckle. Uma luz é dita coerente se as suas ondas sucessivas têm a mesma direção, a mesma fase e o mesmo comprimento de onda em Bagnato (2001). Por ter o mesmo comprimento de onda a luz do laser é monocromática. Além disso, a luz do laser é colimada, ou seja, todos os feixes de luz são emitidos em uma única direção e são paralelos entre si.

A detecção de defeitos em peças metálicas com o uso de laser speckle ainda é uma área sem muitos estudos científicos. A maior parte das pesquisas utilizando laser é geralmente na área de medicina, odontologia ou em áreas que utilizam algum tipo de material biológico.

1.1. Identificação de lacunas

Atualmente existem empresas especializadas em ensaios não destrutivos de peças para detecção de trincas utilizando equipamentos sofisticados normalizados e métodos de ensaios que são baseados em: ultrassom, correntes parasitas, raio x, partículas magnéticas, líquido penetrante e visual com uso de microscópio ótico em HSGROUP.

A maior parte destes métodos são usados de forma individual, ou seja, o ensaio é feito peça a peça sendo que os métodos levam um determinado tempo para serem executados.

Um método de ensaio utilizado por indústrias para detecção de trincas é o de corrente parasitas em que a peça passa por um campo magnético de uma determinada frequência e verifica-se o campo magnético gerado na peça por correntes parasitas. Este método pode ser utilizado na linha de produção por ser um método rápido de ser executado. Porem pode-se ter falhas neste método pois peças com defeito podem passar sem ser detectadas tais trincas.

A detecção de falta de material ocorrida na fundição geralmente utiliza-se a forma visual que pode levar a erros por falha humana.

Uma proposta para este trabalho é desenvolver um método não destrutivo de detecção de trincas e falta de material em peças metálicas através do uso de laser speckle. O que

se pretende é desenvolver um dispositivo eletrônico (instrumento óptico), utilizando métodos estáticos e de visão computacional com técnicas de inteligência artificial, para ser utilizado na linha de produção de indústrias em que as peças produzidas possam ser testadas a medida em que são produzidas descartando as peças com defeito. O processo consiste em iluminar a peça a ser analisada com laser. O laser incidindo na superfície da peça ocorre o espalhamento do feixe de luz e analisando este espalhamento através de uma imagem pretende-se detectar os defeitos na fabricação da peça.

2. Aspectos teóricos

A incidência de uma luz sobre uma superfície pode ocorrer o fenômeno da reflexão, se a superfície for totalmente lisa, e pode ocorrer o fenômeno do espalhamento, se a superfície for rugosa. Uma superfície rugosa possui centros espalhadores distribuídos aleatoriamente e ao incidir uma luz coerente sobre esta superfície os feixes refletidos são espalhados aleatoriamente gerando padrões de interferências com pontos claros e escuros. Estas interferências ocorrem devido a diferença de fase das ondas das feixes refletidas. Quanto maior a diferença de fase das ondas entre dois feixes de luz refletidos mais escuro se parece o ponto e quanto menor a diferença de fase mais claro se parecerá o ponto. Assim ao incidir um feixe de luz coerente em uma superfície com certa rugosidade há a formação de granulados ópticos devidos à interferência entre os vários feixes espalhados em Koshoji (2014).

Em uma peça metálica se a superfície for perfeitamente lisa mas houver uma trinca ou falta de material levando a rugosidade em uma determinada região, ocorrerá uma mudança abrupta da fase da onda refletida o que provocara o surgimento de pontos claros e escuros nesta região conforme mostrado na Figura 3.

A partir do espalhamento da onda e verificando o aparecimento dos pontos claros e escuros pode-se detectar a presença de defeitos em uma região de uma peça metálica.

Obtendo-se a imagem da peça, pode-se aplicar métodos estatísticos nesta imagem para tirar algumas conclusões sobre o defeito em alguma região da peça. A análise da imagem é feita dividindo a imagem em pequenas matrizes de pontos e aplicando algum método estatístico nestes pontos. Os métodos estatísticos que podem ser utilizados são: média aritmética, desvio padrão e outros. Dessa forma deve-se separar uma matriz de pontos da imagem original e fazer o cálculo estatístico em cima desta matriz gerando um novo ponto que fará parte da nova imagem.

Segundo Koshoji (2014), após obtida a imagem da peça a ser analisada pode-se quantificar e qualificar cada amostra através da intensidade luminosa média de cada matriz de pontos através da seguinte equação:

$$\langle I \rangle = \frac{\sum_{i=1}^n I_i}{n}$$

Onde: $\langle I \rangle$ é o valor médio das cores dos pontos da matriz de pontos, I_i é valor da cor de cada ponto na matriz de pontos e n é o número de pontos da matriz.

Pode-se determinar também o desvio padrão da intensidade do espalhamento óptico através da equação:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (I_i - \langle I \rangle)^2}{n-1}}$$

Uma grandeza muito utilizada na análise de speckle é o contraste que é a relação entre o desvio padrão e a média aritmética calculados a partir da matriz de pontos e é dada por:

$$C = \frac{\sigma}{\langle I \rangle}$$

O método de análise com o uso do contraste é conhecido como LASCA (Laser Speckle Contrast Analysis). Dessa forma os cálculos anteriores consistem em dividir a imagem obtida em blocos de 4x4 pontos e calcular o contraste dos valores das cores da matriz formada destes 16 pontos cujo resultado forma um ponto da nova imagem. Assim se a imagem original tiver 1000x1000 pontos, a nova imagem calculada pelo contraste terá 250x250 pontos. As matrizes de pontos mais utilizadas são 4x4, 5x5 e 7x7.

3. Desenvolvimento

Para detecção de defeitos em peças metálicas será utilizada o processo de avaliação de imagem speckle que consiste em iluminar a peça com uma luz coerente e colimada (laser) e capturar esta imagem com o uso de uma câmera CCD. Esta imagem, por ser digital, encontra-se na forma de uma matriz numérica e pode ser tratada e processada quantitativamente.

Para obter a imagem do speckle do laser aplicado na peça em análise pode-se utilizar uma estrutura conforme mostrada na Figura 1.

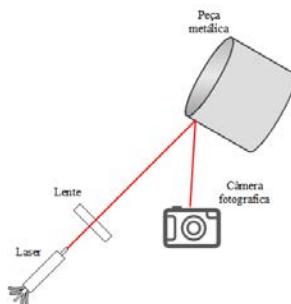


Figura 1 – Estrutura para obter imagem do speckle.

A Figura 2 mostra a imagem de uma peça com defeito por falta de deposição de material.



Figura 2 – Peça metálica com falta de material.

A Figura 3 mostra a peça com incidência de luz laser. Pode-se observar os grânulos formados por pontos escuros e claros conforme mencionado anteriormente.

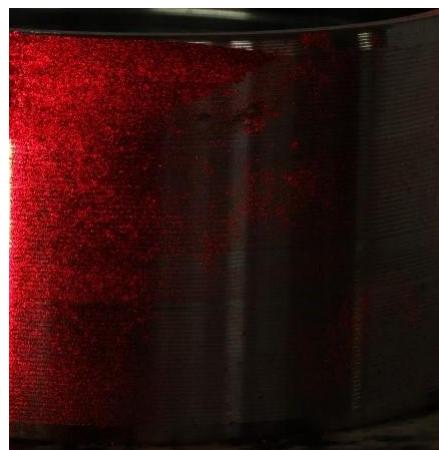


Figura 3 – Luz laser incidindo na peça com defeito.

A partir deste ponto pode-se aplicar métodos estatísticos sobre a imagem com a incidência do raio laser. A Figura 4 mostra a imagem formada pela aplicação da seguinte sequência de métodos estatísticos sobre a Figura 3: média aritmética sobre uma matriz 4x4 pontos; desvio padrão sobre uma matriz 4x4 pontos; contraste que é a relação entre o desvio padrão e a média aritmética e finalizando o método das falsas cores sobre a imagem resultante.

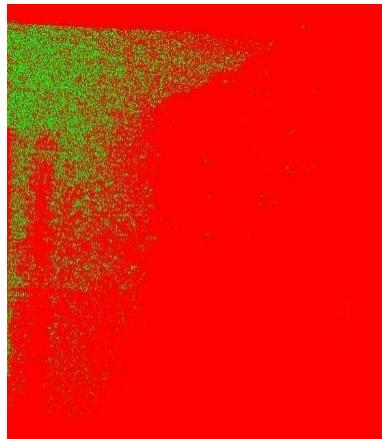


Figura 4 – Método da falsa cor aplicado na imagem com contraste.

Pode-se verificar que na Figura 4 foi obtido o defeito na peça com maior destaque. Este defeito é por falta de material na peça, como mostrado na Figura 2.

Para a obtenção da imagem da Figura 4 aplicando os métodos estatísticos foi utilizado a linguagem de programação Python por ser uma linguagem muito utilizada e divulgada atualmente e com grandes recursos para cálculos matemáticos e para tratamento de imagens.

4. Conclusão

Através de análises estatísticas de uma imagem pode-se obter várias informações a respeito do objeto que a gerou. Assim, se a imagem é de uma peça metálica é possível detectar problemas na fabricação de tal peça simplesmente analisando uma imagem desta peça. Neste artigo foram utilizadas algumas técnicas estatísticas para tratamento da imagem, porém há várias técnicas estatísticas que serão utilizadas no futuro. Futuramente serão também utilizadas técnicas de inteligência artificial para ajudar na detecção de defeitos por falta de material e por trincas em peças metálica.

Referências

- Ferraresi, D. (1970) “Fundamentos da Usinagem dos Metais”, Ed. Edgar Blucher Ltda.
- Aguilar, K.S. (2014) “Aplicação da Técnica de Correntes Parasitas para Detecção de Trincas em Juntas Soldadas de Aço Cladado (X65+UNS 625)”, Projeto de Graduação – Curso de Engenharia de Materiais da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ.
- Meneghello, G. P. (2003) “Aplicação de um Sistema Robótico utilizando Recursos de Sistemas CAD/CAM para o Processo de Fresamento”, Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS.
- Casotti, B. P e Del Bel Filho, E. e Castro, P. C. (2011) “Indústria da fundição: situação atual e perspectivas”, In: BNDES Setorial nº 33, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social.

- Leite, W. O. e Nigri, E. M. e Faria, P. E. e Oliveira, R. D. e Rubio, J. C. C. (2010) “Cenário de Manufatura Integrada: Fabricação de Moldes para Peças Plásticas Termo-Moldadas”, In: XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Carlos – SP.
- Benavente, J. C. T. (2007) “Um Sistema para o Projeto e Fabricação Remota de Peças Prismáticas Via Internet”, Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC.
- Amorim, H. J. (2002) “Estudo da Relação entre Velocidade de Corte, Desgaste de Ferramenta, Rugosidade e Forças de Usinagem em Torneamento com Ferramenta de Metal Duro”, Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS.
- Oliveira, B. F. (2013) “Fundição”, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Belém; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; Rede e-Tec Brasil, Belém – Pará.
- Silva, H. A. T. (2013) “Uma metodologia para Análise de Danos Macroscópicos em Vigas”, Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da Universidade Católica do Paraná, Curitiba – PR.
- Machado, A. R. e Silva, M. B. (2004) “Usinagem de Metais”, 8ª versão, Universidade Federal de Uberlândia.
- Koshoji, N. H. (2014) “Detecção de Erosão Dental utilizando Análise de Espalhamento de Luz Coerente-Speckle”, Dissertação (Mestrado em Biofônica) – Programa de Pós-Graduação em Biofônica aplicada às Ciências da Saúde da Universidade Nove de Julho, São Paulo – SP.
- Cardoso, R. R. (2011) “Análise do Speckle Laser Dinâmico: uma releitura”, Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.
- Bagnato, V. S. (2001) “Os Fundamentos da Luz Laser”, Física na Escola, v.2, n.2.
- Paiva Jr., R. D. e Muramatsu, M. (2004) “Desenvolvimento de um Rugosímetro a LASER”, revista de Física Aplicada e Instrumentação, vol. 17, nº 2.
- Bussab, W. O. e Morettin, P. A. (2010) “Estatística Básica”, 6ª edição, Ed. Saraiva, São Paulo - SP.
- Bayle, J. C (2013) “Programming for Arduino”, Published by Packt Publishing Ltd., Birmingham B3 2PB-UK.
- Solomon, C. e Breckon, T. (2013) “Fundamentos de Processamento Digital de Imagens”, LTC, Rio de Janeiro – RJ.
- Pedrini, H. e Schwartz, W. R. (2008) “Análise de Imagens Digitais”, Ed. Thomson, São Paulo – SP.
- HSGROUP, disponível em <http://www.hsgroupbrazil.com.br/ensaios.php>. Acesso em 08 de maio de 2016.

Image Classification Applied to Forest Products

Carlos Affonso^a, Fabio Vieira^a, Andre Rossi^a

^aUNESP - Universidade Julio de Mesquita Filho, Brazil

Abstract

A number of industries use human inspection to visually classify the quality of their products and the raw materials used in the production process. Others perform their tasks applying image classification techniques directly to images collected by sensors, mainly cameras. A strong requirement in image classification tasks is the induction of a model with a good generalization capacity. To improve the classification accuracy in complex image classification problems, feature extraction techniques are frequently used. Several feature extraction techniques, based on different image aspects, have been proposed in the literature. However, it is not easy to define a priori which features should be extracted.

This Research Proposal investigates the classification of the quality of forest products based on their images. Therefore, such techniques will be considered in the following environments:

- Veneer sheet processing
- Measurement of Human perception of wood texture
- Packaging, and Pulp paper.

For such, it uses a combination of texture-based feature extraction techniques and traditional classification techniques: Decision tree induction algorithms, Neural Networks, Nearest neighbors and Support vector machines.

Keywords:

Forest products, image classification, machine learning

1. Introduction

Quality analysis activities are often used by industries to ensure the quality of their products. These activities are usually carried out by human inspection, mainly by visually scanning the products in a production line. This activity allows correction of problems and discard of defective products, resulting in a better quality of the final production. However, the use of human beings in the quality assessment adds a subjective factor to this process and, due to problems

Email addresses: affonso@itapeva.unesp.br (Carlos Affonso),
affonso@itapeva.unesp.br (Fabio Vieira), alrossi@itapeva.unesp.br (Andre Rossi)

like distraction, stress and fatigue, can accept products whose quality is below the desired level. These problems show the importance of the use of efficient image classification methods to improve the quality control in production lines (Affonso et al., 2015).

1.1. Objective

This project is a partnership between Aalto university and UNESP, with support from brazilian institutions: USP / ICMC - Institute of Mathematical Sciences and Computing, CEMAI - Mathematical Science Center Applied to Industry; Sawmill company - Sgurio, and Automation company - Marrary.

Sawmills and Pulp paper companies need a more optimal wood sorting process and higher quality and efficiency. Thereby generating an improvement in the production process and qualification of wooden panels, improving the quality of its products, reducing costs and wastes and increased profits.

Our proposal is to develop machine learning embedded systems applied to image processing on industrial shop floor. Using the integration of webcams, sensors, visual classification software, PLCs controllers and industrial automation equipment. In this way the hand-made estimations and human assessments of wood quality can be supplied by a solid and affordable automated classification system. With the intention of having an affordable automation system.

2. Image Classification System

A frequent problem that arises when using these methods is the design and tuning of automated image classification system, since various aspects must be taken into consideration. In natural raw materials, like wood, addition to its macroscopic features of wood, physical features such as weight (different moisture content), color (variation), odor, hardness, texture, and surface appearances are also considered.

In recent years, important efficiency gains have been achieved by machine vision systems, due to the development of high technology camera sensors and advances in processing capacity. Meanwhile, the price of systems based on cameras has decreased, enabling a cost-efficient classification solution environment for the quality of a huge variety of products.

In complex problems as image classification, the capture of the essential features must be carried out without a priori knowledge of the image. Therefore, modeling by traditional computational techniques is quite difficult, considering the complexity and non-linearity of image systems.

The system presents the following characteristics:

2.1. Software

- Based on machine learning (ML) techniques. On the learning step, NeuroWood is adjusted according to customers quality requirements.
- Extract characteristics from images. Each image is described through measures related to its pixels.

- Generate a database of images. This data base is used to provide the necessary experience for the ML model.
- Developed using open multi-platform programming languages. Software were developed on JAVA platform;

2.2. Hardware

- Low-cost hardware. Neurowood system is composed of low-cost hardware, like webcams, sensor and automation equipments.
- Indicated to Midle and small companies. There are machines to classify wood according to their quality. However, these machines usually are very expensive to be acquired by small and mid size companies.
- Communication with other automation equipments.

3. Machine Learning

Due to the shortcomings of manual process, Machine Learning (ML) algorithms have been widely used for classification and clustering of wood materials (Gonzaga et al., 1999). The representation of the data provided as the “experience” to these algorithms have strong influence on their performance (Bengio, 2009). In these problems, essential features usually are obtained by image processing techniques without a priori knowledge of the image.

The amount of attributes usually requires computational complexity and even greater runtime. Moreover, the noise in the database caused by excessive image features can cause a reduction in its capacity of representation.

The image data set considered in this work presents a good behavior, once three clearly defined classes are considered, with restricted examples.

The models are trained by a dataset where each instance is a collection of pixels values representing a wood board image in grayscale.

At last, the combination of all pixel values are rasterized to present a unique vector input to the conventional neural network at the output (LeCun et al., 1990).

Considering the q examples $e = (\mathbf{x}, y_b)$, the function $Y^q = F(x, w)$, where w represents the adjustable weights. We could define a *loss function*:

$$E^q(w) = D(|Y^q - y_b|, F(x, w)) \quad (1)$$

This function $E_q(w)$ measure the distance between the real data and the output produced by the CNN. The most used criteria for minimizing the error is the Minimum Mean Squared Error (MSE) with penalties for uncorrected classes:

$$E^q(w) = \frac{1}{q} \sum_{q=1}^q y^q(F(x, w)) + \log(e^{-j} + \sum_i e^{-y^q(F(x, w))}) \quad (2)$$

Where y^q is the output of q -th layer.

3.1. Artificial Neural Network

The ANN architecture MLP typically consists of a specification of the number of layers, one type of activation function of each unit, and the weights of connections between the different units.

The algorithm used in training the MLP is the error back propagation, and in this work, a standard will be the prototype vector and its label.

This pattern is processed layer by layer until the output layer provides the response rendered, f_{MLP} , calculated as shown below:

$$f_{mlp}(x) = \phi \sum_{j=1}^n \nu_j \phi \left(\sum_{i=1}^m w_{ij} x_j + b_0 \right) + b_1 \quad (3)$$

Where w_{ij} are synaptic weights; b_l and b_0 are the biases; ϕ is the activation function, usually specified as the sigmoid function.

4. Texture Descriptor

Texture is an internal property of almost every natural surfaces such as wood, weave of a fabric, patterns in sand, leaves, etc. It contains information about the structural arrangement of surfaces and their relationship to the environment.

Although texture has not a clear definition, such descriptors have a wide application on image classification, computer vision, and similar fields. Hossain and Serikawa (Hossain and Serikawa, 2013) surveyed a group of texture database in different fields of medical and natural images.

Nevertheless, the texture is easy to be identified by human eyes, it is hard to be defined in mathematical terms. Haralick and their colleagues (Haralick et al., 1973) specifically define texture on a more rigorous way, considering it as a set of features extracted from spatial domain for a given probability distribution of grayscale on an image.

There are two possible approaches to texture description: structural and statistical. In both cases some requirements must be considered, namely invariance to position, scale and rotation.

The main example of structural is the Fourier transform of the image. The most usual statistical approach is the co-occurrence matrix (Haralick et al., 1973), thanks to its best performance.

4.1. Statistical Texture Descriptors

Suppose a discretized image $I^{m \times n} = [i_{x,y}]$ is assumed to be a Gaussian random field, where $i_{x,y}$ denotes the gray level of a pixel at location $x, y \in \mathbb{Z}$, with the quantized pixel $i_{x,y} < 2^8$, $i_{x,y} \in \mathbb{N}$.

The co-occurrence matrix contains elements, which are counts the elements with the same brightness, according to certain distance and angle.

For n distinct gray level partitions;

$$b_i = \frac{2^8}{i}, i = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

There is the Spatial Gray Level Dependence matrix $SGLD = [p_{i,j}]$

$$p_{i,j} = \sum_1^n \sum_1^n (i_{x,y} \in b_i) \cdot (i_{x,y} \in b_j) \quad (5)$$

and the normalized form: $p_{i,j} = \frac{p_{i,j}}{|p_{i,j}|}$

Considering the averages u_x and u_y and standard deviations s_x and s_y :

$$u_x = \sum_i \sum_j p_{i,j}; u_y = \sum_j \sum_i p_{i,j} \quad (6)$$

$$s_x^2 = \sum (1 - u_x)^2 \sum p_{i,j}; s_y^2 = \sum (1 - u_y)^2 \sum p_{i,j} \quad (7)$$

A feature can be extracted from SGLD through its entropy, energy, max intensity, correlation, and inverse difference moment:

$$entropy = - \sum p_{i,j} \log_2 p_{i,j} \quad (8)$$

$$energy = \sum \sum p_{i,j}^2 \quad (9)$$

$$max = Max(p_{i,j}) \quad (10)$$

$$correlation = \sum \sum \frac{(1 - u_x)(1 - u_y)p_{i,j}}{s_x s_y} \quad (11)$$

$$IDM = \sum \sum \frac{p_{i,j}}{1 + |i - j|} \quad (12)$$

5. Experimental Methodology

The image processing system operates as follow. The features are extracted from color images by treating each channel of color image (Red-Yellow-Green) as a monochrome image and transforming its shape information into pixels surfaces. In the second step, a matrix is created with the numeric values of color intensity corresponding to each pixel (between 0 and 255). Later, it performs normalization into the numerical matrix, where it is assigned a unit value for pixels maximum intensity and zero to minimal intensity. These features will be the input for the ML algorithm. Each example $e = (\mathbf{x}, y_b)$ consists of a tuple of p attributes values $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_p)$, where p is the number of pixels of the image, and a scalar label $y_b \in \{0, 1, \dots, n - 1\}$, corresponding respectively to every qualities standards. The set of all labeled examples constitutes the learning dataset.

5.1. Veneer Sheet Processing

The images used in these experiments will be acquired in a veneer sheet processing. In this shop, veneer sheets are classified by experts according to their quality standards.

It will be grabbed around 3000 images from the samples of different quality standards, containing 640 x 480 pixels each one.

5.2. Packaging and pulp paper

Paper is a complex raw material, and its complexity make it difficult to obtain more than empirical acknowledgement of the relationship between paper making variables and the result on paper structural properties.

Statistical process control have been used abroad in pulp and paper process in order to control variable that affects its final quality such as: length, width, kink and curl of pulp fibers.

It will be verified if a machine vision inspection can provide quality control for pulp paper manufacturing line.

5.3. Measurement of human perception of wood texture

Nowadays, an important aspect related to architectural projects concerns to the human perception of beauty, its focus into choosing the raw material that fits harmonically with the environment, however measure such a personal decision is difficult. In this way, extract mathematical figures from the images patterns could help us to define a way to standardize those subjective decisions. In this context, texture descriptor techniques and machine learning algorithms will be used to construct models capable of prediction of human decision.

6. Workplan

In order to achieve the expected results it is proposed a work team constituted of:

- Postdoctoral positions lasting 2 full years settled down on Aalto university.
- Doctoral positions in a 6 months sandwich program
- Occasionally interchange between Brazil / Finland graduation students.

Regarding to infrastructure:

- UNESP Labs: chemical characterization, mechanical properties, paper pulp reactors, dryers, veneer sheet equipments, etc.
- Sawmill and Pulp Paper Brazilian companies: previous partnership agreements concerted with companies allowed us to make study cases.

6.1. Scholarship and funding

Notwithstanding, at the moment there is no scholarship and funding resources, it will be requested to Brazilian and Finnish institutions such:

- USP / CEMEAI: Mathematical Science Center Applied to Industry
- SITRA: Finnish Innovation Fund
- CIMO: Centre for International Mobility
- Private Brazilian / Finnish companies

Acknowledgement

The authors would like to thank the financial support of UNESP and CEMEAI FAPESP, Proc. 13/07375-0.

References

- Affonso, C., Sassi, R. J., Barreiros, R. M., 2015. Biological image classification using rough-fuzzy artificial neural network. *Expert Systems with Applications* 42 (24), 9482 – 9488.
- Bengio, Y., 2009. Learning deep architectures for ai. *Foundations and Trends in Machine Learning* 2 (1), 1–127.
URL <http://dx.doi.org/10.1561/2200000006>
- Gonzaga, A., de Franca, C. A., Frere, A. F., 1999. Wood texture classification by fuzzy neural networks.
URL <http://dx.doi.org/10.1111/12.341113>
- Haralick, R., Shanmugam, K., Dinstein, I., Nov 1973. Textural features for image classification. *Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on SMC-3* (6), 610–621.
- Hossain, S., Serikawa, S., 2013. Texture databases: A comprehensive survey. *Pattern Recognition Letters* 34 (15), 2007 – 2022, smart Approaches for Human Action Recognition.
- LeCun, Y., Boser, B., Denker, J., Henderson, D., Howar, R., Hubbard, W., Jackel, L., 1990. Handwritten digit recognition with a back-propagation network. *Advances in Neural Information Processing Systems* 160, 396–404.
- Witten, I., Frank, E., 2000. Data mining: Practical machine learning tools and techniques with Java implementations. Morgan Kaufmann, San Francisco.

Seleção de Objetos de Aprendizagem Com Base no Perfil do Aprendiz.

Learning Object Selection Based on Learning Profile.

Nelson Missaglia¹

¹ Universidade Nove de Julho – Diretoria dos Cursos de Informática
Av. Prof. Luiz Inácio de Anhaia Mello, 1363, Vila Prudente – São Paulo (SP) – Brasil

nelson.m@uni9.pro.br

Resumo. Com a evolução das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) surgem novas possibilidades de se levar o saber a um número cada vez maior de indivíduos, através de diversos mecanismos e formatos possíveis de serem utilizados nos diversos dispositivos eletrônicos atualmente disponíveis. Neste trabalho é apresentado um processo que tem por objetivo auxiliar o professor na sua tarefa de elaborar os conteúdos didáticos visando obter-se um melhor rendimento e uma maior eficiência na obtenção dos resultados didático-pedagógicos de seus aprendizes. Tal processo é baseado na utilização do perfil e do estilo de aprendizagem de um aprendiz e para isso foi proposta uma ferramenta de software denominada SOAPPA - SELEÇÃO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM PELO PERfil DO APRENDIZ, que permite a associação do perfil de aprendizagem com o estilo de aprendizagem e apresenta uma lista de possíveis objetos de aprendizagem (OAs), que sejam compatíveis com os perfis selecionados.

Abstract. Considering the Information and Communication Technology's (ICT) evolution, new possibilities of access to the knowledge becomes a reality to a growing number of individual, from a large set of mechanisms available through a great number of electronic equipment's type. In this work it will be presented a process that intent to help teachers to create learning contents efficiently and with high possibility to get the best didactical and pedagogical results for learners. This process is based on the learner's profile and style learning. In order to get this target, it will be proposed a software tool called: SOAPPA - SELEÇÃO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM PELO PERfil DO APRENDIZ. that allows the association of learning profile to the learning style and brings a list of possible learning objects (OA's), that matches to the selected profiles.

Áreas temáticas: Ferramentas de Apoio à Decisão, Gestão do Conhecimento.

1. Introdução

Com a evolução dos recursos eletroeletrônicos destinados ao processamento de dados e comunicações, observa-se a sociedade atual inserida no contexto da pós-modernidade, conforme abordagem feita por Frank Websters: Websters (2006), no conjunto de sua obra, onde os indivíduos se comunicam e se relacionam por meio da rede de computadores global, também conhecida por Internet, o que os leva a criar nichos de relacionamento por afinidade pessoal, formando as chamadas redes sociais.

Em se tratando da forma de aprender e considerando-se os indivíduos desta sociedade, nota-se que a modalidade de ensino à distância, embora existente a mais de um século: Alves (2011), tem sido adaptada ao uso da computação pessoal, por meio do acesso aos sistemas de informações desenvolvidos com base no suporte da Internet. Desta forma surge a interligação dos indivíduos e instituições voltadas ao ensino de forma global, possibilitando o acesso dos aprendizes a cursos promovidos por instituições de ensino localizadas geograficamente em qualquer parte do globo: Netsaber (2013).

Neste trabalho adotaremos o conceito de ensino a distância como sendo uma atividade voltada tanto para educação quanto para formação, especialização e treinamento de pessoas na modalidade à distância, em conformidade com Patrícia Lopez Torres: Torres et al, (2009, p.60), como sendo

[...] uma forma sistematizada de educação que se utiliza de meios técnicos e tecnológicos de educação bidirecional / multidirecional no propósito de promover aprendizagem autônoma por meio da relação dialogal e colaborativa entre discentes e docentes equidistantes.

Na visão desses autores, a educação a distância se utiliza de aparatos tecnológicos e de estruturas organizacionais capazes de projetar, produzir e manter disponíveis todos os elementos necessários ao aprendiz com a finalidade de proporcionar o diálogo colaborativo necessário para sua aprendizagem.

Esta forma de educação também pode ser vista como um meio de acesso a sistemas computacionais desenvolvidos com a finalidade de permitir a flexibilidade e administração do tempo dedicado aos estudos por parte do aprendiz, levando o mesmo a uma modalidade educacional caracterizada por um processo centrado no aluno onde este passa a ser o criador de sua própria aprendizagem. Como consequência deste processo centrado no aluno, existe a separação física entre professor e aprendiz, a qual é compensada pelo uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's): Gomes (2013).

A utilização das TIC's favorece, além de outras vantagens, o processo de aprendizagem no formato colaborativo, o qual admite a comunicação entre os aprendizes durante o processo de aprendizagem, uma vez que proporciona uma interação interpessoal. Essa oferece aos alunos uma forma não convencional de aprendizagem e lhes proporciona autonomia, além do fato que a utilização das TIC's promove mudanças no papel desempenhado pelo professor que atua nessa forma de ensino: Kenski (2003).

A obra de Howard Gardner sobre as estruturas de mente humana e sua teoria das inteligências múltiplas será considerada como referencial teórico para as abordagens que

se seguirão. Na sua visão de Gardner, as inteligências são os meios pelos quais as pessoas externam suas habilidades e se comunicam, elas são influenciadas pelo meio onde as pessoas convivem e pela cultura predominante onde a pessoa nasceu. As inteligências são ferramentas pelas quais as pessoas aprendem, resolvem e propõem problemas: Gardner (2009).

A partir do desenvolvimento das teorias que estimam o perfil de aprendizagem de um indivíduo, observa-se que muitas vantagens no processo de ensino-aprendizagem podem ser obtidas pelo professor, em suas atividades de planejamento e apresentação das atividades didático-pedagógicas que delas se utilize, em comparação com práticas de ensino que não considerem essas teorias, principalmente no que se refere à motivação do aprendiz e estímulo de suas aptidões e características pessoais, facilitando sua aprendizagem: Armstrong (2001).

Considerando-se a possibilidade de acesso público a objetos educacionais para vários níveis de ensino: Bioe (2013), e com o intuito de proporcionar maior facilidade ao professor na sua tarefa de elaboração de seus conteúdos didáticos, surge então a necessidade de criação de mecanismos que tornem mais cômoda a tarefa de busca dos elementos que irão compor tais conteúdos didático-pedagógicos.

Justifica-se então a proposta de utilização de um aplicativo de computador que tenha a finalidade de apresentar ao professor, como recomendação, OA's que se relacionem ao perfil de seus aprendizes, sendo que tais OA's podem ser obtidos a partir do repositório de um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), em inglês Learning Management Sistem (LMS) ou outro local de acesso público.

2. Fundamentação teórica

2.1 Objetos de Aprendizagem (AO's)

Conforme a definição do Learning Technology Standard Committee (LTSC) do Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) "um objeto de aprendizagem é qualquer entidade digital ou não que pode ser utilizada para aprendizagem, educação ou para treinamento": Ltsc (2002).

No trabalho intitulado Gestão colaborativa de conteúdo: Tarouco et. al. (2003), considera os Objetos de Aprendizagem no ensino à distância como recursos digitais que auxiliam no processo de ensino aprendizagem. São constituídos em pequenos módulos, reutilizáveis em diversos ambientes e a organização do conteúdo é dividida em duas partes: atividades e recursos: Wiley (2001), acrescenta que os OA's também devem seguir os princípios da orientação a objetos.

Para Machado e Silva: Machado (2005), um OA atua como um recurso interativo que agrupa diferentes tipos de dados como imagens, textos, vídeos, áudio e exercícios que podem auxiliar tanto no Ensino a Distância como no presencial.

Segundo Hodgins e Conner: Hodgins et al (2013), além dos OA's integrarem-se com outros e possibilitem a construção de contextos maiores, possuem as seguintes características: reusabilidade, autonomia, interatividade, interoperabilidade e facilidade de busca.

Os OA's são armazenados em repositórios de objetos de aprendizagem chamados de Learning Objects Repository (LORs) para que possam ser reaproveitados facilitando seu armazenamento e recuperação.

Para a tarefa de estocagem dos OA's em repositórios, é necessário o armazenamento de dados que compõe as informações sobre esses objetos, os quais são chamados de metadados: Chiappe et al (2007).

Para essas tarefas foi proposto um padrão de metadados para OA's com foco na quantidade mínima de atributos necessários para permitir que os OA's sejam administrados, localizados e avaliados. Este padrão acomoda a habilidade de localizar os atributos basicamente em campos de tipos de entidades com o status de obrigatório, o qual deve estar presente, ou opcional, o qual pode ser omitido: Lom (2012).

2.2 Padrão pra Metadados

Em uma definição muito simples, metadados são as especificações sobre os dados de um repositório de dados ou de um sistema gerenciador de banco de dados, ou seja, dados sobre os dados: Setzer (2005).

Existem algumas iniciativas no sentido de padronizar os elementos de dados, como é o caso, por exemplo, do Dublin Core Metadata Initiative (DCMI), que é uma organização aberta para suportar inovações no design de metadados: Dublincore (2013). Seus objetivos não estão diretamente ligados à educação, mas estão voltados para as melhores práticas relativas a metadados e manutenção de relacionamentos formais e informais sobre diferentes padrões no âmbito global.

Uma organização voltada ao conteúdo e padrões educacionais é o IMS Global Learning Consortium (IMS GLC): Ims (2013), cuja atividade central tem como meta o suporte a atividades de desenvolvimento de software e estabelecimento de padrões utilizados em tecnologia educacional, atendendo a governos e iniciativa privada da educação, porém em se tratando de metadados, suas referências apontam o padrão IEEE 1484.12.1-2002 Standard for Learning Objects Metadata: Ieee (2012).

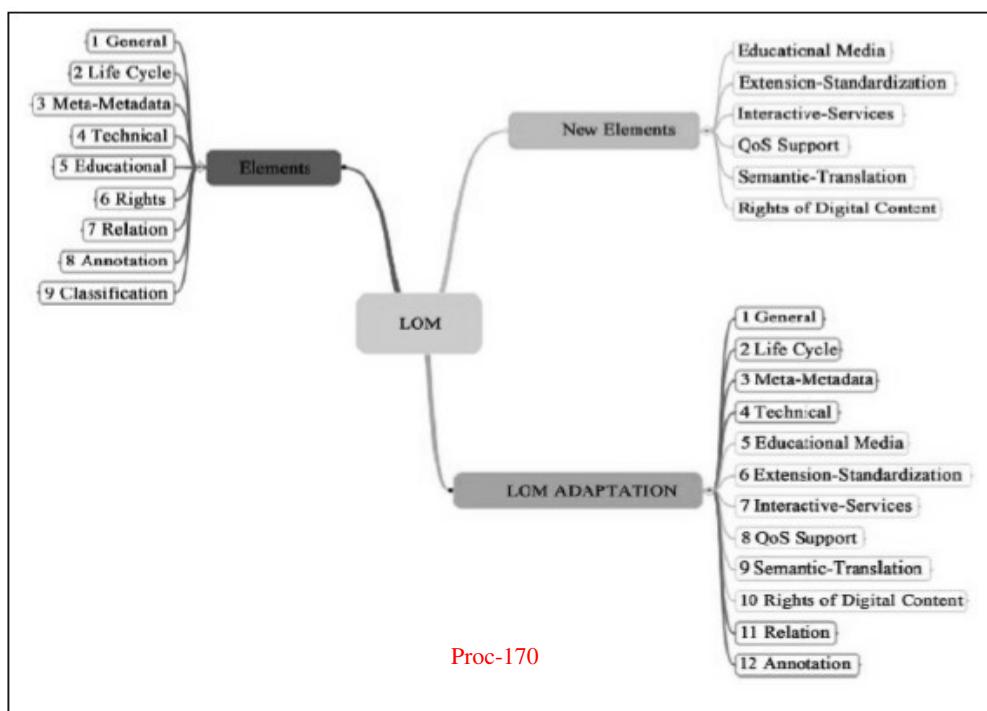


Figura 1 - Estrutura do padrão LOM, conforme: IEEE 1484.12.1-2002 Standard for Learning Objects Metadata, Learning and Assessment. Fonte: http://www.imsglobal.org/metadata/mdv1p3pd/imsmd_bestv1p3pd.html, acessado em 05/06/2013.

3. SOAPPA – Seleção de Objetos de Aprendizagem pelo Perfil do Aprendiz

Com o objetivo de propor um mecanismo de apoio ao trabalho do docente no que diz respeito à seleção de OA's considerando ainda para este objetivo, o perfil de aprendizagem do aluno e a definição de OA's proposta pelo IEEE, é então apresentada uma ferramenta denominada: Seleção de Objetos de Aprendizagem Pelo Perfil do Aprendiz (SOAPPA) e é proposto também um processo que descreve sua utilização em um ambiente educacional.

A principal funcionalidade da SOAPPA é selecionar objetos de aprendizagem (OA's) mais indicados para um perfil de aprendizagem, informado externamente ou estimado automaticamente pelo sistema. Os objetos serão selecionados ou a partir de uma base de dados de um LMS específico ou a partir de repositórios de OA's, em função da configuração da ferramenta.

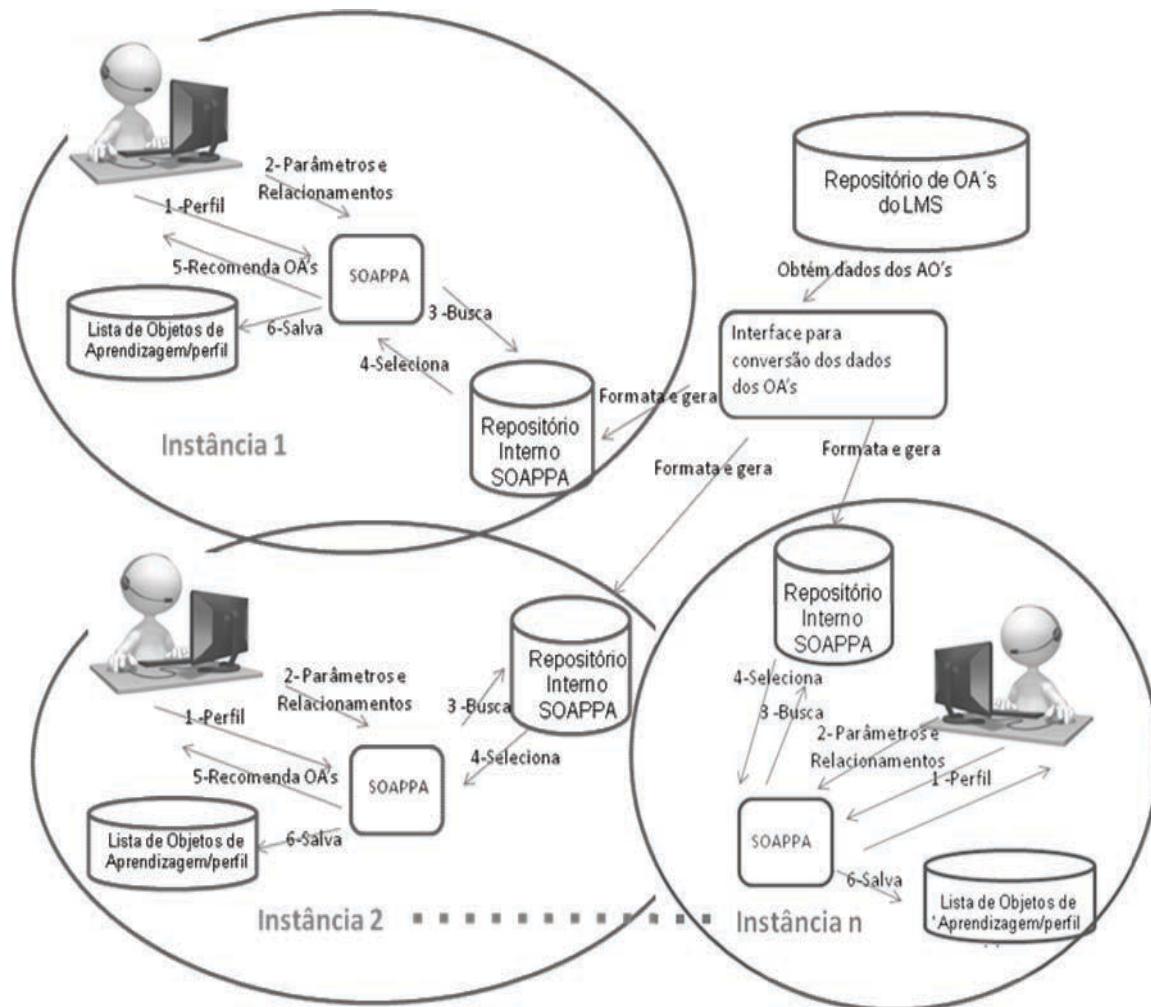


Figura 2 – Diagrama de blocos para o contexto da ferramenta SOAPPA.

A seguir é apresentado o algoritmo funcional da ferramenta SOAPPA.

A ferramenta deve receber o perfil de aprendizagem do aluno, informado ou estimado pelo LMS.

A partir do perfil de aprendizagem recebido como parâmetro de entrada, a ferramenta deve obter o registro na tabela Perfil_Aprend através do atributo NomePerfil.

Se existir

 Busca todos os metadados relacionados ao Perfil recebido na tabela
 PerfilMetadado através do atributo IdPerfil

 Se existir

 Para cada metadado obtido

 Busca os valores do metadado relacionados na tabela ConteudoMetadado
 através do atributo IdValorMetadado

 Se existir

 Para cada valor de metadado obtido

 Busca todas as referências de OA's no repositório indicado cujo valor
 do metadado seja igual ao obtido na tabela ConteudoMetadado
 e que pertença a área do conhecimento indicada.

Por ser uma ferramenta expansível, o SOAPPA deve permitir o cadastramento de metadados dos repositórios de interesse do seu usuário, e também o conteúdo de cada metadado, além do endereço do repositório.

Com esta funcionalidade, o processo de busca do referencial de localização dos OA's de um repositório não é afetado, mesmo que o LMS em questão evolua em suas versões e agregue novos valores de metadados e, ou, novos metadados em seu repositório. Caso isto ocorra, basta que o usuário da SOAPPA promova as atualizações correspondentes em sua ferramenta.

A SOAPPA também deve ser uma ferramenta configurável, ou seja, deve permitir que seu usuário faça a associação do perfil de aprendizagem com o conteúdo de metadados dos repositórios de seu interesse.

A validade da ferramenta pôde ser comprovada, pois em um dos testes, o qual tinha por objetivo escolher AO's para as aulas de Sinais de Pontuação, Números Irracionais e Gaiola de Faraday, foram recolhidos ao LMS interno endereços de sites com material direcionado tanto ao perfil linguístico quanto lógico-matemático, etc. Ao se propor a seleção de objetos para o perfil linguístico, em todas as áreas de conhecimento, a ferramenta recomendou os seguintes objetos:

Sinais de Pontuação: Brasilescola, (2013).

Números Irracionais: Somatemática, (2013).

Gaiola de Faraday: Fisicaeperguntas, (2013).

Estes endereços foram previamente classificados como endereços de objetos apropriados para o perfil linguístico.

Para o perfil lógico-matemático a ferramenta recomendou os seguintes objetos:

Sinais de Pontuação: Proativa,(2013).

Números Irracionais: Webeduc, (2013).

Gaiola de Faraday: Ciencianamao, (2013).

Os quais também haviam sido catalogados e cadastrados no LMS interno da ferramenta como apropriados ao perfil lógico-matemático, comprovando desta maneira a eficiência da ferramenta no processo de seleção dos objetos.

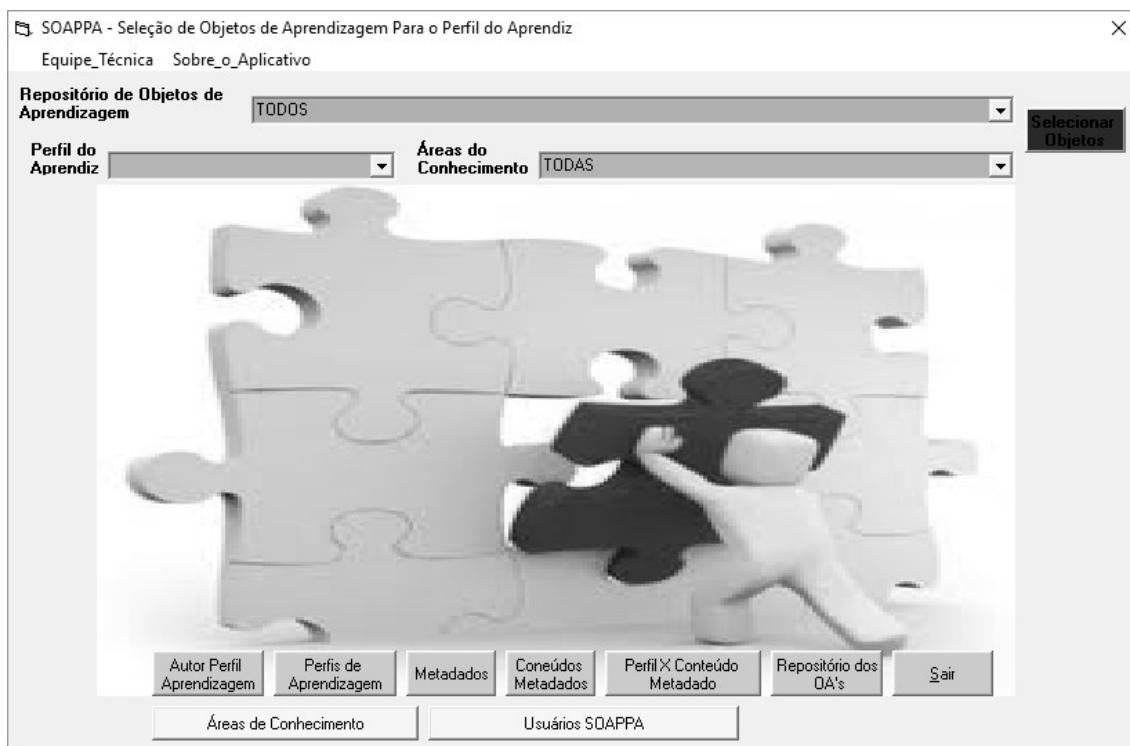


Figura 3 – Página inicial da ferramenta SOAPPA.

4. Conclusões e Trabalhos Futuros

Este trabalho apresentou um processo para apoiar professores no planejamento de suas atividades didáticas, através da escolha de conteúdos adequados ao perfil de aprendizagem de aprendizes.

Para esse processo foi proposto um protótipo de uma ferramenta para auxiliar o professor na busca de objetos e conteúdos em função do perfil de aprendizagem do aprendiz.

Para um perfeito funcionamento da ferramenta SOAPPA, a figura do professor tem um papel fundamental, pois ao professor cabe a tarefa de escolher os perfis de aprendizagem

e incluí-los como parâmetro de busca de OA's pelo SOAPPA, a ele cabe também a tarefa de configurar, na ferramenta, os metadados e seus conteúdos, o que é característico do repositório de busca de OA's.

Alem destas atividades, o professor fez a associação dos perfis de aprendizagem com os conteúdos dos metadados. Tal associação é uma tarefa de extrema responsabilidade no tocante ao conhecimento do professor sobre as teorias de ensino e aprendizagem, além de sua compreensão sobre os mecanismos de armazenamento de OA's e o que torna possível a sua reutilização.

A ferramenta SOAPPA mostrou-se capaz de atender os quesitos de parametrização, conforme a necessidade do professor, porém observa-se que a ferramenta deposita toda a responsabilidade sobre as técnicas e teorias educacionais empregadas pelo professor em suas atividades, o que levou o professor envolvido neste estudo a fundamentar suas escolhas em literatura consagrada.

Referências

- Alves, J. R. M. "Educação à Distância e as Novas Tecnologias de Informação e Aprendizagem", <<http://www.ingenheiro2001.org.br/programas/980201a1.htm>>, acessado em 19/10/2011.
- Armstrong, T. "Inteligências Múltiplas na Sala de Aula" / Thomas Armstrong; trad. Maria Adriana Veríssimo Veronese. Porto Alegre: ARTMED Editora, 2001.
- Bioe. "Banco Internacional de Objetos de Educacionais" disponível em <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/>>, acessado em 13/05/2013.
- Brasilescola- "Portal com objetos de aprendizagem" Disponível em <http://www.brasilescola.com/>, acessado em 19/00./2013.
- Ciencianamao, "Repositório de recursos para educação em ciências da Universidade de São Paulo" disponível em http://www.ciencianamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=rip&cod=_gaioladefaraday-2-eletrostaticatxtels0030, acessado em 19/09/2013
- Chiappe, A.; Segovia, Y.; and Rincon, H. Y. "Toward an instructional design model based on learning objects". Educational Technology Research and Development, 55, 671–681, 2007.
- Dublincore, "portal Dublin Core Metadata Initiative" , disponível em <http://dublincore.org/documents/dces/>, acessado em 03/06/2013.
- Fisicaepercuntas. "Site sobre assuntos voltados a ciência". Disponível em <http://fisicaepercuntas.blogspot.com.br/2012/11/o-que-e-gaiola-de-faraday-comofunciona.html>, acessado em 19/09/2013
- Gardner, H. "Estruturas da Mente: Teoria das inteligências múltiplas"; trad. Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994, reimpressão 2009.
- Hodgins & Connes," Desenvolvimento de objetos de aprendizagem baseado em especificação de Normatização SCORM, para o caso de suporte à Aprendizagem de Funções". Disponível em

<http://www.seer.ufrgs.br/renote/article/viewFile/14168/8098>, acessado em 14/03/2013.

Gomes, K. R.; Silva, M. S. L.; Ferreira, S. L.; and Romao E. S. “A educação a distância em ambientes virtuais de aprendizagem: percursos e percalços”: Anais do 3º Simpósio Hipertexto e Tecnologias na Educação. Disponível em <http://www.ufpe.br/nehte/simposio/anais/Anais-Hipertexto-2010/KeyneRibeiro&Marcelo-Santos&Simone-Lucena&Eliana-Sampaio.pdf>, acessado em 12/03/2013

Ieee, “portal contendo o padrão de preenchimento de metadados”, disponível em: <http://scorm.com/scorm-explained/technical-scorm/content-packaging/metadata-structure/>, acessado em 01/05/2012.

Ims, “portal IMS Global Learning Consortium” disponível em <http://www.imsglobal.org/metadata/>, acessado em 05/06/2013.

Kenski, V. M. “Tecnologias e ensino presencial e a distância”. Campinas, SP: Papirus, 2003.

Ltsc (Learning Technology Standards Committee). (2002). “Draft standard for learning object metadata. IEEE standard 1484.12.1. URL”. http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf, acessado em 17/outubro/2012

Machado, L. L.; and Silva, J. T. “Objeto de Aprendizagem digital para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem no ensino técnico em informática”. 16f. Artigo.

Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005

Netsaber Artigos. “O uso das TICS na educação e suas reflexões”. Disponível em http://artigos.netsaber.com.br/resumo_artigo_23854/artigo_sobre_o_uso_das_tics_na_educacao_e_suas_reflexoes, acessado em 09/03/2013.

Proativa, Ufc. “Grupo de pesquisa e produção de ambientes interativos de objetos de aprendizagem, disponível em [va.vdl.ufc.br/oa/porumavirgula/oa_por1virgula.html](http://www.proati), acessado em 19/09/2013

Setzer, V. W.;and Silva, F. S. C. “Banco de dados: aprenda o que são, melhore seu conhecimento, construa os seus”. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

Somatematica, Portal contendo o objeto de aprendizagem "números irracionais". Disponível em <http://www.somatematica.com.br/irracionais.php>, acessado em 19/09/2013

Tarouco, I. M. R.; Schimitt, M. A. R.; Rodrigues A. P.; and Vicari R. M. “Gestão colaborativa de conteúdo educacional.” CINTED/UFRGS. Porto Alegre. v.7. Julho, 2007.

Torres, P. L.; Fialho, F. A. P. “Educação a distância: passado, presente e futuro. In: LITTO, M. F.; FORMIGA, M. (Org.). Educação a Distância: O estado da Arte”. São Paulo: Person Prentice Hall, 2009.

Webeduc “Portal de Objetos de aprendizagem do MEC”, disponível em <http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/matematica/>, acessado em 19/09/2013.

Websters, F. “Theories of the Information Society”. London and New York: Routledge, 2006.

Jogo de Raciocínio Rápido Adaptativo

**Leonardo Mauro Pereira Moraes¹, Fabio Quimio Pereira Fujii¹,
Anderson Corrêa de Lima¹**

¹ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Campus Ponta Porã (CPPP)
Rua Itibiré Vieira, s/n - Residencial Julia Oliveira Cardinal BR 463
Km 4,5 – 79.907-414 – Ponta Porã – MS – Brasil

{leo.mauro.desenv, fujii.kimio.k, anderson.correa.lima}@gmail.com

Resumo. *Este trabalho explora o uso do método de geração de conteúdo procedural (PCG), em um jogo de reação rápida. O jogador deve realizar a ação de click em diversos cenários de dificuldade, enquanto o algoritmo visa analisar o comportamento do usuário e adaptar os níveis de jogo. A análise dos resultados demonstra a eficiência de uma técnica heurística ponderada mutável aplicada no jogo. Bem como, apresenta o jogo "Tap" que será disponibilizado para a comunidade como software de código aberto para testes de PCG.*

Abstract. *This paper explores the use of the method of procedural content generation (PCG), in a fast reaction game. The player must perform the action of click in several difficulties, while the algorithm analyze user behavior and adapt the game levels. The results demonstrate the efficiency of a changing weighted heuristic technique applied in the game. And presents the game "Tap" which will be available to the community as software open source for PCG tests.*

Inteligência Computacional, Jogos Inteligentes, PCG, open source.

1. Introdução

O mercado de jogos virtuais está em constante ascendência, tanto na produção quanto em consumo. Segundo estatísticas da Newzoo, uma empresa de inteligência de mercado especializada em jogos, no ano de 2016 até o mês de Junho o Brasil contabilizou uma média US\$ 1,270 bilhão, com apenas 136 milhões de usuários com acesso a internet. Sendo o Brasil o maior destaque da América Latina, considerado o décimo segundo país que mais empregou dinheiro em jogos virtuais [Newzoo 2016].

Um ramo que movimenta muito dinheiro desperta interesse de empresas, que por sua vez investem na produção de melhores produtos. Além disso, "pesquisadores utilizam o ambiente simulado pelos jogos para avaliar algoritmos existentes, e propor novos algoritmos mais adaptáveis neste ambiente em que diversos fatores reagem simultaneamente" [Vallim 2013].

Os jogos acompanharam a evolução dos computadores, junto de novos *hardwares*, consoles e dispositivos. Bem como, técnicas avançadas de processamento de informações foram implementadas, a afim de que o jogo ganhe mais interatividade e comportamentos "inteligentes", com o uso de métodos de Inteligência Artificial [Azevedo et al. 2005].

A Inteligência Artificial (IA) é a área que investiga como construir entidades inteligentes [Norvig and Russell 2014]. A IA nos jogos é conhecida como *Games AI* (ou Inteligência Artificial em Jogos), um termo que comprehende desde a aplicação de inteligência

para o controle de ambiente, as determinadas ações do jogador, até o comportamento dos personagens não jogáveis (em inglês: Non-Player Character - NPC) [KARLSSON 2005].

As primeiras aplicações de *Games AI* foram experimentos em jogos de Soma Zero, como Xadrez, Go e Damas [Coppin 2010, Azevedo et al. 2005]. Jogos de Soma Zero são caracterizados por terem apenas três saídas: de vitória, derrota e empate [Coppin 2010]. Em 1997 o programa de computador Deep Blue derrota o melhor jogador de xadrez do mundo [Coppin 2010], mesma época de lançamento do Atari [Schools 2013]. Paralelamente, a Inteligência Artificial em Jogos começa a ser utilizada em jogos de Fliperama [Schools 2013], porém possuímos uma pequena capacidade de processamento, impossibilitando a aplicação de algoritmos robustos de IA. Por este motivo, algoritmos comumente implementados utilizavam-se de técnicas simples, como Máquinas de Estado Finito, Árvores de Decisão e *Scripts* de Regras [Coppin 2010, Vallim 2013]. Suas desvantagens, são abordagens com respostas estáticas, sendo assim, sempre terão as mesmas saídas, então são "previsíveis" [Azevedo et al. 2005].

A evolução computacional permitiu à inclusão de técnicas avançadas, assim como Aprendizado de Máquina e Computação Evolucionária [Yannakakis and Togelius 2015]. Um dos campos entendidos pelo *Games AI* é a Geração de Conteúdo Procedural (em inglês: *Procedural Content Generation* - PCG), domínio que refere-se à automação ou criação semi-automática de conteúdo de jogos, tais como os níveis, mapas, itens, missões e texturas [Yannakakis and Togelius 2015].

Neste projeto desenvolveu-se um jogo *web* com o intuito de elaborar uma ferramenta de análise e aplicação de técnicas de PCG. Na Seção 2 é descrito como funciona o jogo. Enquanto, na Seção 3 é descrito a técnica heurística ponderada utilizada na geração de conteúdo. As Seções 4 e 5 apresentam análises de usuários e suas respectivas partidas e resultados, bem como as considerações finais.

2. O jogo: Tap

A ideia de elaboração do jogo Tap surgiu com o propósito de desenvolver um jogo capaz de comportar e adaptar-se ao jogador em função de seus resultados. Além disso, oferecer um mecanismo de análise de reações e interatividade entre humano e o jogo.

O jogo foi desenvolvido para plataformas *browser*, em JavaScript com o uso da biblioteca jQuery. "jQuery é uma poderosa biblioteca JavaScript criada para simplificar a criação de efeitos visuais e de interatividade em *web sites*" [Silva 2010]. Sua estrutura possui um layout responsivo a fim de ser acessível tanto em computadores *desktop* quanto em *smartphones*, possibilitando uma experiência mais agradável ao usuário [Gardner 2011].

2.1. Jogabilidade

Seis telas compõem o jogo. Cada tela é descrita por um sistema, como é ilustrado na Figura 1. O único objetivo do jogador é de clicar no "Tap" o mais rápido possível, quando este aparece. O *game* possuí cinco níveis de dificuldade e pode conter armadilhas.

O primeiro sistema é a tela inicial, no qual, na visão do usuário são apresentados: o nome do jogo, um pequeno texto descritivo e um botão para começar o desafio. Enquanto, internamente esta é a etapa em que os dados do jogo são inicializados, bem como o sistema de Geração de Conteúdo Procedural.

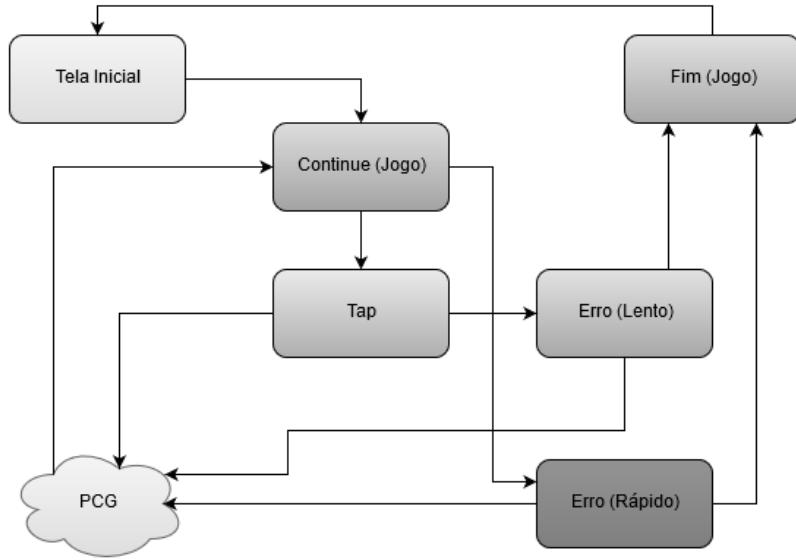


Figura 1. Diagrama de telas

Ao clicar em começar é ativado o sistema de "continue", momento de processar o tempo de aparição da tela "Tap", se haverá armadilha e qual será, e a dificuldade atual do jogo, esta interfere radicalmente nas anteriores. Na Seção 3 é discutido com maiores detalhes a evolução destes sistemas do jogo.

Por sequência, o sistema "Tap" surgirá após o tempo de aparição, momento de reação do jogador, instante em que este deve clicar no retângulo azul que contém o nome do jogo. Há três possíveis destinos desta tela, são eles: 1) Clique correto. 2) Clique no retângulo errado. 3) Limite de 5 segundos. Os dois últimos destinos são considerados como Erro (Rápido) e Erro (Lento), respectivamente; Caso a ação seja preciso é registrado o tempo em milissegundos e retorna-se para o sistema "continue". Após a resposta de qualquer uma das três saídas é salva a ação do usuário e o PCG é atualizado.

As informações sobre qual a dificuldade atual, e se ocorrerão armadilhas ou não, são omitidas do jogador. O desafio do jogo é transscrito no sistema de pontuação e tempo de reação, enquanto os demais dados são necessários exclusivamente para o controle interno do sistema. O jogo continua até nove partidas, executadas de forma correta, ou até atingir quatro erros, então ao final são apresentados os pontos e os melhores resultados. O jogador pode escolher recomeçar o jogo, neste caso todo o sistema é reinicializado e a pontuação zerada.

3. Geração de Conteúdo Procedural

A Geração de Conteúdo Procedural (PCG) diz respeito a elaboração de conteúdo para jogos de forma automática ou semiautomática, tanto para conteúdo quanto para *design* [Togelius et al. 2013]. PCG foi incluído em alguns jogos comerciais desde os anos oitenta, porém nos últimos anos tem-se visto uma expansão de pesquisas, uma série de publicações ao longo de 2009 e 2011 sobre o tema [Yannakakis 2012, Togelius et al. 2013]. Seu objetivo, de forma genérica, é dispor inteligência e adaptabilidade ao jogo.

A adaptabilidade nos jogos, se diz respeito, a sua capacidade de reagir

conforme o contexto, e de acordo com as necessidades e preferências do usuário [de Utilizabilidade 2012]. Está pode ser vista como um dos conceitos mais relevantes no *game design*, tal como a condução da história e o controle explícito do personagem [Alves and Padovani 2006].

Federoff, a partir de diversos trabalhos compilou quarenta recomendações de *game design* em três categorias, sendo Interface, Mecânicas de Jogo e *Gameplay* [Federoff 2002]. Entre elas a capacidade de variar o nível de dificuldade, bem como a Inteligência Artificial deve ser, ao mesmo tempo, compreensível e imprevisível. É neste cenário, que a técnica de geração de conteúdo procedural é aplicada, afim de desenvolver um sistema inteligente, que tem por finalidade oferecer uma melhor jogabilidade e fluidez ao jogo.

O jogo Tap utiliza um sistema de avaliação de jogadas, baseado no sistema Elo usado no Xadrez, desenvolvido por Arpad Elo em 1959 e adotado pelo *World Chess Federation FIDE* em 1970 [Elo 1978]. Além disso, o jogo também utiliza uma função heurística ponderada baseado em Algoritmos de Melhorias Interativas, que tenta prever um intervalo de pontuação para definir a dificuldade do jogo, como será descrito na Subseção 3.2.

3.1. Avaliação de Jogada

Tal como o sistema de probabilidade Elo, neste trabalho utilizamos uma função h para pontuar o estado atual do jogador. A função possui como parâmetros a situação atual do jogo, retratado pela dificuldade atual, tempo em milissegundos de reação do usuário, quantidade de erros "lentos" e erros "rápidos". A função h é descrita pela seguinte fórmula:

$$h(\text{current}) = \sum_{i=0}^n f(\text{current}[i]) * \omega(\text{current}[i])$$

A variável current que é parâmetro da função h representa as i informações atuais do jogo; A função f retorna o grau de relevância obtido de cada conjunto $\text{current}[i]$, enquanto a função ω é o peso associado ao conjunto $\text{current}[i]$. Os pesos e funções foram definidos de forma empírica, com base em testes e experimentos com usuários.

3.2. Função Estimativa Heurística Ponderada

Esta função é a base do sistema de PCG implementado. A função define três itens fundamentais: 1) A dificuldade atual do jogo. 2) O surgimento de armadilha. 3) O tempo de aparição da tela "Tap". Tais informações são provenientes da experiência do jogador com a partida anterior.

A dificuldade atual do jogo é definida por meio da função d , que, por sua vez, recebe como parâmetro o valor α (retorno da função h). A fórmula da função d é representada por:

$$d(\alpha) = \min[j] \leq \alpha \leq \max[j], \text{return } \text{difficult}[j], \forall j \in P$$

O conjunto P possui j elementos, que representam todos os intervalos de valores de avaliação de uma determinada jogada. Cada intervalo é associado a um valor de dificuldade. Dessa forma, dada uma entrada α , caso ela esteja dentro de um intervalo j , retorna-se a dificuldade que aquele intervalo representa.

A cada iteração o algoritmo ajusta todos os pesos *min* e *max*, de acordo com a saída atual. Caso o usuário possua uma pontuação α favorável para que este aumente de nível o PCG atualiza os pesos para que seja mais difícil o jogo, pois o jogador está melhorando e o *game* dificultando junto. Ao contrário, o jogo pode diminuir os pesos para que o usuário consiga passar de "fase".

3.3. Armadilha

A armadilha é representada pela divisão da tela "Tap" em outras telas, que não podem ser clicadas, caso isto ocorra o evento é registrado como um erro. A probabilidade de manifestação da armadilha é de 16,67% até 83,34%, sendo descrita pela seguinte fórmula:

$$\text{trap}(\text{current}) = (\text{rand}(0, 5) \geq \text{current}[\text{difficult}]) ? \text{true} : \text{false}$$

3.4. Tempo de Aparição

O tempo de aparição determina quantos milissegundos demorará para que a tela "Tap" apareça. Sua função t retorna um valor randômico dentro de um intervalo, definido pela dificuldade. O tempo pode variar de 3,0 até 13,0 segundos, dependente da complexidade atual, descrito pela fórmula:

$$t(\text{current}) = \text{rand}(3000.0, (\text{current}[\text{difficult}] * 2000.0) + 5000.0)$$

4. Resultados

Duas análises foram realizadas neste jogo. Apreciação qualitativa gerada pelos usuários e coleta de dados de suas partidas. As duas análises são descritas nas Subseções 4.1 e 4.2, respectivamente.

4.1. Análise Qualitativa

Na análise qualitativa foram coletadas as respostas de oito jogadores para a seguinte questão: "O que você achou do jogo?". A questão foi aplicada de forma livre, a fim de que cada usuário jogador pudesse comentar sobre qualquer aspecto do aplicativo.

De forma geral os jogadores descreveram o *design/layout* responsivo do jogo como intuitivo, atraente e prático. Esses fatos foram comprovados pela facilidade de compreensão e jogabilidade. O desafio de ter a reação de *click*, o mais rápido possível, foi interessante e provocador, principalmente devido a presença de armadilhas.

Como implementações futuras os jogadores sugeriram a inserção de novas armadilhas, bem como mais níveis de dificuldades e mudanças no cenário do jogo. Além disso, os jogadores acreditam que é importante a inclusão de um sistema de *rankamento* de pontuações.

4.2. Análise das Partidas

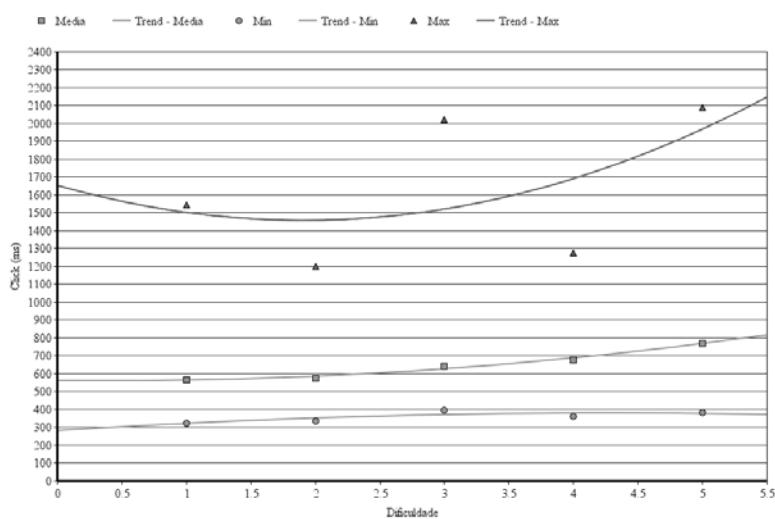
A amostra de dados foi coletada a partir de um espectro de oito jogadores. Foram realizadas trinta partidas. Cada partida foi constituída por nove tentativas de *click*, ou quatro erros para encerramento.

A Tabela 1 e a Figura 2 apresentam o desempenho do tempo de reação do jogador em relação as dificuldades do jogo. É possível observar a evolução da média do tempo de reação em razão da dificuldade, visto que o jogo se torna mais difícil a cada nível. A

Tabela 1. Análise de dificuldade por reação (ms)

dificuldade	média	min	max	qtde	erros
1	566	325	1545	35	6
2	573	337	1200	35	2
3	642	394	2022	68	5
4	676	362	1276	62	5
5	770	381	2090	60	5

partir dos valores mínimos e máximos de *click* não foi possível categorizar os jogadores. Entretanto, nota-se que o tempo de resposta possui pouca variação. Os níveis finais apresentaram o maior número de *clicks*, sendo assim o objetivo do PCG foi satisfatório.

**Figura 2. Performance de dificuldade por reação (ms)**

A análise de partida por pontuação é apresentada na Tabela 2 e na Figura 3. Os valores das médias expõem a evolução dos pontos durante as partidas. É possível observar um crescimento constante, que é independente do desempenho. Além disso, é possível concluir que 93,33% dos jogos concluíram o jogo com êxito, ou seja, alcançaram as nove partidas de um jogo.

5. Conclusão

Este trabalho descreve a construção e o comportamento de um jogo de reação rápida, que utiliza um método de geração de conteúdo procedural. O jogo apresentou características de compreensão intuitiva e de fácil jogabilidade. Contudo, algumas modificações foram sugeridas, tais como a inserção de novos níveis de dificuldade e um sistema de *rankamento*. Por vezes, os jogadores descreveram dificuldades iniciais para compreender as armadilhas presentes no jogo, porém após a primeira experiência com armadilhas o jogador compreendeu o modo de superá-las.

As análises do experimentos demonstraram a eficiência do PCG implementado em relação ao sistema de pontuação e o comportamento dos jogadores nos diversos níveis

Tabela 2. Análise de partida por pontuação

partida	média	min	max	qtde
1	72.92	0.00	96.07	30
2	93.29	5.46	121.62	30
3	195.76	15.33	243.49	29
4	336.87	111.08	403.96	29
5	541.11	187.39	653.09	29
6	785.65	262.46	947.47	28
7	1114.06	369.08	1364.21	28
8	1516.88	463.88	1901.32	28
9	1963.60	632.25	2458.13	28

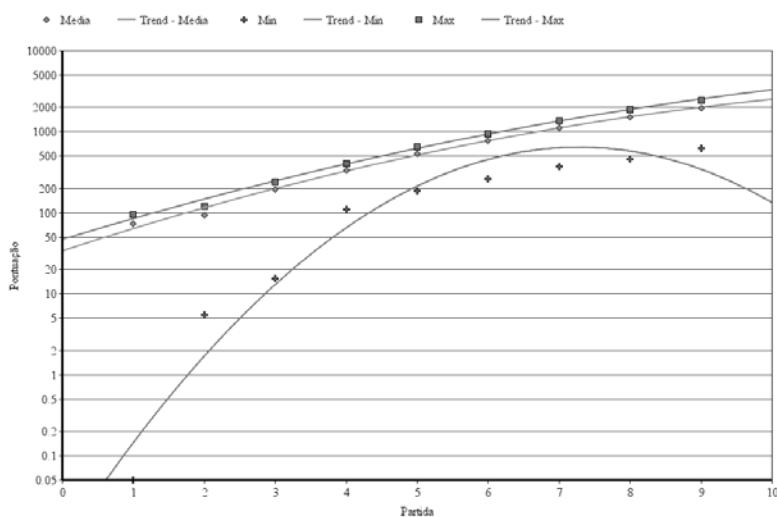


Figura 3. Performance de partida por pontuação

de dificuldades do jogo. Algumas melhorias futuras podem ser implementadas no jogo. Destaca-se um melhor ajuste do intervalo da função estimativa heurística ponderada, que deverá levar em conta pesos maiores associados aos tipos de erros. A ausência desses parâmetros, afetou principalmente a pontuação, pois em alguns momentos apresentaram-se valores muito distantes dos que deveriam.

O jogo "Tap" disponibiliza um ambiente de testes e de aprimoramentos de técnicas de PCG, permitindo aplicações de diversos algoritmos em Javascript. Particularmente na área de interação humano-jogo novas análises são possíveis, tais como reações a partir de cores, dispositivos utilizados para interação, posicionamento das armadilhas/telas de Tap, entre outras. Além disso, como trabalho futuro pretende-se disponibilizar o jogo via licença *open source*.

6. Agradecimentos

Este trabalho recebeu apoio financeiro do Programa de Educação Tutorial (PET) do Ministério da Educação (MEC), através da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

Referências

- Alves, D. M. and Padovani, S. (2006). Estabelecendo relações entre critérios de avaliação ergonômica em hci e recomendações de game design. *Recife: Universidade Federal de Pernambuco.*
- Azevedo, E. et al. (2005). *Desenvolvimento de jogos 3D e aplicações em realidade virtual.* Editora Campus.
- Coppin, B. (2010). Inteligência artificial. *Rio de Janeiro: LTC.*
- de Utilizabilidade, L. (2012). Critérios ergonômicos - adaptabilidade. Disponível em: <http://www.labutil.inf.ufsc.br/CriteriosErgonomicos/LabIUtil2003-Crit/400adaptb_A.html>. Online; Accessado: 28/08/2016.
- Elo, A. E. (1978). *The rating of chessplayers, past and present.* Arco Pub.
- Federoff, M. A. (2002). *Heuristics and usability guidelines for the creation and evaluation of fun in video games.* PhD thesis, Citeseer.
- Gardner, B. S. (2011). Responsive web design: Enriching the user experience. *Sigma Journal: Inside the Digital Ecosystem*, 11:13 – 19.
- KARLSSON, B. F. F. (2005). *Um middleware de inteligência artificial para jogos digitais.* PhD thesis, Dissertação de Mestrado, 2005. Departamento de informática. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.
- Newzoo (2016). Top 100 countries by game revenues. Disponível em: <<https://newzoo.com/insights/rankings/top-100-countries-by-game-revenues/>>. Online; Accessado: 29/08/2016.
- Norvig, P. and Russell, S. (2014). *Inteligência Artificial, 3ª Edição*, volume 1. Elsevier Brasil.
- Schools, O. G. D. (2013). The evolution of gaming consoles. Disponível em: <onlinegame-designschools.org>. Online; Accessado: 30/08/2016.
- Silva, M. S. (2010). *jQuery.* Novatec Editora Ltda, 3 edition.
- Togelius, J., Champandard, A. J., Lanzi, P. L., Mateas, M., Paiva, A., Preuss, M., and Stanley, K. O. (2013). Procedural Content Generation: Goals, Challenges and Actionable Steps. In Lucas, S. M., Mateas, M., Preuss, M., Spronck, P., and Togelius, J., editors, *Artificial and Computational Intelligence in Games*, volume 6 of *Dagstuhl Follow-Ups*, pages 61–75. Schloss Dagstuhl–Leibniz-Zentrum fuer Informatik, Dags-tuhl, Germany.
- Vallim, R. M. M. (2013). *Mineração de fluxos contínuos de dados para jogos de computador.* PhD thesis, Universidade de São Paulo.
- Yannakakis, G. N. (2012). Game ai revisited. In *Proceedings of the 9th conference on Computing Frontiers*, pages 285–292. ACM.
- Yannakakis, G. N. and Togelius, J. (2015). A panorama of artificial and computational intelligence in games. *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, 7(4):317–335.

Processo de descobertas eletrônicas (*e-Discovery*) e seu impacto na Segurança da Informação

Michel Gomes Nogueira, Flávio Elias Gomes de Deus, Rafael Timóteo de Sousa Jr.

Universidade de Brasília - Departamento de Engenharia Elétrica/Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica - Caixa Postal 4386
Av. L3 Norte, Fac. Tecnologia, Bloco A, 1 Andar NMI, Asa Norte,
Brasília (DF) – Brasil – CEP: 70919-970

michelnog@hotmail.com, flavioelias@unb.br, desousa@unb.br

Resumo. *Este artigo trata do uso do processo de e-Discovery para verificar as descobertas eletrônicas encontradas que podem evidenciar uma provável falha de segurança da informação, possivelmente gerando prejuízos financeiros, econômicos e à imagem da organização. A proposta deste trabalho é uma adaptação do processo de e-Discovery para a identificação, preservação, processamento, análise e produção de informações armazenadas eletronicamente, e que sirvam de proposta para aprimoramento do Sistema de Gestão de Segurança da Informação, bem como na sustentabilidade da Governança da Tecnologia da Informação – TI. O resultado da análise dos controles de Segurança da Informação e sua relação com o processo de e-Discovery indicam uma priorização na implementação dos controles, ajudando organizações a minimizar pontos de vulnerabilidades que possam se tornar uma ameaça à segurança da informação e expor a eventuais disputas judiciais.*

Abstract. *This paper deals with the use of the electronic discovery process for early identification of information security failure that can possibly generate financial/economic losses and / or damage to the organization's image. The proposed methodology involves the identification, preservation, processing, analysis and production of electronically stored information as a tool for improvement of the organization's Information and Communications Security System, as well as the sustainability of Governance of Information Technology – IT. The result of the analysis of the security controls through the perspective of the e-Discovery indicates that a prioritization on implementation of given set of controls can help early identification of vulnerabilities, improving the organization's ability to preserve and collect potentially relevant evidence in a more efficient, cost-effective and defensible manner.*

Áreas temáticas: Mineração de dados (datamining) e Governança de Tecnologia da Informação

1. Introdução

O termo *e-Discovery* surge exatamente no contexto de grande volume de dados em meio digital, estruturados ou não, submetidos a um processo de descoberta

eletrônica, pela qual se realiza uma tarefa de “mineração de dados” para seleção de informações relevantes que podem ser utilizadas em procedimentos legais ou disputas judiciais. Destaca-se o pedido de falência da empresa Enron Corporate, no ano de 2011, considerada uma das maiores empresas de energia do mundo, a qual envolveu a análise de uma grande quantidade de documentos digitais, inclusive *e-mails*. Segundo Phillips *et al* (2013), mais de 300.000 *e-mails* foram utilizados no tribunal como evidências no caso em questão.

Ocorre que grande número desses achados/evidências pode ter relação com falhas de segurança da informação das organizações, muitas vezes decorrentes de uma política de segurança da informação mal elaborada. O controle de acesso à rede de dados, às informações sigilosas, ao serviço de internet e de *e-mail* podem ser realizados de forma precária, sem uma visão holística do Sistema da Gestão de Segurança da Informação e da Governança de TI. Devido ao volume e velocidade dos dados, tais falhas podem dificultar a coleta de evidências para um eventual litígio, expondo assim a organização.

Este trabalho apresenta uma proposta de uso do modelo *Electronic Discovery Reference Model* (Duke Law, 2016) do processo *e-Discovery* com a finalidade de minerar informações relevantes da organização, a fim de aprimorar o Sistema de Gestão de Segurança da Informação (SGSI) em um processo de melhoria contínua. Como será apresentado nas próximas seções, o uso do EDRM pode servir como ferramenta preliminar de identificação de quais dados, estruturados ou não, dentre a imensa variedade e volume que residem e transitam por organizações, devem ser priorizados no SGSI. Desta forma, seria possível se antecipar ao controle dos dados armazenados/trafegados em sua rede, identificando pontos de vulnerabilidade, que podem se tornar uma ameaça à segurança da informação ou até mesmo expor a incapacidade da organização em valer-se de evidências armazenadas eletronicamente, relacionadas a um possível processo judicial.

2. *E-Discovery* e a Segurança da Informação

Nos Estados Unidos, o termo descoberta de documentos (*discovery*) é definido como um passo natural nos procedimentos de litígios entre as partes envolvidas. Compreende um procedimento pré-processual em que as partes de um litígio podem obter evidências documentais uma da outra, respondendo aos quesitos, interrogatórios ou aos pedidos de produção de documentos. Geralmente, ocorre a troca de informações apostas em documentos, que em última instância, serão utilizados no julgamento da disputa em questão. (Kah, 2014).

Com a transição do meio documental para o eletrônico, o processo físico (troca de documentos em papel entre os litigantes), tratado como *discovery* (descoberta) foi gradualmente substituído pela troca de documentos eletrônicos, conhecido como *e-Discovery*. Em abril de 2006, a Suprema Corte Americana determinou alteração no Código de Processo Civil Federal (FRCP) para incluir a questão do *e-Discovery*. As alterações realizadas impõem que as empresas protejam os seus dados para disponibilidade em caso de um processo de *discovery* (descoberta), como forma de antecipar um litígio. (Phillips *et. al.*, 2013).

O processo de descoberta eletrônica (*e-Discovery*) tem exatamente o enfoque de buscar, dentro do ambiente computacional de uma organização (empresarial, governamental, não-governamental ou outras), dados e informações que sejam relevantes para acesso ao espaço jurídico. De acordo com Vines (2016) e Casey (2009), *e-Discovery* é a aplicação de um processo de identificação, localização, preservação, segurança, coleta, preparo, revisão e produção de informações com o propósito de obter evidências digitais para fins de troca de dados entre as partes em um processo judicial. Os advogados dos litigantes determinam que dados devem ser fornecidos baseado na relevância ou nas alegações apresentadas.

Segundo Phillips et. al. (2013), *e-Discovery* é o processo em que se busca utilizar informações apostas em meio digital como provas ou evidências eletrônicas. O conceito de evidência eletrônica engloba qualquer *Electronically Stored Information* – ESI, ou seja, quaisquer informações armazenadas eletrônica ou digitalmente. Essas informações podem estar presentes em documentos, sistemas operacionais, *e-mails*, fotografias digitais, figuras, páginas em sítios da Internet, etc. O ESI está também presente nas memórias dos celulares, em dispositivos de armazenamento em massa, em mídias flexíveis como DVD's e CD's, bem como em todos os tipos de *notebooks*, computadores, *tablets*, *smart TV*, *laptops* e demais eletrônicos. Desta forma, o *e-Discovery* pode ser compreendido como mineração em bases de dados volumosas que visam à produção de informações relevantes para procedimentos legais.

Como será visto na próxima seção, a proposta deste trabalho é a utilização preventiva do modelo de referência do *e-Discovery* como ferramenta de aprimoramento da Segurança da Informação. Os dados identificados como críticos no processo de *e-Discovery* poderão apontar para a necessidade de uma ação de proteção com vistas a assegurar sua disponibilidade, integridade, confidencialidade e autenticidade. Este trabalho apresenta o argumento que uma das vantagens do uso preventivo do processo de *e-Discovery* está em sua contribuição na mitigação de perdas em decorrência de uma possível ação judicial em razão do tratamento inadequado de informações por parte da organização. Ademais, por não ser economicamente viável adotar um modelo de segurança e armazenamento indiscriminado de todos os dados por um tempo indeterminado, a priorização a partir do *e-Discovery* apontará quais dados são mais críticos do ponto de vista jurídico.

Considerando a publicação da Norma ABNT NBR ISO/IEC 27001 e a sua versão mais atualizada de 2013, buscou-se relacionar os controles de segurança da informação propostos com as etapas do EDRM. Nossa hipótese é que a análise preventiva pelo modelo EDRM colabora de forma significativa com a identificação de riscos relacionados à segurança da informação. A confiança na efetividade da cobertura/abrangência dos referidos controles de segurança da informação pode ser objetivamente avaliada por meio da perspectiva proporcionada do *e-Discovery*. Assim, atuar na gestão dos riscos sob o enfoque do *e-Discovery* contribui para mitigar perdas financeiras, econômicas e imagéticas decorrentes de possíveis litígios. Segundo a proposta deste trabalho uma organização que tem seu modelo de segurança da informação contraposto ao modelo do *e-Discovery* terá maiores chances de obter as informações necessárias para subsidiar os processos judiciais.

A próxima seção apresenta uma proposta quanto ao uso do *e-Discovery* e a sua relação com os controles de segurança da informação da norma ABNT/ISO.

3. Modelo Proposto e Resultados

O trabalho propõe a utilização do *Electronic Discovery Reference Model* (EDRM, 2014) como modelo para o processo de *e-Discovery*, ferramenta preliminar de identificação de possíveis melhorias no Sistema de Gestão de Segurança da Informação. O conceito EDRM foi descrito por George Socha e Tom Gelbmann, considerados os co-fundadores desse modelo de trabalho.

O modelo de referência divide o processo de *e-Discovery* em seis fases, que podem se desdobrar em uma ou mais etapas (Newton e Johnson, 2014), a saber.

- Governança da Informação: normas, diretrizes, processos, políticas e responsabilização na avaliação, criação, armazenamento, uso, arquivamento e eliminação da informação, para permitir que uma organização atinja os seus objetivos de negócio.
- Identificação: identifica potenciais fontes de informações armazenadas eletronicamente.
- Preservação/Coleta: assegura que as informações armazenadas eletronicamente estão protegidas contra alterações inapropriadas ou destruição, a fim de que sejam coletadas para uso em processos judiciais.
- Processamento/Revisão/Análise: o processamento serve para reduzir o quantitativo de informações coletadas e converter as informações em um formato apropriado. A revisão contribui para avaliar as informações que são relevantes e sensíveis. A análise avalia o conteúdo e o contexto das informações relevantes.
- Produção: preparação das informações armazenadas eletronicamente em mídia para serem submetidas ao processo judicial.
- Apresentação: exposição das informações armazenadas eletronicamente no formato estabelecido entre as partes para validar os fatos ou posicionamento ou, ainda, para persuadir a audiência.

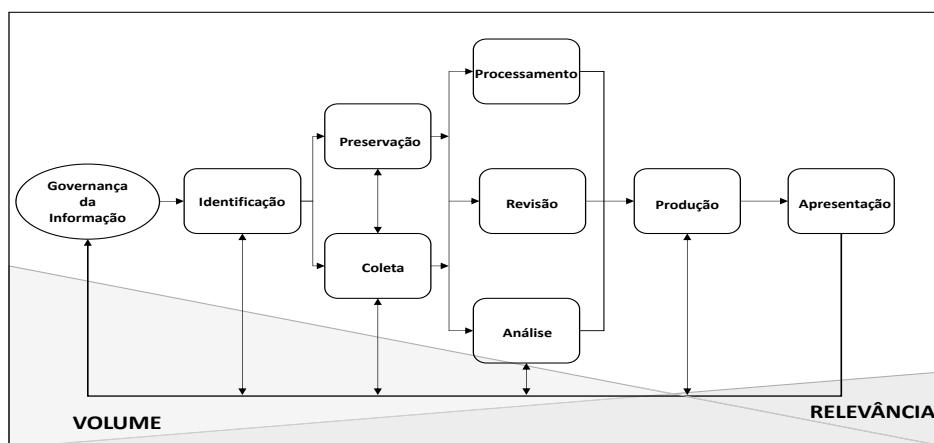


Figura 1. Diagrama do EDRM, 2014, adaptado pelo autor

O diagrama EDRM não é um modelo em cascata e nem deve ser trabalhado de forma linear. Pode envolver algumas etapas, mas não necessariamente todas as etapas das áreas delineadas no diagrama. Além disso, alguns passos podem ser executados em ordem diversa da apresentada.

O diagrama EDRM representa uma visão conceitual do processo de *e-Discovery*. É na verdade um processo iterativo. Pode-se repetir as mesmas etapas várias vezes até que se consiga um resultado desejado. É possível que seja necessário executar fases realizadas anteriormente, refinando sua abordagem para uma melhor compreensão dos dados apresentados.

O EDRM serve também como uma orientação para lidar com situações de litígios, podendo ser utilizado no meio empresarial ou governamental. O modelo possibilita tratar uma grande quantidade de informações e reduzi-la àquelas que são realmente essenciais para o caso judicial. (Phillips et. al., 2013).

Na pesquisa que culminou neste trabalho foi realizada uma análise detalhada das fases e etapas do EDRM e sua relação com os controles do Sistema de Gestão de Segurança da Informação – SGSI, conforme descrito na Norma ABNT NBR ISO/IEC 27001:2013. O trabalho resultante foi condensado na tabela 1, que descreve o potencial de contribuição das etapas do modelo EDRM em relação aos controles de segurança da informação do SGSI. Os valores presentes na tabela 1 são um somatório, resultado das relações encontradas nas etapas do EDRM e os controles de segurança da informação.

A proposta, aqui resumida, permite que uma organização analise como os controles de SGSI se relacionam com o EDRM, apontando para aqueles que podem ter um maior impacto em questões legais. Ao se avançar nas etapas do diagrama do EDRM, a organização deve verificar a existência de determinados controles de segurança da informação, se há necessidade de sua implementação ou, caso já implementados, verificar a necessidade de seu aprimoramento para minimizar riscos associados a eventuais litígios. A tabela 1 resume o resultado deste cruzamento de informações e seus impactos, possibilitando a visualização de quais controles de segurança são mais relevantes no modelo de aplicação do processo de *e-Discovery*.

Tabela 1. Relação do modelo EDRM e os controles de segurança da informação da Norma ABNT NBR ISO/IEC 27001:2013

CONTROLES DE SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO	5 - Política de Segurança da Informação	6 - Organização da Segurança da Informação	7 - Segurança em Recursos Humanos	8 - Gestão de Ativos	9 - Controle de Acesso	10 - Criptografia	11 - Segurança física e do ambiente	12 - Segurança nas Operações	13 - Segurança nas comunicações	14 - Aquisição, Desenvolvimento e Manutenção de sistemas	15 - Relacionamento na Cadeia de Suprimento	16 - Gestão de Incidentes de Segurança da Informação	17 - Aspectos da segurança da informação na gestão da continuidade do negócio	18 - Conformidade
FASES DO MODELO EDRM														
Governança da Informação	3	2	1	2	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
Identificação	6	9	2	12	1	1	2	1	2	1	2	13	1	5
Preservação	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5	0	0
Coleta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
Processamento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
Revisão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0
Análise	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Produção	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0
Apresentação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0

As colunas apresentam os 14 (quatorze) controles sugeridos pela Norma ABNT NBR ISO/IEC 27001:2013 para a melhoria contínua da segurança da informação. As

linhas apresentam as fases do modelo EDRM, conforme disposto na figura 1 - Diagrama do EDRM. No cruzamento entre as linhas e colunas da tabela, buscou-se avaliar a existência ou não de impacto por parte do *e-Discovery* na implantação ou melhoria de controles de segurança da informação. Desta maneira, uma organização interessada em priorizar mecanismos de controle de segurança da informação, pode adotar os cruzamentos na tabela que indicam maior intersecção entre as práticas de controle de segurança da informação e o EDRM. Essa priorização baseada no processo de *e-Discovery* colabora na construção de mecanismos de controle que darão uma maior cobertura de informações digitais relevantes nos casos em que a instituição precise se defender ou acusar judicialmente um terceiro.

Em uma análise crítica da tabela 1, verifica-se que as etapas de Governança da Informação e de Identificação do EDRM são potencialmente mais influentes nos controles de segurança da informação. Observou-se impacto nos controles de Política de Segurança da Informação, Organização da Segurança da Informação, Gestão de Ativos, Segurança nas Operações, Gestão de Incidentes de Segurança da Informação e Conformidade. Já as fases de Governança de Informação e Identificação perpassam pela maioria dos controles de segurança da informação.

Destaque para o controle de Gestão de Incidentes de Segurança da Informação, que tem uma grande importância para as demais etapas do EDRM, como preservação, coleta, processamento, revisão, análise, produção e apresentação. Esse controle contribui de forma significativa para obtenção de informações digitais relevantes tanto para tratar das questões de ordem legal/processual, por meio do processo *e-Discovery*, como também para tratamento de possíveis quebras de segurança da informação dentro da própria organização.

Outro destaque para o controle de Gestão de Ativos, que possui uma quantidade representativa de relações com a fase de Identificação do EDRM. A etapa de Identificação é primordial para o levantamento das fontes de informações relevantes e para o mapeamento dos custodiantes dessas informações. Essa fase requer também a identificação de todos os sistemas legados, sistemas armazenados em nuvem ou em terceiros, sistemas de *e-mails*, *backups* entre outros. De acordo com a norma ABNT NBR ISO/IEC 27001:2013, um dos objetivos da Gestão de ativos é identificar os ativos da organização e definir as devidas responsabilidades pela sua proteção.

A pesquisa permitiu uma nova visão da contribuição do uso do processo de *e-Discovery* em uma organização. A utilização somente do modelo EDRM resultará em informações relevantes que serão utilizadas no âmbito do poder judiciário. Assim como o uso somente dos controles de segurança da informação garante a preservação da confidencialidade, integridade e disponibilidade da informação. Quando se unificam, o resultado primário é a priorização na implementação dos controles da Segurança da Informação com foco na disponibilização de informações íntegras, confiáveis e que sejam relevantes para a organização, podendo obter resultados secundários positivos, conforme demonstrado na figura abaixo.

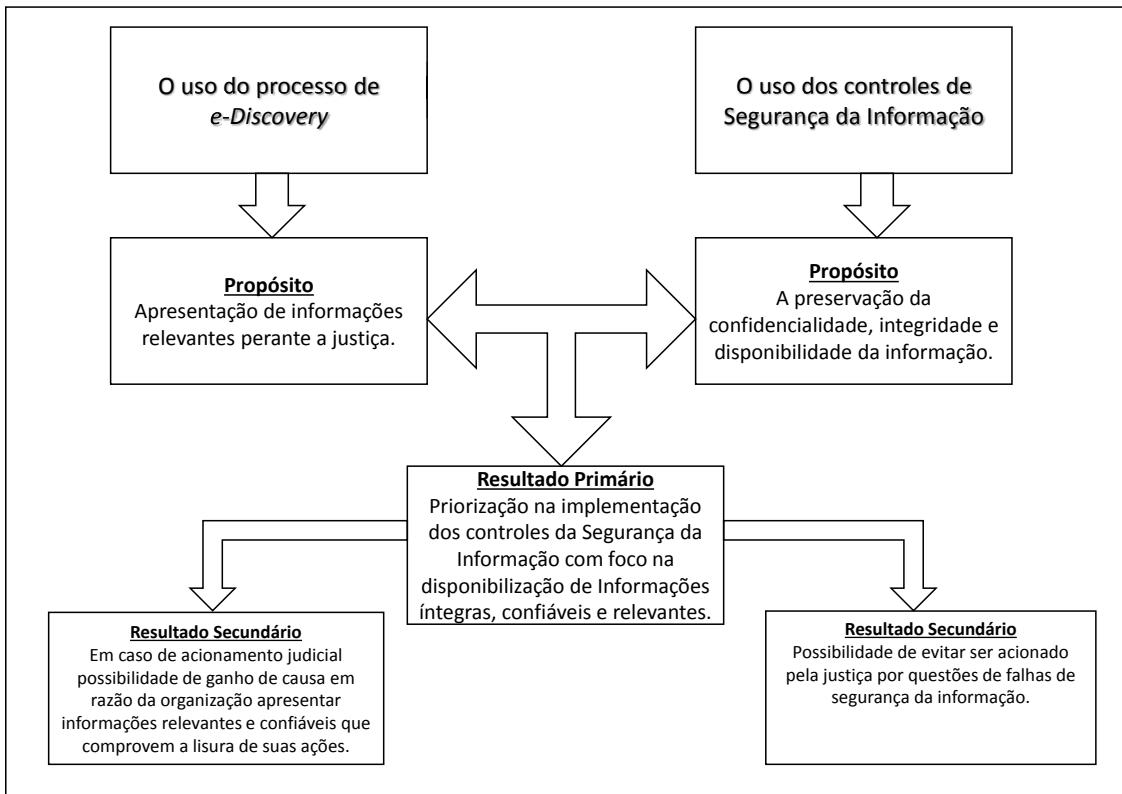


Figura 2. Esquema resumo, autor, 2016

4. Conclusão

O processo *e-Discovery* lida com questões legais, sendo utilizado em litígios entre organizações privadas e ou governamentais, como forma de produção de evidências eletrônicas coletadas e selecionadas de documentos digitais, *e-mails*, imagens, banco de dados, etc. As evidências “descobertas” podem servir como elemento de prova no processo judicial. Este trabalho buscou identificar potencial impacto do modelo EDRM nos controles da norma ABNT NBR ISO/IEC 27001:2013. Avaliou-se o *e-Discovery* sob a perspectiva de facilitador para implementação dos controles de segurança da informação. Observou-se que muitas de suas etapas apresentam características que podem contribuir com a priorização e implementação dos controles de um Sistema de Gestão de Segurança da Informação.

O estudo em pauta nos permite concluir que a organização, que optar em fazer uso do processo de *e-Discovery* para produção de evidências digitais, obterá vantagens e condições favoráveis se já estiver fazendo o uso dos controles de segurança da informação. O contrário também é subentendido, quando os controles de segurança não existem ou estão implementados de forma precária, a organização estará suscetível a envadir um grande esforço financeiro e operacional no processo de *e-Discovery*, e mesmo assim sem garantias de lograr sucesso na obtenção de informações relevantes para atendimento do processo legal. Este trabalho identificou 06 (seis) controles de segurança da informação do Sistema de Gestão de Segurança da Informação, dentre os 14 (catorze) existentes, aqueles que possuem maior potencial de colaboração com o modelo EDRM. Ao adotar a priorização dos controles como proposto neste artigo, uma organização terá maiores chances de mitigar possíveis perdas em decorrência de uma

eventual ação judicial, tendo em vista que a priorização dos controles contribuirá no tratamento adequado das informações potencialmente relevantes perante à Justiça. Desta forma, a utilização preventiva do modelo EDRM apontará quais dados são mais críticos do ponto de vista jurídico, servindo como requisitos de implementação dos controles de segurança da informação.

Em relação a trabalhos futuros, seguem algumas possibilidades:

- Avaliar como a priorização proposta dos controles de segurança da informação coincidem com os controles implementados por determinado segmento da organização;
- Quantificar a diferença de esforço para atender determinado caso de *e-Discovery*, considerando dois cenários possíveis: um que tenha os controles priorizados implementados e outro sem implementação de controles; e
- Refinar o uso do processo *e-Discovery* concomitante aos controles de segurança da informação da norma ABNT NBR ISO/IEC 27001:2013 em contextos novos, principalmente quando externos ao ambiente de dados da instituição, como redes sociais, armazenamento em nuvem, dispositivo móveis, internet das coisas, enfim, diferentes tipos de tecnologias que estão sendo lançados constantemente.

5. Referências

- ABNT NBR ISO/IEC 27001:2013. (2013). “Tecnologia da Informação – Técnicas de segurança – Sistemas de gestão da segurança da informação – Requisitos”, ABNT - Brasil.
- Casey, E. (2011). “Digital evidence and computer crime: Forensic science, computers, and the internet”, Academic press.
- Duke Law. (2016). “EDRM”, edição 33, Center for Judicial Studies – Durham, NC – Estados Unidos, <https://law.duke.edu/judicialstudies/edrm/>, Novembro.
- Kah, L. T. (2014). “E-Discovery of electronically stored information in commercial litigation”, Journal of Computer Law & Security Review, volume 30, nº 2, Abril de 2014, p. 171 – 178, published by Elsevier Ltd.
- Newton, D. C. and Johnson, A. (2015). “E-Discovery Nuts and Bolts: The Essentials of Electronic Discovery for Healthcare Professionals”, eDiscovery Healthcare Solutions, LLC.
- Phillips, A., et al. (2013). “E-Discovery: An Introduction to Digital Evidence”, Estados Unidos: Course Tecnology, Cengage Learning.
- Vines, T. (2016). “E-Discovery Operations: Tactical considerations for defensible eDiscovery”, Sans Institute InfoSec Reading Room.

Análise Qualitativa dos modelos T-Shaped e C.H.A.

Qualitative analysis of T-Shaped and K.S.A models

Antonio Carlos da Silva¹, Ivanir Costa², Ernani Marques da Silva³, Marcos Vinicius Cardoso⁴

Universidade Nove de Julho - UNINOVE, Programa de Pós-Graduação em Informática e Gestão do Conhecimento
Rua Vergueiro, 235/249, Liberdade - São Paulo/SP – Brasil

^{1 3} Universidade Nove de Julho (mestrando em Informática e Gestão do Conhecimento), São Paulo, Brasil.

² Universidade Nove de Julho (doutor em engenharia de produção e professor permanente do programa de pós-graduação de Informática e Gestão do Conhecimento), São Paulo, Brasil.

⁴ Universidade Nove de Julho (doutor em administração e professor permanente do programa de pós-graduação de Informática e Gestão do Conhecimento), São Paulo, Brasil.

acarsil@gmail.com¹, icosta11@live.com.br², ernani@athem.net.br³,
mvcardoso@uni9.pro.br⁴

Resumo. O objetivo deste trabalho é desenvolver uma análise comparativa entre o modelo C.H.A. (conhecimento, habilidade e atitude), ferramenta utilizada pelas empresas para medir a competência de um profissional de mercado, aplicado em todas as áreas de conhecimento, e o modelo T-SHAPED, que trata as habilidades em forma de T e que descreve um profissional com competências verticais profundas em uma área específica e as suas competências horizontais mais amplas.

Abstract. The objective of this work is to develop a comparative analysis between the model K.S.A. (knowledge, skills and attitude), a tool used by companies to measure the competence of a market professional, applied in all areas of knowledge, and the T-SHAPED model, which deals with the T-shaped skills and describing a professional with deep vertical expertise in a specific area and its wider horizontal competencies.

Áreas temáticas. Gestão do conhecimento, Gestão de sistemas de informação, Gestão de tecnologia da informação, Análise qualitativa, conhecimento, habilidades, atitudes e competências

1. Introdução

Nos dias atuais a realidade do mercado de trabalho é completamente diferente ao de antigamente quando, um currículo com várias páginas, certificados e diplomas, eram garantia de que o contratante acabará de encontrar o profissional com competência para produzir bons resultados, durante o tempo que prestará seus serviços.

Percebendo isso, os departamentos de recursos humanos das empresas utilizam ferramentas e modelos para identificar os profissionais que possuam as competências necessárias para se desenvolver e que possam ter uma atuação eficaz e eficiente em suas áreas de atuação.

Segundo Fleury (2000), o conceito de competência é pensado como um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes (isto é, conjunto de capacidades humanas) que justifica um alto desempenho, acreditando-se que os melhores desempenhos estão fundamentados na inteligência e personalidade das pessoas.

Fleury (2000) afirma também que, embora o foco de análise seja o indivíduo, a maioria dos autores americanos dessa temática sinaliza a importância de se alinharem as competências às necessidades estabelecidas pelos cargos ou posições existentes nas organizações.

Este artigo tem como objetivo realizar uma análise qualitativa entre o modelo C.H.A. e o modelo T-Shaped, ferramentas utilizadas para medir a competência.

A capacidade de inovação da organização está relacionada ao índice de conhecimento, habilidades e atitudes dos respectivos colaboradores conforme demonstrado por Länsisalmi, Mika e Marko (2004); e a capacidade de inovação da organização está relacionada ao crescimento da organização ao longo prazo conforme citado em Yang (2012).

2. Metodologia

O método de pesquisa empregado neste estudo foi a pesquisa bibliográfica por meio de livros, artigos em periódicos e eventos científicos nacionais e internacionais de elevada expressão, bem como dissertações e teses de Programas de Pós-graduação de cursos de grande reputação. Segundo Vianna (2001) a pesquisa bibliográfica é especialmente útil quando o pesquisador busca “proporcionar o avanço em um campo do conhecimento, sendo preciso primeiro conhecer o que já foi realizado por outros pesquisadores e quais são as fronteiras do conhecimento naquele campo”.

Lakatos e Marconi (2010) defendem que a pesquisa bibliográfica realizada é indispensável para a delimitação do problema e para propiciar a obtenção de uma ideia mais precisa sobre o estado atual dos conhecimentos sobre um tema em especial, sobre suas lacunas e acerca da contribuição da investigação para o desenvolvimento do conhecimento.

Como evolução da temática abordada, será desenvolvida a comparação dos modelos teóricos (C.H.A. e T-Shaped) com os tipos de avaliações executadas no mercado profissional brasileiro.

3. Fundamentação Teórica

Segundo Gramigna (2002), a competência é um termo usado para designar repertórios de comportamentos e capacitações que algumas pessoas ou organizações dominam melhor que outras, fazendo-as eficazes em uma determinada situação. Para Leme (2005) competência é um conjunto de Conhecimentos, Habilidades e Atitudes, que afetam a maior parte do trabalho de uma pessoa, e que se relacionam com seu desempenho no trabalho.

No dicionário Aurélio a competência é definida como qualidade de quem é capaz de apreciar e resolver certo assunto, fazer determinada coisa, capacidade, habilidade, aptidão e idoneidade.

Para algumas empresas a ideia de competência é vista como atribuição definida no dicionário Aurélio como responsabilidade própria de um cargo ou função, “competência”, prerrogativa.

3.1 Modelo C.H.A.

Segundo Durand (1998; 1999, apud Vieira, 2002) a competência pode ser representada por três pilares correlacionados resumidos no acrônimo C.H.A. (Conhecimentos, Habilidades e Atitudes). Para McClelland (1973), a competência baseia-se nos conhecimentos, nas habilidades e nas atitudes que uma pessoa possui.

Segundo Nonaka e Takeuchi (1997), o conhecimento é um processo dinâmico de justificação da crença pessoal com relação à verdade. Dessa perspectiva, destacam a importância de se gerar crenças, compromissos, situações e interações apropriadas nas organizações, para que as informações sejam convertidas em conhecimento e possam circular livremente. Gerir o conhecimento numa organização, pois, implica em criar um ambiente de aprendizagem contínuo, e quando isso acontece estabelece-se as condições para que sejam desenvolvidas as competências profissionais.

A junção das três iniciais (C.H.A.) é tudo o que uma função ou cargo de uma empresa exige de um profissional para que o serviço ou produto seja bem administrado e de boa qualidade. No entanto, tais atribuições precisam estar bem definidas e atualizadas. Rabaglio (2001) define significados para cada letra do acrônimo C.H.A, apresentado a seguir:

- A letra ‘C’ representa o conhecimento e refere-se ao saber. É o que é aprendido nas áreas acadêmicas e nas literaturas. Toda informação absorvida, assimilada e acumulada no decorrer da vida, causando impacto sobre seus julgamentos ou comportamento.
- A letra ‘H’ representa a habilidade, que é o saber fazer, é a aplicação de forma produtiva de todos os nossos conhecimentos do dia-a-dia.
- A letra ‘A’ representa atitude, ou seja, o comportamento humano ou tipo de conduta assumida pela pessoa em situações distintas e na sociedade, ou seja, representa as emoções, os valores e os sentimentos das pessoas – o querer fazer.

A competência também pode ser dividida em técnica e comportamental. Competência técnica é o que o profissional ou colaborador precisa saber para desempenhar sua função. Já competência comportamental é tudo que o profissional precisa demonstrar como seu diferencial competitivo, gerando impacto em seus resultados finais. Criatividade, flexibilidade, planejamento e liderança são exemplos desse tipo de competência. A Figura 1 sintetiza a proposta de Rabaglio (2001).

O CHA da Competência		
CHA		
C	H	A
CONHECIMENTO	HABILIDADE	ATITUDE
Conhecimentos adquiridos de maneira formal ou não, pela leitura, estudos, aulas, etc.	Prática, e aplicação dos conhecimentos na prática. Como e onde usar os conhecimentos	Postura e comportamento diante do conhecimento e a habilidade
SABER	SABER FAZER	QUERER FAZER

Figura 1: Dimensões da competência e seus significados
Fonte: Rabaglio (2001)

3.2 Modelo T-Shaped

O conceito T-Shaped é utilizado no mundo corporativo desde a década de os anos 1990, e foi mencionado pela primeira vez por Guest (1991) num artigo discutindo o futuro dos postos de trabalho com computador.

Em seguida foi defendido por Brown (2010), CEO da empresa de design IDEO, como uma abordagem para contratar o talento certo para construir equipes interdisciplinar com capacidade de resolver as demandas que surgem repentinamente, em decorrência das mudanças de mercados e cenários.

Lee e Choi (2003) definem T-Shaped como a habilidade profunda (a barra ‘|’ vertical do ‘T’) e ampla (o traço ‘-’ horizontal do ‘T’), ou seja, seus possuidores podem explorar domínios de conhecimento específicos e suas diversas aplicações em produtos específicos.

Por exemplo, pessoas com habilidades em forma de T não só têm um conhecimento profundo de uma disciplina (como engenharia de software), mas também sabem como sua disciplina interage com outras disciplinas (tal como modelagem de banco de dados).

Hansen e Oetinger (2001) sugerem que os profissionais T-Shaped compartilhem conhecimento livremente em toda a empresa (efetivando a parte horizontal do ‘T’) e mantendo-se empenhados em unidades de negócios individuais (realizando a parte vertical do ‘T’).

Na área acadêmica Brooks (2012) discorre que um grande desafio para as universidades está no fato de que o tema exige T-shaped professionals (profissionais com o perfil ‘T’), ou ainda, o ‘especialista generalista’.

No caso, a barra horizontal do ‘T’ é a formação básica, que deve ser suficientemente ampla para que o profissional desenvolva as habilidades para influenciar pessoas, atuar em equipes multidisciplinares, vislumbrar oportunidades e encontrar soluções para problemas complexos.

Em complemento, Kos (2015) afirma que a habilidade vertical significa ser bom em algo que muitas pessoas do mercado não são, ou seja, ser bom em alguma coisa em que a demanda é alta, porém a mão-de-obra ainda é rara.

Ou seja, é a combinação das duas características, conforme demonstrado na Figura 2, sendo um especialista em algum tema específico e um generalista em outros temas, gerando assim uma poderosa combinação capaz de fornecer um maior valor sobre os serviços executados por este tipo de profissional.

Para um maior esclarecimento da habilidade em T, pode-se destacar a ideia das pequenas equipes ágeis e multidisciplinares (cross-functional e self-organizing) aplicadas ao desenvolvimento de software.

Conclui-se então que todos os membros precisam ter algumas competências específicas, mas todos os membros também precisam de competências gerais que lhes permitem entregar tudo por si mesmos e trabalhar em conjunto de forma eficiente.

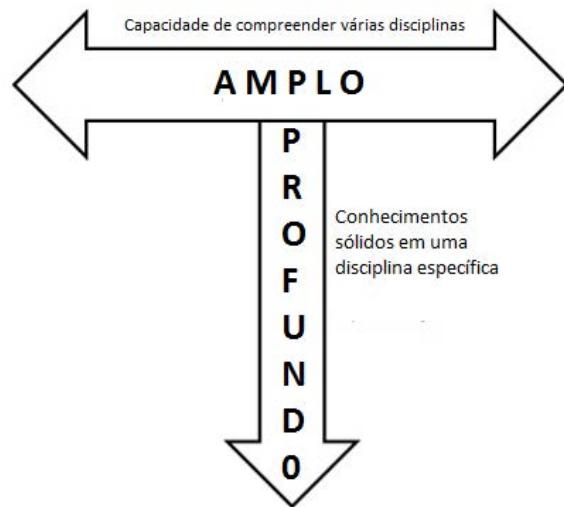


Figura 2: Competência T-Shaped
 Fonte: Adaptado de Kenneth e Innolution (2012)

3.3 Comparativo Modelo C.H.A. X Modelo T-Shaped

A seguir, a figura 3 demonstra em forma de quadro comparativo, como os dois modelos se parecem na forma de avaliar a competência de um profissional de mercado.

Note que o T-Shaped definido como amplitude do conhecimento e domínio e profundidade teórico e experiencial está integralmente ligado ao Conhecimento do modelo CHA, desconsiderando os pilares habilidade e atitude.

CHA: Referenciais utilizados para mensurar a competência de uma pessoa		T-SHAPED: Amplitude do Conhecimento / Domínio e profundidade teórico e experiencial
Conhecimento	InSTRUÇÃO, tecnologia, treinamento	Eterno aprendiz Solucionador de problemas Analítico Colaborativo Por um Mundo Melhor Empatia
Habilidade	Lógica, idiomas, abstração, dedução	
Atitude	Iniciativa, criatividade, coerência, transparência	

Figura 3: Comparativo CHA x T-Shaped
 Fonte: Autores do artigo

Não foi encontrada evidência, na pesquisa bibliográfica, de que um modelo seja mais eficiente ou eficaz em relação ao outro. De todo modo, pode-se concluir que ambos podem funcionar de maneira compartilhada ampliando a possibilidades da avaliação mais alinhada às necessidades organizacionais quando se pensa no quesito seleção de profissional de mercado. Os modelos podem ser utilizados, também, não no quesito de seleção de profissional adequado à posição vaga na organização, mas como ferramentas que ajudam na delinearção de uma carreira seja para o profissional identificar seus próprios *gaps* (lacunas) ou para um superior ajudar seu colaborador na definição de um plano de crescimento; todavia esse auxílio necessite ser efetuado com acompanhamento de um profissional qualificado e experiente na área de recursos humanos.

Assim, há implicações gerenciais positivas para os gestores de áreas ao ajudar a equipe, quanto para definir *gaps* importantes na própria área e como sobrepujá-los através de planos de ação através da utilização dos modelos de maneira combinada. Por outro lado, na academia, existe a possibilidade efetiva da utilização dos modelos em âmbito empresarial de forma a comparar resultados, *gaps* e diferenças entre possíveis planos de melhoria de competências e habilidades. Um ponto a ser destacado, para ambos os modelos, é a questão da atitude que vai bem além questões de lacunas de conhecimento ou técnica. Ultrapassar lacunas técnicas é mais simples, em termos, que ultrapassar lacunas relacionadas à atitude do profissional.

4. Referências

- Brown, T. (2010) T-Shaped Stars: The Backbone of IDEO's Collaborative Culture – Disponível em: <http://chiefexecutive.net/ideo-ceo-tim-brown-t-shaped-stars-the-backbone-of-ideo-and-collaborative-culture>. Acessado em: 10/04/2016
- Durand, T. (1998). "Forms of incompetence", in Fourth International conference on Competence-Based Management. Oslo: Norwegian School of Management.
- Durand, T. (1999) L'alchimie de la compétence. Revue Française de Gestion. n.127.
- Fleury, A. C. C. (2000) Fleury, M. T. L. Estratégias empresariais e formação de competências. São Paulo: Atlas, 2000
- Guest, D. (1991) The Hunt is on for the Renaissance Man of Computing, London: The Independent.
- Gramigna, M. R. (2007) Modelo de Competências e Gestão dos Talentos. 2a. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- H. Lee, B. Choi (2003) Knowledge Management Enablers, Processes, and Organizational Performance: An Integrative View and Empirical Examination, Journal of Management Information Systems, 20:1, p. 179-228.
- Hansen, M. T; Oetinger, Bolko V. (2001) Introducing T-shaped managers. Knowledge management's next generation, Harvard Business Review. p. 107 – 116.
- Kos, Blaz (2016) Career & Work, 2015 - T-shaped skills in every area of your life on <http://agileleanlife.com/t-shaped-skills-every-area-life>. Acessando em 22/03/2016.
- Lakatos, E. M.; Marconi, M. A. (1985) Fundamentos de Metodologia Científica. São Paulo. Ed. Atlas.
- Länsisalmi, H, Mika K., e Marko E. (2004) "Is underutilization of knowledge, skills, and abilities a major barrier to innovation?." Psychological reports 94.3, p. 739-750.
- Leme, Rogério. Aplicação prática de gestão de pessoas: mapeamento, treinamento, seleção, avaliação e mensuração de resultados e treinamento. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.
- McClelland, D. C. (1973) Testing for competence rather than for "intelligence." American Psychologist, 28, 1-14.
- Nonaka, Ikujiro; Takeuchi, Hirotaka. (1997) Criação de conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação. Rio de Janeiro: Campus.
- Rabaglio, M. O. (2001) Seleção por Competências. 2ª edição – Editora: Educator, São Paulo.
- Vianna, Ilca Oliveira de Almeida. Metodologia do trabalho científico. São Paulo: E.P.U., 2001.

Modelos substitutos via transformada *wavelet* para algoritmos genéticos de dois níveis

A Surrogate-Based Two-Level Genetic Algorithm Optimization through Wavelet Transform

Marilda Fatima de Souza da Silva¹, Aparecida de Fatima Castello Rosa², Fabio Henrique Pereira³

^{1,2,3} Universidade Nove de Julho – UNINOVE (Programa de Pós-graduação em Informática e Gestão do Conhecimento da Universidade Nove de Julho, PPGI/UNINOVE)

Avenida Francisco Matarazzo nº 612 – 2.º andar Prédio A, Bairro Água Branca, São Paulo (SP), Brasil (CEP: 05001-100)

¹marilda.silva@uni9.pro.br, ²afc.rosa@uninove.edu.br,
³fabiohp@uni9.pro.br

Resumo. Abordagens de otimização de dois níveis usam um modelo substituto (*surrogate model*) do modelo original (*fine model*) a fim de acelerar o processo de otimização e reduzir o custo computacional, mas continuam custosas para problemas de grande porte. O principal objetivo foi explorar as características de aproximação e eficiência numérica das funções wavelet para definir um subespaço aproximado (*coarse model*). A transformada wavelet foi usada para criar um *coarse model* em um Algoritmo Genético (AG), o qual foi aplicado a um conjunto de problemas benchmark. Esse método impediu a convergência para mínimos locais e se mostrou mais eficiente quando comparado a abordagens baseadas na Análise de Componentes Principais (do inglês, PCA).

Abstract. Two level optimization approach use a surrogate model of the fine model in order to speed up the optimization process and reduce the computational cost, but still expensive for large problems. The main objective was to explore the approximate characteristics and numerical efficiency of wavelet functions to set a model coarse. The wavelet transform was used to create a coarse model in a Genetic Algorithm (GA) which has been applied to a set of benchmark problems. This method prevented the convergence to local minima and was more efficient when compared to approaches based on Principal Component Analysis (PCA).

Áreas temáticas: Simulação computacional, Inteligência computacional

1. Introdução

A aplicação de simulação e otimização computacional em problemas de engenharia possui um elevado custo, então, o uso de abordagens baseadas em modelos substitutos (*surrogate model*) tem sido muito utilizado (Couchuyt et al., 2010; Lebensztajn et al., 2004; Ogurtsov e Koziel, 2012). Um *surrogate model* é uma aproximação matemática

ou física do problema original, que pode ser criado com base em informações obtidas com um modelo mais refinado do problema (*fine model*).

Em geral, o *surrogate model* é mais simples e menos preciso do que a o *fine model* ou um modelo de simulação. O *surrogate model* é análogo ao *fine model* e pode ser computacionalmente menos oneroso para problemas de otimização que envolvem um grande número de parâmetros, principalmente nos casos de métodos metaheurísticos, que requerem várias execuções repetidas do modelo (Lebensztajn et al., 2004).

Diversos algoritmos de dois níveis têm sido propostos para acelerar a resolução desses problemas usando combinações de *fine model* e *coarse model* (Crevecoeur et al. 2008, 2010; Pereira et al. 2014). Em geral, o *coarse model* é criado como uma aproximação do *fine model* em um subespaço apropriado que muitas vezes é computacionalmente mais barato para avaliar. O sucesso destas abordagens tem motivado mais estudos para melhorar os pontos fracos.

Em Pereira et al. 2014, por exemplo, foi utilizado Algoritmo Genético (AG) de dois níveis com Análise de Componentes Principais (do inglês, PCA) para mapear o subespaço do problema com a criação de um *coarse model* global. O *coarse model* deve ser construído apenas uma vez, mas requer o cálculo da matriz de covariância de um conjunto de valores de parâmetros e seus autovalores e autovetores.

Portanto, este trabalho propõe a exploração das características de aproximação e eficiência numérica das funções *wavelet* para definir um *coarse model* para abordagens de otimização com dois níveis.

2. Transformada *Wavelet*

A transformada *wavelet* é um procedimento matemático para decompor uma dada função em componentes de diferentes escalas. Estas operações têm como objetivo representar uma família de funções de base ortogonais no espaço real para funções quadráticas integráveis $L^2(R)$, na qual o símbolo R representa o conjunto dos números reais (Jensen and Cour-Harbo, 2001).

No caso discreto $1 - D$, a função é representada como um vetor e o procedimento é realizado usando amostras de funções discretas *wavelet*. Portanto, a partir de um vector x no conjunto R^N , dois conjuntos são gerados: 1) um conjunto de detalhes coeficientes x_d e 2) um conjunto de coeficientes de aproximação x_a , ambos no conjunto $R^{N/2}$. Em $2 - D$, este procedimento é aplicado nas linhas e colunas de uma matriz e, em ambos os casos, $1 - D$ e $2 - D$, os coeficientes de aproximação representam uma versão aproximada dos dados originais.

Existem basicamente três formas para representar uma transformada *wavelet*: 1) forma de equação (*lifting*); 2) forma de filtro (banco de filtros); e 3) forma matricial. Aqui, a transformada *wavelet* é aplicada na forma de equação, que é a mais adequada para implementações multinível, devido a algumas vantagens desta técnica em relação a transformada *wavelet* clássica, como o menor requisito de memória e um número reduzido de operações de ponto flutuante (Sweldens, 1996).

Algebricamente, a transformada discreta *lifting* decompõe o espaço original em dois subespaços V e W , de tal forma que V é o subespaço aproximado. Se V é uma base do subespaço V , o vetor de coeficientes de aproximação é obtido por $x_a = V^T x$. Assim, o

lifting define um subespaço $(N/2)$ -subespaço dimensional, que contém uma aproximação esparsa de um conjunto de dados em R^N .

3. Rede Neural Artificial

A Rede Neural Artificial (RNA) pode ser definida como um conjunto de métodos matemáticos e algoritmos computacionais desenvolvidos para simular o processo de manipular informações e aquisição de conhecimento inspirado no cérebro humano. A RNA tem alguns elementos básicos, tais como os neurônios artificiais, sinapses, pesos neurais e funções de transferência (Haykin, 1999).

As RNAs são amplamente utilizadas como uma técnica universal para aproximar funções, reconhecimento e classificação de padrões, sistemas de otimização, entre outras aplicações (Bukharov and Bogolyubov, 2015; Pereira et al. 2014; Zahedi and Rounaghi, 2015). Esta técnica é especialmente atraente para o tratamento de problemas que envolvem relações complexas entre as variáveis de entrada e de saída, porque não é necessário nenhum conhecimento prévio de relações matemáticas entre estas variáveis.

Cada variável de entrada para um determinado problema é apresentada para a RNA por meio da camada de entrada, e para cada variável de entrada existe um valor associado, conhecido como peso sináptico. Estes pesos são medidos por uma função de ativação e, dependendo dos seus valores, a saída assume um determinado valor. As funções de ativação sigmoides são as mais utilizadas em problemas não-lineares.

No que diz respeito a capacidade de aprendizagem de uma RNA, esta pode ser basicamente de dois tipos: 1) não supervisionada e 2) supervisionada. A regra supervisionada aplica-se quando a saída desejada para um determinado conjunto de valores de entradas associadas a estas saídas é conhecida; ela é amplamente aplicada a problemas nos quais é necessário aprender a função de transferência entre as variáveis de entrada e variáveis de saída.

Há também diferentes arquiteturas de RNA, as quais são pré-definidas dependendo do tipo de problema a ser resolvido (Haykin, 1999). Entre as mais comuns tem-se a rede perceptron multicamada (*Multilayer Perceptron Network* - MLP), que tem uma aplicabilidade particular na aproximação de funções não-lineares. Este tipo de rede utiliza um algoritmo de aprendizado supervisionado conhecido como *backpropagation*.

4. Algoritmo Genético

Os fundamentos teóricos do AG foram apresentados por (Goldberg, 1989), com a ideia de imitar o processo evolutivo que ocorre com os organismos biológicos na natureza. Embora existam vários modelos dentro desta área, todos eles compartilham os mesmos fundamentos baseados em conceitos de seleção, mutação e reprodução, que são geralmente chamados de operadores genéticos. O AG apresenta aspectos peculiares em relação a outros métodos de otimização, que serão brevemente apresentados a seguir.

4.1. População e sua representação

O AG trabalha com um conjunto de soluções potenciais conhecidas como população, que é normalmente escolhida estocasticamente na inicialização (Goldberg, 1989). Estas soluções potenciais são codificadas como uma sequência (*string*) de comprimento fixo chamado de cromossomo. Existem várias formas de representar soluções. Uma delas é a

representação binária, na qual um vetor de elementos binários (0 ou 1) representa os valores da solução.

4.2. Função de Avaliação

Para cada iteração (geração), uma avaliação dos cromossomos é realizada utilizando uma função de aptidão (fitness) para atribuir um valor de fitness para cada solução potencial. O valor fitness deve representar a qualidade da solução, que é tipicamente definida em relação à população atual, e é utilizado para classificar os membros da população para fornecer um tipo de limite de probabilidade para a operação de reprodução. A função de aptidão pode ser uma função matemática, um experimento, um modelo de simulação, ou um *surrogate model*.

4.3. Operadores Genéticos

A reprodução é o ponto-chave em que a evolução ocorre. Novos cromossomos são produzidos recombinando (*crossover*) os antepassados mais aptos selecionados, os quais eventualmente passam por um processo chamado de mutação.

A operação de seleção permite que os melhores cromossomos dentro da população, tenham mais oportunidade para gerar novas soluções possíveis. Os operadores genéticos de *crossover* e mutação têm, respectivamente, a tarefa de permitir a interação entre cromossomos da população e manter a diversidade no interior do conjunto de possíveis soluções para o problema.

5. Algoritmos Genéticos de dois níveis

Em suma, a proposta do AG de dois níveis usa uma combinação de um *coarse model* e um *fine model* no processo de otimização. A população de soluções candidatas do AG é evoluída em algumas gerações com o *fine model*. Espera-se que depois de algumas gerações iniciais as soluções candidatas estejam distribuídas em regiões próximas ao ponto ótimo e retenham uma parte da informação sobre a variação da função.

Após essas gerações iniciais, as soluções candidatas são projetadas no subespaço utilizando-se algum procedimento como, por exemplo, a transformada *wavelet*. As soluções candidatas são expressas em um subespaço de menor dimensão, no qual a avaliação das soluções pode ser computacionalmente mais eficiente.

Então, os dados projetados, associados aos valores originais de aptidão, são utilizados para treinar um modelo de rede neural, o *coarse model*, que é aplicado para avaliar soluções em um novo processo de evolução nesse subespaço. A este processo dá-se o nome de correção da solução no subespaço.

Ao final, a última população obtida no processo de correção é transferida de volta ao espaço original, no qual algumas gerações do AG são realizadas para refinar as melhores aproximações da solução. O procedimento de otimização de dois níveis descrito é ilustrado na Figura 1.

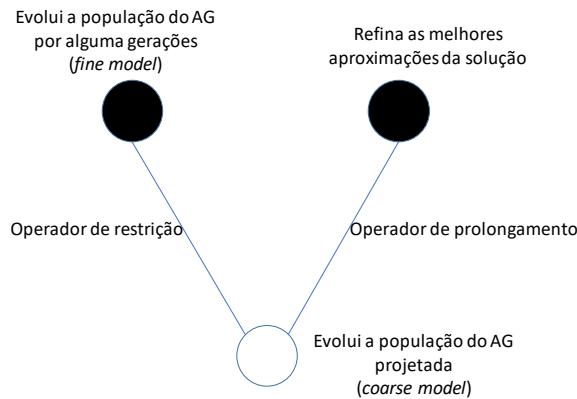


Figura 1. Procedimento de otimização dois níveis

6. Materiais e Métodos

A abordagem proposta do Algoritmo Genético de dois níveis com transformada *wavelet* (DTGA, do inglês *Discrete Wavelet Transform Genetic Algorithm*) foi aplicada a um conjunto de problemas de referência, que estão descritos no Quadro 1.

Um AG em MATLAB R2011a foi utilizado com os seguintes parâmetros: 100 gerações; tamanho da população 100; 0,9 de cruzamento; e taxa de mutação 0,05.

Para fins de comparação, o número de gerações no DTGA para a função Hartmann 6 é o mesmo usado em Pereira et al. (2014): $\nu_1 = 10$, $\nu_2 = 10$, e $\nu_3 = 5$. Os valores desses parâmetros para funções Schwefel e Griewank foram 50, 20, e 10, respectivamente. Foi adotada a representação binária (0 ou 1).

Quadro 1 - Detalhes dos Problemas Benchmark

	Parâmetros	Valores
Hartmann 6	Número de variáveis	6
	Domínio de escolha	$0 < x_i < 1$, $i = 1, \dots, 6$
	Número do mínimo local	2 no intervalo especificado
	Mínimo global	$x^* = (0.2017, 0.1500, 0.4769, 0.2753, 0.3117, 0.6572)$
	Valor ótimo	$f(x^*) = -3.3224$
Schwefel (modified)	Número de variáveis	6
	Domínio de escolha	$-5.0 < x_i < 5.0$, $i = 1, \dots, 6$
	Número do mínimo local	vários mínimos locais
	Mínimo global	$x^* = (1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0)$
	Valor ótimo	$f(x^*) = 1.0$
Griewank	Número de variáveis	6
	Domínio de escolha	$-10.0 < x_i < 10.0$, $i = 1, \dots, 6$
	Número do mínimo local	vários mínimos locais
	Mínimo global	$x^* = (0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0)$
	Valor ótimo	$f(x^*) = 0.0$

Os problemas de referência são funções teste multimodais para otimização global sem restrições, que têm vários mínimos locais que dificultam a convergência para o valor ótimo global (Jamil and X. S. Yang, 2013).

O DWTGA tem os mesmos componentes que quaisquer métodos de dois níveis semelhantes. Os componentes básicos para operá-lo estão descritos como:

✓ **Surrogate model**

O algoritmo de dois níveis usa uma combinação de um *coarse model* e um *fine model* no processo de otimização. Aqui, o *fine model* e *coarse model* são definidos como modelos de regressão MLP baseados na amostragem de um conjunto experimental de pontos. O *fine model* foi criado usando um conjunto de 800 amostras (60% para o treinamento do modelo e de 40% para validação e teste) obtidas seguindo o método de planejamento fatorial do hipercubo Latino (Xu, 2004). O *coarse model* foi criado com base em avaliações de um conjunto dos melhores indivíduos do AG (conjunto elite) pelo *fine model*.

✓ **Operadores de Restrição e Prolongamento**

A população de soluções candidatas do AG é evoluída por algumas gerações no *fine model*, para reter uma parte da informação sobre a variação da função.

Após estas gerações iniciais, as soluções candidatas são projetadas para o subespaço de aproximação V . A aplicação do operador de restrição V^T do lifting é algebricamente definida usando a forma de equação como indicado no Procedimento 1, para transformada *wavelet* de Daubechies, na qual s representa uma aproximação do indivíduo S do AG, ou seja, $s = V^T S$.

Procedimento 1

For $n = 1, \dots, N/2$ do

$$s[n] = S[2n] + \sqrt{3}S[2n + 1]$$

$$d[n] = S[2n + 1] - 1/(4\sqrt{3}s[n]) - 1/4(\sqrt{3} - 2)s[n - 1]$$

$$s[n] = s[n] - d[n]$$

$$s[n] = \sqrt{3} - 1/\sqrt{2}s[n]$$

End do

A transformada *wavelet* identifica os padrões em um indivíduo do AG e o expressa em um subespaço com metade da dimensão do espaço original, em que a avaliação da aptidão é computacionalmente mais barata.

As aproximações dos indivíduos do AG são usadas para treinar a rede neural artificial no *coarse model*, que é usada em um novo processo de evolução no AG. No final, o inverso da transformada *wavelet* é aplicada para trazer as melhores soluções de volta para o espaço original.

✓ **Procedimentos de otimização no *fine level* e *coarse level***

As definições dos parâmetros para o DWTGA são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Definição dos parâmetros no espaço original (*fine level*) e no subespaço *wavelet* (*coarse level*)

<i>fModel</i>	Modelo Rede Neural no <i>fine level</i>
<i>v</i> ₁	Número de gerações na primeira evolução do <i>fine level</i>
<i>fEliteSet</i>	Última população após <i>v</i> ₁ gerações
<i>fBest</i>	Melhor solução no <i>fine level</i>
<i>fFitness</i>	Valores de aptidão dos indivíduos em <i>fEliteSet</i>
<i>fData</i>	Dados para serem projetados no subespaço
<i>Y</i>	Aproximação dos dados no <i>coarse level</i>
<i>cModel</i>	Modelo da rede neural no <i>coarse level</i>
<i>v</i> ₂	Número de gerações no <i>coarse level</i>
<i>cEliteset</i>	Última população após <i>v</i> ₂ gerações
<i>cBest</i>	Melhor solução no <i>coarse level</i>
<i>cFitness</i>	Valores de aptidão dos indivíduos em <i>cEliteset</i>
<i>cData</i>	Dados a serem transferidos para o <i>fine level</i>
<i>v</i> ₃	Número de gerações na segunda evolução no <i>fine level</i>
<i>X</i>	Imagen do inverso da transformada <i>wavelet</i> do <i>cData</i>
<i>V</i> _{Db4}	Base de Daubechies Db4 do subespaço <i>wavelet</i>

O procedimento computacional completo para DWTGA é apresentado no Algoritmo 1. *EliteSet*, *Best*, e *Fitness* representam, respectivamente, o conjunto dos melhores indivíduos encontrados durante a primeira evolução do AG, os melhores valores da solução e da aptidão de todos os indivíduos em *EliteSet*. A primeira letra nos nomes desses parâmetros indica o nível em que o parâmetro é definido: *coarse model* (c) ou *fine model* (f).

Algoritmo 1: AG dois níveis com wavelet (DWTGA)

Entrada: *fModel*, *v*₁, *v*₂, *v*₃

Saída: *fEliteSet*, *fBest*, *fFitness*

1. Escolha da população inicial *fFirstPop*
2. [*fEliteSet*, *fBest*, *fFitness*] = evolui *fFirstPop* para *v*₁ gerações com *fModel*
3. *fData* = [*fEliteSet*; *fBest*]
4. Aplicar transformada *wavelet* para *fData*:

$$Y = DWT(fData, 'Db4') = V_{Db4}^T * fDataT$$
5. *cModel* = *newff* *Y*, *fFitness*
6. [*cEliteSet*, *cBest*, *cFitness*] = evoluir *Y* para *v*₂ gerações com *cModel*
7. *cData* = [*cEliteSet*, *cBest*]
8. Aplicar o inverso da transformada *wavelet* para *cData*:

$$X = iDWT(cData, 'Db4') = V_{Db4} * cDataT$$
9. [*fElitePop*, *fBest*, *fFitness*] = evolui *X* para *v*₃ gerações com *fModel*

Retorna

7. Resultados Numéricos

Esta seção apresenta os resultados do método proposto aplicado aos problemas de referência (Quadro 1). Primeiramente, vale destacar uma característica importante da abordagem: O DWTGA tem impedido a convergência para mínimos locais. No Quadro 3, apresenta-se, como um exemplo, a evolução da solução em uma etapa do processo aplicado ao problema Hartmann 6. Pela evolução da solução, entende-se o quadrado da distância Euclidiana entre as melhores soluções parciais, encontrados no *fine level* (*fBest*₀), *coarse level* (*cBest*), e o *fine level* (*fBest*₁), e o mínimo local (*x*_l) e mínimo

global (x^*). A função Hartmann 6 tem um mínimo global e seis mínimos locais, sendo um deles no ponto $x_l = \{0,4046, 0,8824, 0,84610, 0,5739, 0,1389\}$ e $0,0384\}$ (Tsoulos and Lagaris, 2006). O problema foi resolvido usando a rede neural aplicada no *fine model* para avaliar as soluções no AG. O DWTGA impediu a convergência para mínimos locais em ambos os casos, sempre que o AG apresentou tal comportamento no *fine level*.

Quadro 3 - Evolução da solução no procedimento de dois níveis (Resultados para a função HARTMANN 6)

Evolução da Solução do GA	Melhor solução parcial	Distância para o x_l	Distância para o x^*
Modelo de rede neural fine model e coarse model	$fBest_0$	0.2585	1.1644
	$CBest$	0.9792	0.6448
	$fBest_1$	1.0159	0.0564
	$fBest_0$	0.2456	1.0150
	$CBest$	0.8663	0.7501
	$fBest_1$	1.3824	0.0952
	$fBest_0$	0.2461	1.0571
	$CBest$	0.2811	0.5700
	$fBest_1$	1.3186	0.0538
Função original no modelo de rede neural nos níveis fine e coarse	$fBest_0$	0.1204	1.0761
	$CBest$	0.3443	0.3388
	$fBest_1$	1.1464	0.0972
	$fBest_0$	0.083	1.3196
	$CBest$	0.4017	1.2393
	$fBest_1$	0.9044	0.0763

Os resultados baseados na distância Euclidiana em dez execuções estão apresentados no Quadro 4, para os três problemas de teste. O AG tradicional e a abordagem de dois níveis com base na Análise de Componentes Principais (PCAGA) e o DWTGA foram usados para comparação. Para o problema Hartmann 6, o *fine model* utilizado aqui é o mesmo aplicado em Pereira et al. 2014.

Quadro 4 - Resultado para as funções testadas

Abordagem	Evolução da solução AG (<i>fModel</i>)	Distância Euclidiana das dez execuções	
		Max (pior)	Min (melhor)
AG	RNA modelo substituto criado com 800 amostras	1.1196	0.1519
PCAGA		0.1983	0.1364
DWTGA		0.4224	0.1591
AG	Função original Hartmann 6	0,0888	0.0508
PCAGA		0.1349	0.0601
DWTGA		1.0469	0.0850
AG	Função original Schwefel	4.3872	2.0064
DWTGA		2.4225	0.6686
AG	Função original Griewank	17.3939	10.3687
DWTGA		14.0815	0.9860

Embora o *coarse model* seja mais simples e menos preciso do que o *fine model*, ele comporta-se tão bem quanto o *fine model*. No entanto, como o *coarse model* é criado com um pequeno número de amostras (tamanho da população do AG), ele não é capaz de ajustar pequenas variações da solução (mínimos locais). Isso significa que, apesar de apresentar um comportamento semelhante ao *fine model* e a função original, o *coarse model* tende a ser mais eficiente do que ambos, em termos de custo computacional.

A Figura 2 mostra os resultados das avaliações de uma amostra de indivíduos do AG, mediante a função original e *fine model* e *coarse model* aplicada ao problema de função de Hartmann 6.

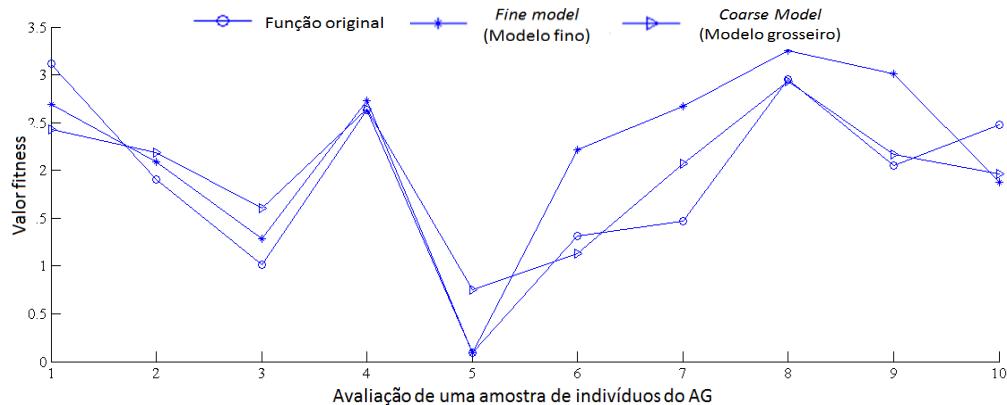


Figura 2 - Comportamento de previsão do coarse model (modelo grosso)

Finalmente, como o desempenho do método de dois níveis depende da precisão do *fine model*, o efeito da precisão desse componente foi analisado. Aqui, a precisão foi definida com base na regressão linear entre a resposta do modelo e o valor alvo, realizada pela função (*postreg*) do MATLAB. O coeficiente de correlação (valor R) entre a resposta e o alvo, também foi calculado e é apresentado na Figura 3.

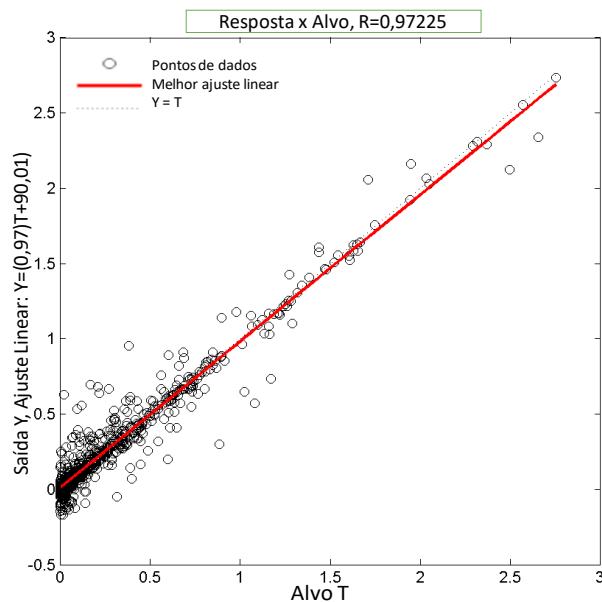


Figura 3 - Fine model (modelo fino) de precisão da Rede Neural para a função Hartmann 6

8. Conclusão

Neste trabalho é proposto um AG de dois níveis utilizando um *surrogate model* baseado na transformada *wavelet* e rede neural. O método foi aplicado em um conjunto de funções de teste com vários mínimos locais. A abordagem foi eficiente para evitar a convergência para mínimos locais em todos os testes realizados. Esse comportamento foi observado usando um *fine model* construído com base em rede neural ou a função original para avaliar as soluções do AG. É um resultado importante, considerando que a existência de mínimos locais pode dificultar a convergência para o valor ótimo global.

Nas situações nem que a função original está disponível, seu uso é mais rápido do que um *surrogate model*. Porém, quando o problema de otimização trabalha com simulações com alto custo computacional a abordagem de dois níveis proposta pode ser uma boa escolha. Nessa abordagem a avaliação de uma solução usando o modelo substituto de redes neurais tem tempo de CPU aproximadamente 20% menor.

Além disso, a criação do subespaço *wavelet* em DWTGA é 71,2% mais rápido do que em PCAGA. Esta redução de tempo é devido ao número de operações aritméticas em ponto flutuante e é independente do problema.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, processo 2014/08688-4, e à Universidade Nove de Julho pela bolsa concedida aos primeiros autores.

Referências

- Bukharov, O. E. and Bogolyubov, D. P. (2015) “Development of a decision support system based on neural networks and a genetic algorithm”, *Expert Systems with Applications*, vol. 42, p. 6177–6183.
- Couckuyt, I., Declercq, F., Dhaene, T., Rogier, H. and Knockaert L. (2010) “Surrogate-based infill optimization applied to electromagnetic problems,” *Int. J. RF Microw. Comput. Eng.*, vol. 20, no. 5, pp. 492–501, Sep.
- Crevecoeur, G., Sergeant, P., Dupré, L. and Van de Walle, R. (2010) “A Two-Level Genetic Algorithm for Electromagnetic Optimization,” *IEEE Trans. Magn.*, vol. 46, no. 7, pp. 2585–2595, Jul.
- _____. (2008) “Two-Level Response and Parameter Mapping Optimization for Magnetic Shielding,” *IEEE Trans. Magn.*, vol. 44, no. 2, pp. 301–308, Feb.
- Goldberg, D. E. (1989) *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co.
- Haykin, S. (1999) *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*, 2nd ed. Hamilton, ON, Canada: Pearson Prentice Hall.
- Jamil, M. and Yang, X. S. (2013) “A literature survey of benchmark functions for global optimisation problems,” *Int. J. Math. Model. Numer. Optim.*, vol. 4, no. 2, p. 150.
- Jensen, A. and la Cour-Harbo, (2001) *A. Ripples in Mathematics: The Discrete Wavelet Transform*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

- Lebensztajn, L., RondiniMarretto, C. A., CaldoraCosta, M. and Coulomb, J. L. (2004) “Kriging: A Useful Tool for Electromagnetic Device Optimization,” IEEE Trans. Magn., vol. 40, no. 2, pp. 1196–1199, Mar.
- Ogurtsov, S. and Koziel, S. (2012) “Model management for cost-efficient surrogate-based optimisation of antennas using variable-fidelity electromagnetic simulations,” IET Microwaves, Antennas Propag., vol. 6, no. 15, pp. 1643–1650, Dec.
- Pereira, F. H., Alves, W. A. L., Koleff, L. and Nabeta, S. I. (2014) “A Two-Level Genetic Algorithm for Large Optimization Problems,” IEEE Trans. Magn., vol. 50, no. 2, pp. 733–736, Feb.
- Sweldens, W. (1996) “The Lifting Scheme: A Custom-Design Construction of Biorthogonal Wavelets,” Appl. Comput. Harmon. Anal., vol. 3, no. 2, pp. 186–200, Apr.
- Tsoulos, I. G. and Lagaris, I. E. (2006) “MinFinder: Locating all the local minima of a function,” Comput. Phys. Commun., vol. 174, no. 2, pp. 166–179, Jan.
- Xu, H. (2004) “A catalogue of three-level regular fractional factorial designs,” Ph.D. dissertation, Dept. Statistics, Univ. California, Los Angeles, CA, USA, Jul.
- Zahedi, J. and Rounaghi, M. M. (2015) “Application of artificial neural network models and principal component analysis method in predicting stock prices on Tehran Stock Exchange,” Physica A, vol. 438, p. 178–187.

Sistema de Informação Gerencial em Bibliotecas: aplicações e potencialidades

System Management Information for Libraries: applications and potential

**Luciana A. Gadbem¹, César Fernandes Ribeiro Filho², Sidney Verginio da Silva³,
Wariston F. Pereira⁴, Fabricio Pelloso Piurcosky⁵**

¹ Centro Universitário do Sul de Minas (Aluna Pós-Graduada em MBA Gestão
Empresarial)
Avenida Alzira Barra Gazzola, 650 – Aeroporto – Varginha (MG) – Brasil

² Centro Universitário do Sul de Minas (Professor e Tutor)
Avenida Alzira Barra Gazzola, 650 – Aeroporto – Varginha (MG) – Brasil

³ Centro Universitário do Sul de Minas (Professor curso de Sistemas de Informação)
Avenida Alzira Barra Gazzola, 650 – Aeroporto – Varginha (MG) – Brasil

⁴ Centro Universitário do Sul de Minas (Professor e coordenador do curso de Sistemas
de Informação)
Avenida Alzira Barra Gazzola, 650 – Aeroporto – Varginha (MG) – Brasil

⁴ Centro Universitário do Sul de Minas (Professor do curso de Sistemas de Informação)
Avenida Alzira Barra Gazzola, 650 – Aeroporto – Varginha (MG) – Brasil
lgbem@hotmail.com, cesarfilho@unis.edu.br, sidney@unis.edu.br,
wa@unis.edu.br, fabricio@unis.edu.br

Resumo. O propósito deste artigo é discutir como um Sistema de Informação
Gerencial (SIG) pode ser adotado em bibliotecas universitárias, apresentando
as potencialidades e vantagens que estes sistemas apresentam. Muitos são os
estudos sobre aplicações de SIG's nos mais diferentes setores das
organizações, portanto, este estudo visa complementar estas discussões e
apresentar como estes podem ser vantajosos à gestão de bibliotecas. Para
cumprir com o objetivo proposto, este artigo foi estruturado a partir de uma
revisão de literatura acerca do tema estudado, apresentando discussões e
opiniões de autores que justificam não somente a importância, mas a
necessidade de que os responsáveis pelas bibliotecas invistam cada vez mais
em tecnologia, sobretudo para melhorar a tomada de decisão, o
planejamento, o controle e gerenciamento dos serviços e a satisfação dos
usuários.

Abstract. *The purpose of this article is to discuss as a System Management Information System (SMIS) can be adopted in university libraries, with the potential and advantages of such systems. There are many studies on SIG applications in many different sectors of the organizations, so this study aims to complement these discussions and present how they can be beneficial to the management of libraries. To meet the proposed goal, this article was structured from a literature review on the subject studied, with discussions and opinions of authors who not only justify the importance, but the need for those responsible for libraries invest more in technology, particularly to improve the decision making, planning, control and management of services and user satisfaction.*

Gestão de Sistemas de Informação. Bibliotecas universitárias. Tecnologia da Informação.

1. Introdução

A atual era da informação tem exigido das organizações uma gestão estratégica cada vez mais eficiente e eficaz. A tecnologia, especificamente por meio dos Sistemas de Informação, auxiliam gestores a administrar seus negócios, tomar decisões e buscar soluções para os problemas.

Nesse sentido, não somente empresas, mas organizações de diferentes segmentos de mercado têm investido em Sistemas de Informação. No caso de instituições de ensino superior, prevalece a mesma afirmação. Entendendo a biblioteca universitária como uma organização social e tal como, com vistas a alcançar objetivos, um Sistema de Informação Gerencial pode também oferecer o suporte necessário para suas funções de planejamento, controle e organização. Este importante departamento capta no meio externo os recursos brutos, processa e devolve ao ambiente em forma de bens ou serviços prestados e informações, atendendo as necessidades de seus usuários. Acrescente-se a isso a especificidade de que a uma biblioteca universitária muitas vezes não possui autonomia total em relação à gestão da instituição de ensino, devendo integrar-se com a direção da instituição numa relação de interdependência e troca mútua.

Neste contexto, o presente trabalho, estruturado a partir de uma revisão de literatura, tem como objetivo discutir as vantagens e potencialidades que um Sistema de Informação pode trazer para a gestão de bibliotecas, principalmente no que se refere ao fornecimento de dados e informações que serão transmitidas para o usuário na hora certa, no lugar certo, otimizando recursos.

2. Sistema de Informação Gerencial em Bibliotecas

As funções de gestão, planejamento, organização, direção e controle são necessárias para o bom desempenho organizacional de uma biblioteca universitária. E um Sistema de Informação Gerencial é fundamental para tratar destas funções, especialmente a de planejamento e controle. Este sistema é parte integrante das estratégias empresariais,

pois a comunicação e a informação são de grande valor. Investir em um SIG é muito importante para oferecer informações rápidas, precisas e principalmente úteis ao usuário, garantindo assim uma estruturação de gestão diferenciada (Cunha, 2000).

Um SIG possui uma multiplicidade de produtos de informação, que são apresentados através de relatórios que podem ajudar o bibliotecário no fornecimento de dados e informações para a tomada de decisões. Avaliar quantitativamente os benefícios oferecidos por um Sistema de Informação Gerencial é um desafio não somente para bibliotecas, mas para várias organizações. No entanto, Oliveira (1992, p.54) afirma que: “Sistema de Informação Gerencial sob determinadas condições pode oferecer a uma biblioteca universitária benefícios no custo das operações, melhora no acesso às informações através de relatórios precisos e ágeis e consequentemente melhora também na produtividade”.

Muitos bibliotecários se preocupam mais com o tratamento da informação para atender aos usuários do que com o tratamento da informação voltada para o processo decisório, existe uma preocupação com os serviços técnicos e com o controle bibliográfico, em detrimento da atividade gerencial (Mcclure, 1985).

2.1. A Gestão de processos empresariais

Segundo Mañas (2011) o gerenciamento de qualquer atividade empresarial inclui de fato a incumbência de um indivíduo como pessoa, de gerenciar processos, cujos grandes objetivos são atingidos quando as necessidades de desempenho são atendidas.

E ainda, Mañas (2011, p. 18) mostra que:

Só é possível alcançar o sucesso do gerenciamento se conseguir, num determinado processo, envolver todos os recursos necessários, de maneira voluntária, dirigindo-os rumo ao atendimento das necessidades do cliente, que pode ser intermediário, nesse mesmo processo ou final, quando corresponde ao consumidor do produto ou serviço apresentado.

A complexidade do gerenciamento em relação à informação e as mudanças ocorridas, exigem que os bibliotecários conheçam bem as funções administrativas que lhe são afetas, pois todo administrador se encontra a todo o momento planejando, organizando, dirigindo, coordenando e avaliando (Andrade, 1998). Só é possível alcançar o sucesso do gerenciamento se conseguir, num determinado processo, envolver todos os recursos necessários, de maneira voluntária, dirigindo-os rumo ao atendimento das necessidades dos usuários.

2.2 O impacto das tecnologias de informação

A "sociedade da informação" bate à porta trazendo a perspectiva do uso intenso da tecnologia da informação. Está provocando mudanças cada vez maiores no dia-a-dia, impulsionando as organizações na busca da modernização de suas estruturas e na prestação de serviços à comunidade. Como consequência, devido à importância do saber teórico, as bibliotecas universitárias

assumem um papel primordial, pois têm como recurso fundamental a inteligência, o conhecimento, a criatividade, a inovação e a informação. (Balby, 2002).

O impacto da tecnologia da informação tem sido bastante forte nos sistemas de informação e bibliotecas, criando ameaças, mas, também, oportunidades para o desenvolvimento destes serviços (Arruda, 2000). As bibliotecas universitárias são equipamentos sociais de uso coletivo. Isto requer criatividade por parte dos bibliotecários no uso dos serviços disponíveis na sua combinação com os serviços bibliotecários tradicionais e na criação de novos serviços informacionais. Se antes a atividade do bibliotecário podia ficar restrita aos limites físicos de uma biblioteca universitária, agora o uso difundido da tecnologia a serviço da informação transpõe barreiras físicas e institucionais (Araújo, 1999). Diante de toda mudança que a tecnologia da informação propõe, percebe-se que educar a si próprio e educar os outros para a sociedade da informação, é um dos grandes desafios para o profissional bibliotecário.

2.3 A biblioteca universitária e as novas tecnologias

No que diz respeito às bibliotecas universitárias, é notório que elas passem por um processo de adaptação de seus profissionais aos suportes da informação gerados pelas novas tecnologias, tornando-as disponíveis aos integrantes dos novos ambientes organizacionais voltados para o aprendizado, para a criação do conhecimento e para a inovação. Neles, o bibliotecário passa a assumir papéis determinantes. Assim, Cunha (2000, p. 79) afirma: “As bibliotecas universitárias continuarão a incorporar materiais de todas as formas às suas coleções físicas, mas igual importância terá a informação sobre aquilo que não está armazenado localmente”.

As novas tecnologias de automação/informatização e os produtos eletrônicos e digitais disponíveis ocasionam e continuam influenciando a revisão dos processos internos de controle e disseminação da informação, pois, na sociedade informatizada, ela flui livremente, sem o controle de catálogos e acervos, para dentro dos arquivos dos computadores, circulando globalmente de usuário para usuário sem que possa ser coletada, armazenada e disseminada. (Santos, 2000). A informação não deve ser considerada de maneira isolada nas bibliotecas universitárias e cabe a elas repensar suas atividades e funções, adaptando-se aos novos modelos organizacionais e extrair das tecnologias disponíveis o necessário para o aperfeiçoamento dos serviços prestados.

2.4 A função gerencial em uma biblioteca universitária

Mudanças acontecem cada vez mais rápidas no cenário mundial, como consequência do desenvolvimento da ciência e tecnologia que vêm colocando no mercado cada vez mais globalizado e competitivo, tecnologias que afetam as organizações no tocante às estruturas e às formas de gerência (Motta, 1998). As funções gerenciais em uma biblioteca universitária são aquelas de cunho administrativo e responsáveis pela ativação de todas as funções meio ou fim e pelo seu direcionamento e ajuste às metas e objetivos do sistema. A complexidade dos sistemas de informação e todas as mudanças e modernidades a que estão sujeitos hoje em dia, exigem que os bibliotecários conheçam bem as funções administrativas que lhe são afetadas (Pires, 1981).

Sabe-se que um administrador se encontra a todo o momento planejando, organizando, dirigindo, coordenando e avaliando. É um processo ininterrupto, constituído por atividades interligadas, justapostas e contínuas, não obedecendo a nenhuma ordem hierárquica (Pires & Gaspar, 1981). No entanto, existem outras abordagens para as funções gerenciais. Os gerentes não são aquelas pessoas mediáticas e disciplinadas conforme consta em inúmeros livros didáticos, o que é comprovado através de estudos realizados que mostram os gerentes envolvidos com questões diárias (Mintzberg, 1977). Segundo esta teoria existem três categorias básicas, representadas pelos papéis gerenciais, classificados como papéis interpessoais que decorrem do status de autoridade inerente aos cargos administrativos, informacionais ligados às informações recebidas pelos gerentes, com a finalidade de se inteirar do que acontece na organização, e os decisórios relacionados às tarefas de tomar decisões (Arantes, 1998).

Importante considerar também as mudanças que a introdução de novas tecnologias informacionais vem provocando nos serviços, meios e fins de uma biblioteca universitária e na necessidade do gerente bibliotecário se adaptar a elas, pois segundo Oliveira (1994, p. 417),

A automação nos serviços bibliotecários está alterando não só a distribuição destes serviços, mas a criação de muitos outros, forçando a redefinição de algumas funções, influenciando relacionamentos interpessoais, repercutindo seriamente na estrutura organizacional das bibliotecas universitárias que o gerente bibliotecário está inserido.

Ao gerente bibliotecário cabe desenvolver características que o capacitem a desempenhar com eficácia sua função, características estas condizentes com o contexto atual que vive a sociedade da informação, tais como flexibilidade, inovação, participação e comunicação (Oliveira, 1992).

2.5 O tratamento dado ao usuário e os aplicativos em gestão de bibliotecas universitárias

As organizações, entre elas as unidades de informação como as bibliotecas universitárias, monitoram informações ambientais para responder satisfatoriamente aos desafios e oportunidades que se apresentam continuamente (Miranda, 1980). As bibliotecas universitárias adotam um comportamento adaptativo às organizações a que estão inseridas, permitindo mudanças nos seus objetivos, serviços e produtos em resposta às novas demandas do mercado e mudanças no ambiente organizacional (Tarapanof, 1982). A geração do conhecimento vai estar apoiada em dois aspectos interligados que são o valor da informação e a validade da informação para o processo decisório. Agregar valor a produtos e serviços como facilidade de uso, redução da informação desnecessária, qualidade e adaptabilidade torna-os mais atraentes aos olhos dos usuários de bibliotecas universitárias. O bibliotecário pode participar do planejamento e das atividades decisórias da biblioteca universitária onde atua, exercendo o processamento, reunião e coleta de informações ambientais pertinentes à organização que esta biblioteca está inserida (Miranda, 1980).

Desse modo, Choo (1998, p. 215), afirma:

O bibliotecário deve buscar entender qual o impacto da informação adquirida no desenvolvimento do indivíduo e da organização, além de procurar saber como os conhecimentos de cada um podem beneficiar a todos e a organização, procurando desenvolver um entendimento íntimo de como a informação é usada.

Na busca da informação, a biblioteca universitária deve observar seletivamente a grande quantidade de sinais criados em um ambiente dinâmico, interpretar as mensagens confusas e perceber os indícios relativos às suas atividades e objetivos (Rossini & Palmisano, 2003). O Sistema de Informação Gerencial em uma biblioteca universitária deve ser assegurado por uma série de procedimentos que necessita estar sempre em revisão, dada a constante mutação e flexibilidade de qualquer mercado, seja de informação, seja de produtos e serviços. Posicionar o SIG em uma biblioteca universitária de acordo com o tipo de informação que se requer, definir o custo, monitorar os dados necessários, estabelecer um canal eficaz de comunicação entre o bibliotecário e o usuário, mostrar para cada tipo de usuário que necessita desta informação as fontes adequadas e criar um sistema seguro de informação, são alguns procedimentos para que este SIG tenha qualidade e sucesso (Ferreira, 2012).

3 Considerações Finais

Neste momento em que vive a sociedade da informação, com o usuário cada vez mais exigente, as bibliotecas universitárias vêm sentindo o reflexo que esta sociedade lhe transmite. Os bibliotecários precisam acompanhar o ritmo das mudanças, para se sentirem adaptados ao mundo que se apresenta.

Para as funções de planejamento, controle e organização em uma biblioteca universitária, um Sistema de Informação Gerencial oferece o suporte necessário para o usuário obter a informação de que necessita de uma forma eficiente e eficaz, satisfazendo assim suas necessidades. Percebe-se que a cada dia cresce, para as bibliotecas universitárias, a responsabilidade do papel do bibliotecário como gestor da informação, que cada vez mais enfrenta barreiras e dificuldades ainda presentes no uso dos recursos eletrônicos disponíveis que as tecnologias da informação apresentam.

Este estudo demanda uma maior pesquisa, não para propor um modelo, mas para destacar a importância da implantação de um Sistema de Informação Gerencial ideal, direcionado para a tomada de decisão dentro de uma biblioteca universitária com o objetivo de fornecer aos bibliotecários, condições de trabalho mais adequadas à realidade de cada uma delas e consequentemente maior satisfação das necessidades dos usuários.

Referências

- Andrade, M. T. D. (1998). Mudanças e inovações: novo modelo de organização e gestão de bibliotecas universitárias. *Ciência da Informação*, v. 27, n. 3, set./dez.
- Arantes, N. (1998). Sistemas de gestão empresarial: conceitos permanentes na administração de empresas válidas. 2 ed. São Paulo: Atlas.

- Araújo, E. A (1999). Informação, sociedade e cidadania: gestão da informação no contexto das organizações não governamentais brasileiras. *Ciência da Informação*, v. 28, n. 2, p. 155-167, maio/ago.
- Arruda, M. C. C. (2000). Educação, trabalho e o delineamento de novos perfis profissionais: o bibliotecários em questão. *Ciência da informação*, v. 29, n. 3, p. 14-24, set./dez.
- Balby, C. N. (2002). Apontamentos para uma análise dos critérios governamentais de avaliação de bibliotecas universitárias e seus efeitos no ensino privado. In: *Seminário Nacional de Bibliotecas Universitárias*, 12. Recife.
- Choo, Chun W. (1998). *Information management for the intelligent organization: the art of scanning the environment*.. 2 ed. [s.l.].
- Cunha, Murilo Bastos (2000). *Construindo o futuro: a biblioteca universitária brasileira em 2010*. Ciência da informação. Brasília, v. 29, n. 1, p. 71-89, jan./abr. 2000.
- Ferreira, Sueli Mara Soares Pinto. (2012). Novos paradigmas e novos usuários de informação. *Ciência da informação*, Brasília, v. 25, n. 2, 1995. Disponível em: <http://www.ibict.br>. Acesso em: 27 jun.
- Mañas, Vico Antônio. (2010). Administração e tecnologia da informação. In: _____. *Administração de Sistemas de Informação*. São Paulo: Erica. Cap. 1, p. 17-19.
- McClure, Charles R. (1985). Factors affecting the use of information for academic library decision-making. *College e Research Libraries*, Chicago, v. 46, n. 6, p. 483-498, nov.
- Mintzberg, H. (1997). As atribuições do administrador: ficção e realidade. *Diálogo*, v. 10, n. 1.
- Miranda, Antônio. (1980). Biblioteca e universidade: reforma e contra reforma. In: *Estruturas de informação e análise conjuntural*. Brasília: Thesaurus.
- Motta, P. R. (1998). *Gestão contemporânea: a ciência e a arte de ser dirigente*. 9 ed. Rio de Janeiro: Record.
- Oliveira, Djalma de Pinho Rebouças de. (1992). *Sistemas de informação gerencial: estratégias, táticas e operacionais*; 8 ed. São Paulo: Atlas.
- Oliveira, S. M. de. (1994). Impacto da tecnologia no estilo gerencial de unidades de informação. In: *Congresso Latino Americano de Biblioteconomia e Documentação*, 17, 1994, Belo Horizonte. Anais..., p. 415- 428.
- Pires, J. de G.; Gaspar Filho, W. (1981). *Elementos de administração: uma abordagem brasileira*. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Rio.
- Rosini, Alessandro Marco; Palmisano, Angelo. (2003). *Administração de sistemas de informação e a gestão do conhecimento*. São Paulo: Thomson.
- Santos, G. C. (2000). O papel das bibliotecas e dos bibliotecários às portas do século XXI: considerações sobre a convivência da informação impressa, virtual e digital. In: *Seminário Nacional de Bibliotecas Brasileiras*, 2, 2000. Florianópolis. Anais...: UFSC.

Tarapanoff, Kira (1982). A biblioteca universitária vista como uma organização social.
In: Machado, U. D. Estudos avançados em biblioteconomia e ciência da informação.
Brasília: ABDF, v. 1, p. 73-92.

Multicriteria Decision-Making Program based on AHP

R. S. Reis¹, W. R. Soares, A. F. H. Librantz²

¹ Computer Science – Universidade Nove de Julho
Av. Francisco Matarazzo, 612– São Paulo (SP) – Brazil

² Informatics and Knowledge Management Program- Universidade Nove de Julho
Av. Francisco Matarazzo, 612– São Paulo (SP) – Brazil

richardson_reis@hotmail.com, wrsoaresster@gmail.com, librantz@uninove.br

Abstract. In this short paper, the development of a software based on the multicriteria decision method AHP (Analytic Hierarchy Process) and its application in different scenarios for decision-making were presented. AHP is used around the world in a wide variety of decision situations, in fields such as government, business, industry, healthcare and education. Moreover, it is possible to calculate the sensitivity analysis and the results showed the effectiveness of the proposed application.

Keywords: Multi-criteria decision-making, AHP, sensitivity analysis, project selection

Introduction

Making a decision is a major challenge; however, it has to be made even when it seems difficult. It is a fundamental process to find solutions or minimize business problems and help people to make their choices in a rational way. Every day people and companies are faced with a multitude of decisions. Some of these are relatively simple, such as deciding what to wear or what to have for breakfast. Others are more complex and could lead to major consequences, mainly in business world.

To assist in this procedure, the AHP (Analytic Hierarchy Process) multicriteria decision-making method is used in order to determine the most consistent decision, as well as to justify it. This method is well known due to its flexibility and reliability and can be applied in different scenarios (Bhushan, 2004; Syamsuddin, 2013; Ishizaka, 2011; Vargas, 1990.) Based on AHP modeling and Information Technology resources, the aim of this study was to develop and demonstrate the effectiveness of the proposed application for supporting managers and organizations in decision-making.

Analytic hierarchy process (AHP)

AHP Saaty (2008) is a multicriteria selection method that is applied to the solution of complex problems that can have multiple objectives that affect decision-making, making it

possible to evaluate qualitative and quantitative criteria simultaneously according to the judgments and importance attributed to each criterion and alternative by the decision-makers, resulting in a classification of alternatives. Generally, the process can be divided into three steps.

1. Decompose the problem into a hierarchy structure.

In this step, the problem is decomposed into criteria and sub-criteria, defining a decision hierarchy, as depicted in Figure 1.

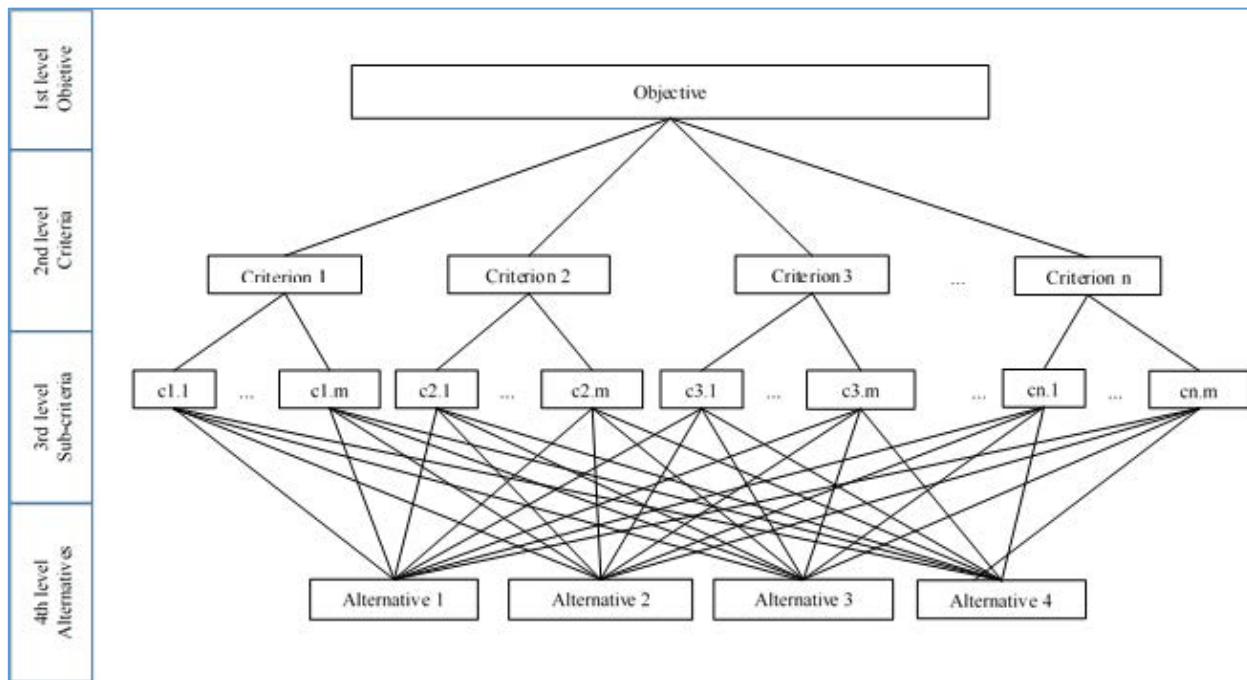


Fig. 1. Decision model scheme.

2. Construct the pairwise comparison matrix using Saaty importance scale.

The comparison between pairs is carried out by means of specific software or electronic spreadsheet programs. In order to interpret and give relative weights to each criterion, it is necessary to normalize the previous comparison matrix. The judgments made by those involved in the judging process are evaluated by means of a consistency. i.e. consistency ratio (CR), which is calculated by the following equation:

$$CR = \frac{CI}{RI(n)} \quad (1)$$

where CI is the consistency index and RI is a random consistency index (Perez-vega et al., 2011). If $CR \leq 0.1$, the degree of consistency is satisfactory, but if $CR > 0.1$, serious inconsistencies may exist, and the AHP may not yield meaningful results.

3. Calculate the priority weights of alternatives according to the pairwise comparison matrix:

For that, the priorities vectors of each alternative i relative to criterion C_k are calculated. After this, the weight of each criterion C_k and its impact on each of the alternatives is calculated. Finally, the evaluation of values of each alternative after normalization is obtained.

Sensitivity analysis

This approach involves changing the weight values and calculating the new solution. The method, **also** known as One-at-a-time (OAT), works by incrementally changing one parameter at a time, calculating the new solution and graphically presenting how the global ranking of alternatives changes. In this method, the global weights are a linear function depending on the local contributions (Chen et. al 2008). Given this property, the global priorities of alternatives can be expressed as a linear function of the local weights. Furthermore, if only one weight w_i is changed at a time, the priority P_i of alternative A_i can be expressed as a function of w_i using the expression:

$$P_i = \frac{P_i'' - P_i'}{w_i'' - w_i'} (w_i - w_i') + P_i' \quad (2)$$

where P_i'' and P_i' are the priority values for w_i'' and w_i' , respectively.

Methodology

In the first step of the paper, the analysis of a problem was done, dividing it into levels (objective, criteria, sub-criteria and alternatives). This first step was made using the MS-Excel spreadsheet. The second part of the project was the development of an application created on VBA (Visual Basic for Applications) linked to Excel. The application executes all tables and comparison matrices calculations of each criterion and sub-criterion automatically created, generating a final graph showing the alternatives classification, and allow it to calculate the sensitivity analysis.

Numerical application

In this section, the proposed decision model was applied to the prioritization of projects in a portfolio already reported (Vargas, 2010). A key challenge for organizations is related to its ability to make consistent choices, aligned with its strategic direction. Probably one of the greatest intellectual challenges of science and technology is to make certain decisions, given a particular situation. (Triantaphyllou, 1995). The prioritization of projects in a portfolio is nothing more than a sorting based on a relationship between the costs and benefits of each project. Provided the organizations are involved in a complex, variable and often-chaotic context, the challenge is to determine which projects are more cost-effective and suitable to

the company strategy, as well. Table 1 shows the normalized weights assigned to each criterion obtained from the expert judgements.

Table 1. Normalized Pairwise comparison matrix.

	Commitment	Financial	Strategic	Others	Vector priority
Commitment	0.06	0.08	0.05	0.08	0.07
Financial	0.31	0.42	0.43	0.42	0.39
Strategic	0.56	0.42	0.43	0.42	0.46
Others	0.06	0.08	0.09	0.08	0.08

From this matrix, one could determine the weights of the alternatives, in this case, six different projects were classified using AHP and table 2 shows the final ranking.

Table 2. Classification of alternatives

International Product	34%
Office in China	29%
Local Marketing	13%
New Office	10%
IT Outsourcing	7%
ERP System	6%

The alternatives ‘International Product’ and ‘Office in China’ are in the top of the ranking. Fig. 2 illustrates how the alternatives perform according to “Time” (team), a sub-criterion related to the commitment criterion.

Sensitivity analysis

Sensitivity analysis provides information on the stability of the ranking. If the ranking is highly sensitive to small changes in the criteria weights, a careful review of the weights is recommended. The sensitivity analysis is carried out by making gradual changes (increasing or decreasing) on value of individual criteria, from its current level and then observing the effect in the ranking (Chang et al. 2007). It can be performed by using specific software for multicriteria decision or by means of an electronic spreadsheet. Figure 2 illustrates how the alternatives, e.g. projects, perform with respect to the subcriterion “time” (team) related to the main criterion named commitment.

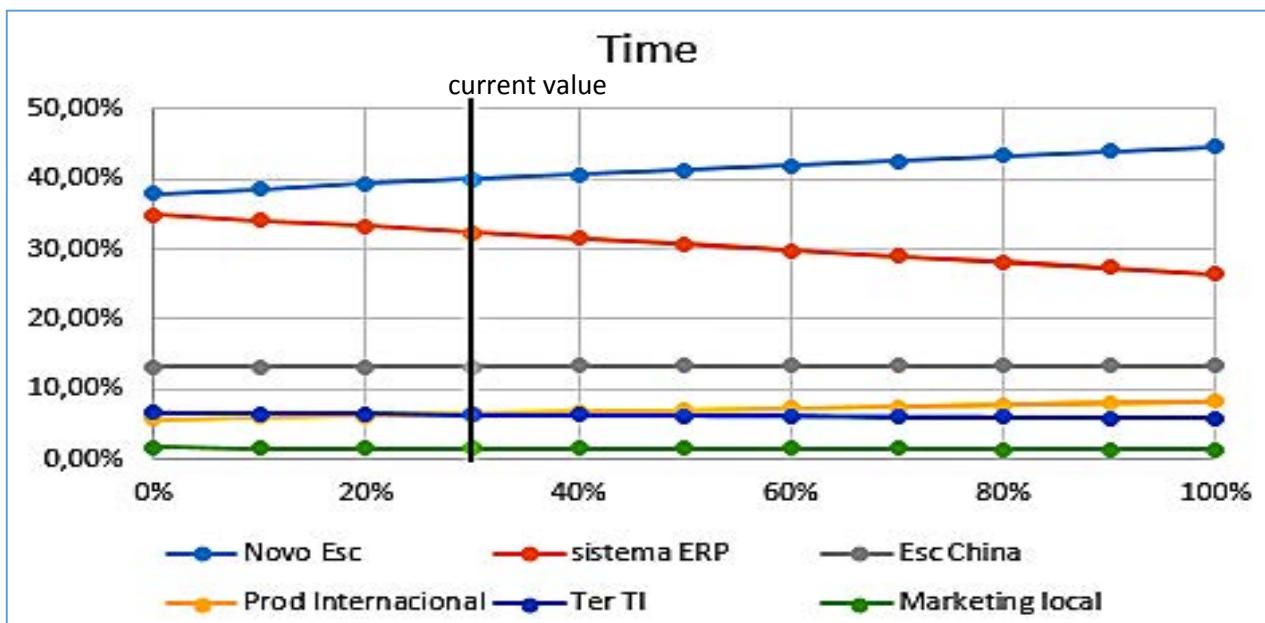


Fig. 2. Sensitivity Analysis of ‘Time’ criterion.

In this figure, the vertical black line indicates the criterion current value (in this case, 30%). One can see that by shifting the value of this criterion to zero, it does not result in any changes in the rank. Similarly, when the weight are shifted to 100%, there is no change in ranking.

On the other hand, there is only a change between the alternatives “IT Outsourcing” (Ter IT) and “International Product” (Prod Internacional).

Conclusions

In this paper, the AHP technique combined to sensitivity analysis was applied to projects prioritization in a portfolio. The results obtained are in good agreement to those already reported in the literature, showing the consistency of the proposed application, indicating that it can be used to support the multicriteria decision in several sectors. The proposed methodology can be used to carry out a standard sensitivity analysis when one of the previous MCDM (multicriteria decision methods) is used. The benefit of doing a sensitivity analysis is too paramount to be ignored in applications of MCDM techniques to real-life problems. Sensitivity analysis can be considered important concept in the effective use and implementation of quantitative decision models, whose purpose is to assess the stability of an optimal solution under changes in the parameters, as knowing which data are more critical, the decision maker can more effectively focus his/her attention to the most critical parts of a given MCDM problem. For further investigations, hybrid decision models, such as Fuzzy AHP (F-AHP) and Fuzzy TOPSIS techniques may also be developed on the basis of this model.

References

- Bhushan, N. & Rai, K. (2004). “Strategic Decision Making: Applying the Analytic Hierarchy Process.” New York: Springer.
- Chen, H., Kocaoglu, D. F (2008). “A sensitivity analysis algorithm for hierarchical decision models.” European Journal of Operational Research, 185, 1, 266-288.
- Ishizaka, A., Labib, A. (2011). “Review of the main developments in the analytic hierarchy process.” Expert Systems with Applications 38, 14336–14345.
- Perez-Vega, S., Peter, S., Salmeron-Ochoa, I., Nieva-de la Hidalga, A.; Sharratt, P. N. (2011), Process Saf. Environ. Prot. 89, 261–267.
- Saaty, T.L (2008). “Decision making with the analytic hierarchy process.” International Journal of Services Sciences 1, 83-98.
- Syamsuddin, I. (2013). “Multicriteria Evaluation and Sensitivity Analysis on Information Security.” International Journal of Computer Applications 69, 22-25.

Triantophyllou, E., Mann, S. H. (1995). Using The Analytic Hierarchy Process For Decision Making in Engineering Applications: Some Challenges. International Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice, 2, 1, 35-44.

Vargas, R. (2010). “Using the analytic hierarchy process (AHP) to select and prioritize projects in a portfolio”, in PMI Global Congress 2010, 1, 1, 1-26.

Vargas, L.G. (1990). “An Overview of the Analytic Hierarchy Process and its Applications.” European Journal of Operational Research, 48, 2-8.

Análise da qualidade de energia em uma linha de baixa tensão: estudo de caso aplicado à empresa Sercom

Power quality analysis in a low-voltage line: a case study applied to the Sercom Company

Zeitounian, K.² ; Gama, J.²; Martins, W.²;

Thayná, N.²; Batista, E.²; Camargo, L.²; Dias, C. G¹

¹ Universidade Nove de Julho (PPGI/ Mestrado e Doutorado – UNINOVE)
(Avenida Francisco Matarazzo, 612, Barra Funda – São Paulo (SP) – Brasil)

² Universidade Nove de Julho (Diretoria de Ciências Exatas – UNINOVE)
(Avenida Doutor Adolfo Pinto, 109, Barra Funda – São Paulo (SP) – Brasil)

kleber@zeitounian.com.br, joabdejesusgama@gmail.com,
wanderson.ponto@gmail.com, nadjathay@gmail.com,
eduardo.batistadosantos@hotmail.com, leandro_crc1@hotmail.com,
diascg@uni9.pro.br

Resumo. *Este trabalho apresenta o estudo da qualidade de energia em uma instalação elétrica de baixa tensão, especialmente pela análise das componentes harmônicas presentes na aludida rede. Tal estudo foi conduzido em uma empresa de Call Center, a Sercom, usando os dados coletados através de um analisador de rede comercial e a aplicação da transformada rápida de Fourier em tais dados, usando a ferramenta de software Matlab®. Os resultados obtidos permitiram avaliar a qualidade de energia no local, especialmente pela presença de determinadas harmônicas na linha investigada.*

Abstract. *This work presents the power quality study in a low-voltage line, particularly by analyzing the harmonic components in the previously mentioned network. This study was conducted in a call center company, called Sercom, using data collected by a commercial electrical scan and the application of fast Fourier transform in such data by using Matlab software tool. The results allowed evaluating the power quality in this place, especially by the presence of certain harmonics in the investigated line.*

Áreas Temáticas: Técnicas de análise de fenômenos e processos.

1. Introdução

O sistema elétrico nacional de distribuição é dividido em três categorias pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, conforme apresentado na tabela 1 a seguir:

Tabela 1 - Normas regulamentadoras de níveis de tensão

Tipo de instalação	Faixa CA	Faixa CC	Norma
Extra baixa tensão	< 50 volts de 50 a 1000 volts	< 120 volts de 120 a 1500 volts	NBR5410
Baixa tensão	> 1000 volts	> 1500 volts	NBR5410
Alta tensão			NBR14039

O termo “qualidade de energia” refere-se à disponibilidade de energia elétrica com uma forma senoidal, totalmente pura, sem alterações em sua forma de onda e frequência (EN 50160, 1994). Desta forma, pode-se caracterizar os problemas na qualidade de energia quando uma forma de onda não corresponde as expectativas senoidais. Em outras palavras, qualidade de energia é a ausência de distúrbios nas grandezas de tensão ou corrente. Tais distúrbios podem causar problemas em equipamentos eletroeletrônicos.

Os principais distúrbios ocorrentes são os transitórios, as variações de tensão de curta duração, a elevação momentânea da tensão, conhecida como “swells”, o afundamento da tensão, também conhecida como “sag” e os harmônicos (ANEEL, 2016).

A qualidade de energia é necessária para garantir que nenhum problema ou falha ocorra nas operações dos equipamentos eletroeletrônicos e que possam causar perdas operacionais e/ou econômicas.

O avanço tecnológico e a presença cada vez mais frequente dos equipamentos eletrônicos em instalações residenciais, comerciais e industriais está contribuindo para poluir de forma importante as redes elétricas de distribuição, conforme apontado na norma IEC-555 (1982), e no trabalho de Sarmanho (2005). Os equipamentos eletrônicos, em sua maioria, precisam controlar a energia recebida da concessionária, a fim de efetuar um trabalho específico. Esse controle é realizado em sua primeira etapa por fontes que contém retificadores, sendo esses os componentes responsáveis pela conversão da corrente alternada em contínua. Como destacado por Gonçalves (2006), os harmônicos estão fortemente relacionados à natureza não linear das cargas conectadas ao sistema elétrico, sejam elas industriais, comerciais ou residenciais, e que utilizam retificadores a diodos ou a tiristores.

Deste modo, os retificadores estão em toda parte, e assim, nota-se a necessidade de estudar o impacto dos distúrbios elétricos, e particularmente as soluções capazes de minimizar as distorções harmônicas nas redes de distribuição (IEC-61000, 2006).

Com base no acima exposto, este trabalho visa a análise das componentes harmônicas presentes em uma instalação elétrica de baixa tensão, existente em uma unidade consumidora corporativa, no caso a empresa Sercom Contact Center, cuja atividade principal está relacionada a operações de *Call Center*. A referida empresa emprega nas suas atividades centenas de computadores, sendo esses os agentes causadores das distorções encontradas, uma vez que utilizam as conhecidas fontes chaveadas, cuja natureza elétrica é bastante não-linear e capaz de injetar conteúdo harmônico nas instalações elétricas (Gonçalves, 2006).

2. Aspectos relacionados à qualidade de energia

A “qualidade de energia” é um termo muito recorrente nos dias atuais, uma vez que está intimamente relacionado com o atendimento às conformidades e exigências do consumidor, com questões relacionadas ao seu custo-benefício e também na disponibilidade do serviço com excelência. Cabe frisar que, um equipamento eletroeletrônico apresenta maior rendimento e menor probabilidade de falhas, quando alimentado por uma fonte de sinal predominantemente na forma senoidal (tensão e corrente). Desta forma, a qualidade da energia em uma determinada barra do sistema elétrico é adversamente afetada por uma ampla variedade de distúrbios, conforme descritos a seguir.

2.1 Distúrbios

2.1.1 Transitórios

Os transitórios são fenômenos eletromagnéticos causados por alterações súbitas no sistema elétrico. Um transitório tem uma pequena duração, mas é de grande importância, pois ocasiona problemas no desempenho dos equipamentos eletrônicos (ANEEL, 2016).

2.1.2 Flicker

O *Flicker*, ou variações de tensão de curta duração, também chamadas de alterações temporárias, são causadas pela energização de cargas grandes com altas correntes ou por falhas nas conexões dos cabos de sistema. (DUGAN et al, 2004).

2.1.3 Swells

Os *swells*, ou elevações, são definidos como acréscimos entre 10% e 80% do valor eficaz (rms) da tensão ou corrente na frequência nominal, com durações entre 1/2 ciclo e um minuto. (IEEE 1159, 2009).

2.1.4 Sag

O chamado *sag*, por sua vez, é um decréscimo entre 10% e 90% do valor eficaz da tensão ou corrente na frequência nominal, com durações entre 1/2 ciclo e 1 minuto. (IEEE 1159, 2009).

3. As distorções harmônicas

A palavra “harmônico” foi originalmente definida em acústica, significando a vibração de um fio ou uma coluna de ar, com frequência múltipla e diferente da fundamental, provocando uma distorção na qualidade do som resultante, sendo que tais fenômenos também ocorrem no campo da Engenharia Elétrica (IEEE 1159, 2009), (TEIXEIRA, 2009).

As harmônicas são, portanto, frequências múltiplas da frequência fundamental. Para um sinal com função $f(t)$, por exemplo, sua frequência angular (ω_0) é dada por $2\pi f$, sendo esta função denominada de fundamental, e as suas harmônicas seriam múltiplas repetições, $\omega_2=2\omega_0$, $\omega_3=3\omega_0$, $\omega_4=4\omega_0$... $\omega_n=n\omega_0$. Vale lembrar que as ordens das

harmônicas são classificadas conforme a sua frequência e sequência. (NILSON et al, 2014).

Na análise de uma rede, as harmônicas são frequências não desejadas, múltiplas da fundamental, e geradas por cargas não lineares. No sistema elétrico brasileiro a frequência fundamental é de 60 Hz. A figura 1 abaixo mostra o comportamento de uma onda, sendo que sua fundamental está sendo somada às suas harmônicas.

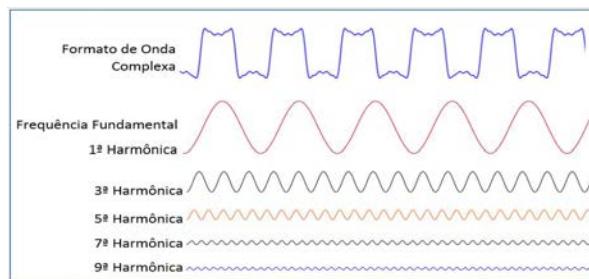


Figura 1- Decomposição de uma forma de onda complexa em suas harmônicas. Transformada de Fourier.

As circulações das correntes harmônicas geram tensões harmônicas através das impedâncias da rede, e, então, uma deformação da tensão de alimentação, significando que a distribuição da energia elétrica está perturbada e que a qualidade da mesma não é satisfatória, ou eficaz. (ANEEL, 2016).

Cabe destacar que, as harmônicas causam enormes prejuízos, tais como: sobrecarga das redes de distribuição por aumento da corrente eficaz, sobrecarga dos condutores de neutro em razão da soma das harmônicas de ordem ímpar geradas pelas cargas monofásicas, vibrações e envelhecimento de equipamentos como alternadores, transformadores, motores, entre outros.

3.1 A extração de Harmônicas

3.1.1 A série de Fourier

A série de Fourier, desenvolvida pelo matemático Jean Baptiste Fourier, consiste na transformação de qualquer função periódica não senoidal em uma soma de senos e cossenos, com frequências múltiplas da fundamental (STEVEN, 2013). Neste caso, uma

função $f(t)$ pode ser definida através de um termo constante $\frac{a_0}{2}$ mais a somatória de infinitas frequências, como mostra a equação 1.

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos(n\omega_o t) + b_n \sin(n\omega_o t) \quad (1)$$

Onde os coeficientes constantes são calculados como:

$$a_0 = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt \quad (2)$$

$$a_n = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) \cos(2\pi n f_o t) dt \quad (3)$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \sin(2\pi n f_0 t) dt \quad (4)$$

De forma geral, a aplicação da série de Fourier facilita a análise de ondas, podendo construir qualquer sinal usando uma soma senoidal até conseguir a forma de onda desejada, a exemplo do mostrado na figura 2.

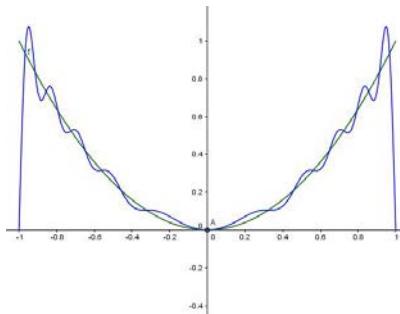


Figura 2 - Aproximação por série de Fourier da função $f(x) = x^2$ com $n=9$.

3.1.2 A Transformada de Fourier e a extração de Harmônicas

A Transformada de Fourier (TF) é uma ferramenta matemática que permite transitar entre variáveis nos domínios do tempo e da frequência, bem como com funções complexas baseadas em somas senoidais (senos e cossenos), a fim de analisar frequências complexas em determinadas formas de ondas.

A extração de componentes harmônicas é possível usando da Transformada de Fourier, uma vez que esta é capaz de analisar individualmente cada componente, ou ainda técnicas que usam a Transformada Discreta de Fourier ou a Transformada Rápida de Fourier – TRF (Fernandes, 2009).

No presente trabalho a TRF foi empregada usando o software Matlab®, a partir dos dados coletados em campo por um analisador conectado nas instalações da empresa Sercom Contact Center. Os resultados desta análise serão apresentados a seguir.

4. A metodologia empregada e os resultados obtidos na empresa Sercom

Como mostrado até aqui, as harmônicas interferem na qualidade de energia, pois distorcem o sinal principal e podem causar problemas nos equipamentos eletroeletrônicos, entre outros. A empresa Sercom detectou, há quatro anos, problemas relacionados com distorções harmônicas na sua rede. Após uma série de contatos com a empresa, foi permitida uma visita em campo, a fim de coletar dados e realizar um primeiro estudo acerca do espectro de frequência existente em sua instalação.

Como já mencionado, por ser uma empresa de serviços de callcenter, muitos computadores são empregados nas suas operações. A empresa possui cerca de 400 computadores por andar, totalizando 800 máquinas na rede ora investigada. A corrente refletida pela carga estava causando distúrbios por harmônicas na rede de distribuição, o que resultou na queima do nobreak da marca Liebert NX120, responsável por manter o andar funcionando no caso de falta de energia.

Neste sentido, a metodologia utilizada neste trabalho tem um caráter exploratório, no sentido de melhor entender as características operacionais da instalação elétrica em questão e posteriormente as componentes harmônicas existentes na rede. O trabalho é dividido em uma fase de coleta de dados em campo e finalmente na avaliação das perturbações usando o software Matlab®.

4.1 Análise dos dados

Os distúrbios causados na rede, e especialmente os harmônicos, impossibilitam a empresa de obter maior eficiência energética para o sistema atual, além de acarretar custos adicionais causados por manutenção corretiva imprevista. O custo causado por este problema foi estimado recentemente pela empresa em aproximadamente R\$ 100.000,00.

Para a coleta de dados em campo, e posterior análise das harmônicas, foi utilizado um analisador de energia Hioki modelo 3197, que forneceu dados das condições atuais da instalação. Os dados foram extraídos do analisador e avaliados no software Matlab®. A TRF foi empregada para a análise dos dados, como pode ser visto no quadro 1 abaixo.

```
Fs=170
t=[0:1/Fs:1]
R=[4,9,14,17,18,20,21,24,25,26,25,24,24,25,26,26,25,26,
figure (1)
plot (t,R,'r',t,s,'b',t,T,'k')
ylabel('Amplitude (I)')
xlabel('Frequência (Hz)')
title ('Forma de onda de corrente no domínio do Tempo')
legend('R', 'S','T','Location','NorthEast')
% FFT da Forma de onda de corrente da Fase R
x=R
figure (2)
[x, freq] = fftf(x, 10200)
title('Espectro da Frequência Fase R - Corrente');
```

Quadro 1.a código para plotar a forma de onda e o espectro da frequência.

```
function [x, freq] = fftf(x, Fs);
N=length(x);
k=0:N-1;
T=N/Fs;
freq=k/T;
x=fftn(x)/N;
cutoff=ceil(N/2);
X=X(1:cutoff);
plot(freq(1:cutoff),abs(X));
xlabel('Frequência (Hz)');
ylabel('Amplitude (I)');
title('Espectro da Frequência');|
```

Quadro 1.b Código da função da Transformada de Fourier.

Os dados coletados pelo analisador foram reproduzidos no Matlab®, a fim de comprovar as distorções na forma de onda da corrente (três fases), conforme demonstrado nas figuras 3 e 4, bem como analisar as componentes harmônicas em cada caso.

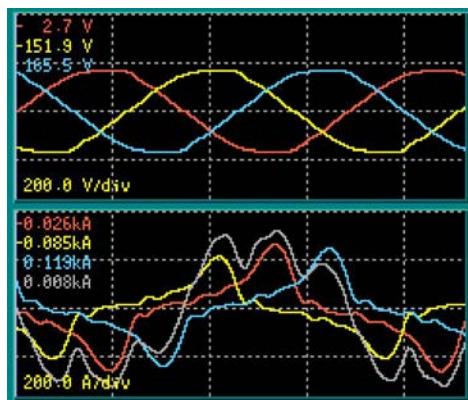


Figura 3 - forma de onda distorcida da corrente (Analisador Hioki)

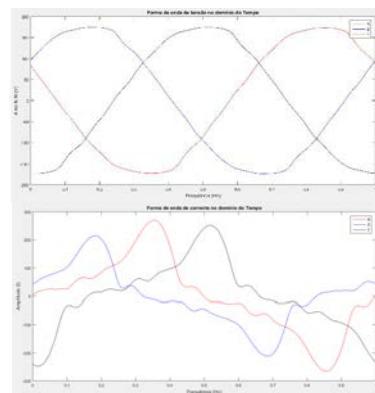


Figura 4 - forma de onda distorcida da corrente (MatLab)

Após a análise dos dados, notou-se que as harmônicas influenciavam mais a corrente, do que a grandeza de tensão. Na figura 5 é possível observar a tela do analisador indicando os níveis de amplitude das correntes harmônicas contidas no sinal da fase R.

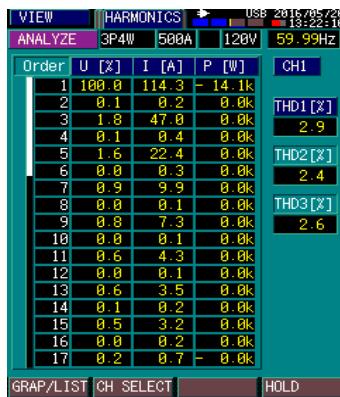


Figura 5 - Tabela de Harmônicas (Analisador Hioki)

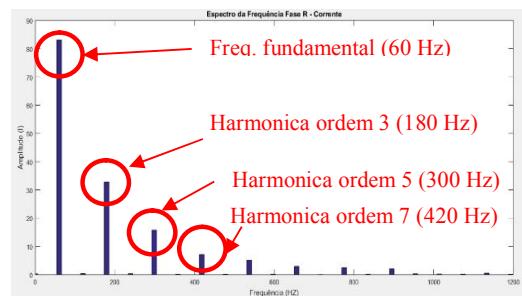


Figura 6 - Espectro de frequência da corrente na fase R (MatLab®)

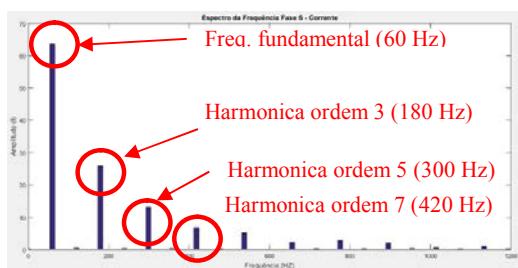


Figura 7 - Espectro de frequência da corrente na fase S (MatLab®)

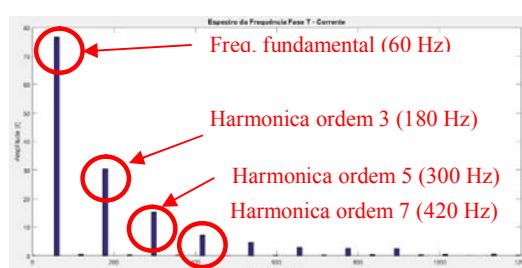


Figura 8 - Espectro de frequência da corrente na fase T (MatLab®)

Nas figuras 6, 7 e 8, é possível observar os espectros das correntes das fases R, S e T respectivamente. Como visto, o gráfico é formado por sua frequência fundamental (60Hz) e por suas múltiplas frequências harmônicas.

5. Conclusão

No presente estudo foram extraídas as componentes harmônicas de uma instalação de baixa tensão, no caso uma empresa de CallCenter, localizada na cidade de São Paulo, a fim de avaliar com maior propriedade a qualidade de energia da sua rede. Os dados coletados com um analisador de mercado e o emprego da técnica TRF usando o software Matlab®, permitiu comprovar a existência das componentes harmônicas na rede da empresa Sercom, fato este inicialmente desconhecido pela empresa. Para a continuidade da presente pesquisa, será investigada a taxa de distorção harmônica na referida rede, bem como avaliar o uso de técnicas inteligentes capazes de prever e/ou detectar de forma incipiente este tipo de falha em linhas de baixa tensão.

Referências

- NILSON, J. W.; RIEDEL, S. A.; (2014) “Circuitos Elétricos”, 8^a Edição, Pearson, São Paulo.
- ANEEL.(2016): “Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional” – Módulo 8 – Qualidade da Energia Elétrica.
- IEC Standard 61000-3-2 (2006) “Limits for harmonic current emissions”.
- NBR 5410, norma Regulamentadora ABNT.
- NBR 14039, norma Regulamentadora ABNT.
- IEEE Standard 519 (1992). “Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems”.
- IEC 555 (1982). “Standard that this down the limit paragraph the harmonics generated by equipment Low Power Electronics”.
- CHAPRA C.; STEVEN; (2013) “Métodos numéricos aplicados com Matlab para engenheiros e cientistas”; Editora Bookman, 3 Edição.
- EN 50160 (1994). “Defines and describes the voltage characteristics with respect to frequency, amplitude, waveform and symmetry”, Norma técnica.
- DUGAN, R. C., McGRANAGHAN, M.F., SANTOSO, S. e BEATY, H.W (2004). “Electrical Power Systems Quality”. McGraw-Hill, USA.
- GONÇALVES, V.A. (2006) “Redução de harmônicos de corrente em retificadores de múltiplos pulsos – generalização das conexões diferenciais”. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista.
- IEEE Standard 1159 (2009). “Recommended Practice For Monitoring Electric Power Quality”.
- FERNANDES, R.A.S (2009). “Identificação de fontes de correntes harmônicas por redes neurais artificiais”. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo.
- SARMANHO, U. A. S (2005). “Influência dos distúrbios elétricos em média tensão na qualidade de energia – estudo em um ambiente universitário”. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.
- TEIXEIRA, D. A (2009). “Análise das distorções harmônicas – estudo de caso de um sistema industrial”. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais.

Algoritmo Genético com Chaves Aleatórias Viciadas de Dois Níveis em Problemas de Sequenciamento da Produção

Two-Level Biased Random Key Genetic Algorithm of Job Shop Scheduling Problem

Aparecida de Fátima Castello Rosa¹, Fabio Henrique Pereira²

^{1,2} Universidade Nove de Julho - UNINOVE (Programa de Pós-graduação em Informática e Gestão do Conhecimento – PPGI/UNINOVE)

Av. Francisco Matarazzo, nº 612, 2º andar, Prédio A, Bairro Água Branca - São Paulo (SP) - Brasil (CEP: 05001-100)

afc.rosa@uninove.edu.br, fabio.hp@uni9.pro.br

Resumo. Algoritmos de otimização com dois níveis usam, em geral, uma combinação de dois modelos: um definido no espaço de busca original (fine model) e outro em um subespaço aproximado (coarse model). Em alguns casos, o coarse model precisa ser refinado a cada iteração elevando o custo computacional. Este trabalho apresenta um Algoritmo Genético de Chaves Aleatórias Viciadas de dois níveis que utiliza um coarse model global definido com base em um modelo de rede neural artificial, o qual é criado a partir da análise de componentes principais de um conjunto preliminar de soluções obtidas no espaço de busca original aplicado em problemas de sequenciamento da produção do tipo job shop. Vale ressaltar que os estudos desta abordagem encontram-se na fase inicial e os resultados apresentados referem-se à aplicação do algoritmo somente no primeiro nível.

Abstract. Usually a two-level optimization algorithm uses a combination of two models: a fine model defined in original search space and a coarse model. In some cases, the coarse model needs to be refined in each iteration that increases the computational cost. This paper presents a Two Level Biased Random Key Genetic Algorithm that uses a global coarse model defined with base an artificial neural network model, which is created from of a principal component analysis of a preliminary solutions set of fine model in job shop scheduling problem. It is noteworthy that studies of this approach are at an early stage and the results refer to the algorithm of the application only in the first level.

Áreas temáticas. Simulação computacional, Inteligência computacional.

1. Introdução

O problema de sequenciamento da produção (*Job Shop Scheduling Problem* - JSSP) é um problema de otimização combinatória, que vem sendo estudado desde a década de 1950, devido a sua importância prática e complexidade computacional. No ambiente de produção do tipo *job shop* clássico pode ser descrito como um conjunto de n *jobs* (tarefas) $J = \{1, \dots, n\}$ e um conjunto de m máquinas $M = \{1, \dots, m\}$. Cada *job* deve ser processado em cada máquina em uma ordem predefinida na sequência tecnológica

das máquinas. Cada máquina pode processar somente um *job* por vez. O processamento de um determinado *job* em uma determinada máquina é denominado de *operação* que requer o uso exclusivo dessa máquina por um determinado tempo de processamento, sendo que não é permitida a interrupção de tarefas (preempção). O sequenciamento é um conjunto de tempos de término de cada operação de tal forma que satisfaça as restrições mencionadas. O tempo requerido para completar todas as operações do sequenciamento é denominado de *makespan*. O JSSP consiste em encontrar um sequenciamento das operações que minimizam o *makespan*. (Asadzadeh, 2015; Gonçalves & Resende, 2014; Yamada, 2003; Yamada & Nakano, 1997).

Como o JSSP é fortemente NP-hard, abordagens estocásticas, tais como Algoritmo Genético (AG), têm sido usadas com relativo sucesso e como alternativa aos algoritmos de busca exaustiva baseados em métodos *branch and bound*, por exemplo, Yamada & Nakano (1997). Algoritmos de otimização metaheurísticos, como o AG, aplicados à problemas das engenharias são muito difundidos (Bukharov & Bogolyubov, 2015; Crevecoeur et al., 2010; C. Xu, Lin, & Yang, 2015). De modo geral, as abordagens baseiam-se na construção de um modelo substituto (*surrogate model*) construído a partir de um conjunto limitado de simulações computacionais. A fim de encontrar uma solução ótima, ou próxima do ótimo, esses algoritmos normalmente exigem muitas avaliações do modelo, o que demanda um custo computacional razoavelmente alto.

Muitos algoritmos de dois níveis tem sido proposto na tentativa de acelerar a resolução desses problemas de otimização (Bandler et al., 1994; Echeverría & Hemker, 2005). Esses algoritmos utilizam uma combinação de dois modelos substitutos no procedimento de otimização: um definido no espaço de busca original (*fine model*) e outro em um subespaço aproximado (*coarse model*). O *coarse model* é criado com base em algumas avaliações do *fine model* e a sua precisão influencia fortemente a convergência. Em muitos casos, porém, os algoritmos de dois níveis possuem características locais, o que significa que o *coarse model* deve ser construído a cada iteração o que representa uma importante desvantagem dessas abordagens (Rosa & Pereira, 2016).

Portanto, apresenta-se neste trabalho um Algoritmo Genético de Chaves Aleatórias (do inglês, BRKGA) de dois níveis que utiliza um *coarse model* global definido com base em Rede Neural Artificial (RNA) e Análise de Componentes Principais (do inglês, PCA) aplicado ao problema de sequenciamento da produção (JSSP). Em problemas nos quais uma função matemática não é explicitamente disponível, o *fine model* é definido como uma regressão não-linear de um conjunto preliminar de soluções aproximadas (pontos no espaço de busca), os quais são determinados de acordo com um delineamento experimental adequado a fim de reduzir o número de simulações (H. Xu, 2004). O *coarse model* é construído como uma aproximação do *fine model* em um subespaço de menor dimensão gerado pela Análise de Componentes Principais.

Vale ressaltar que a abordagem proposta encontra-se na fase inicial e os experimentos realizados em um protótipo utilizando o algoritmo em dois níveis mostraram-se promissores, porém ainda existe a necessidade de refinamento da sua implementação. Portanto, apresenta-se neste trabalho somente os resultados obtidos para a calibração dos parâmetros do BRKGA.

2. Subespaço dos Componentes Principais

A Análise de Componentes Principais (do inglês, PCA) é uma técnica estatística e uma forma de identificar padrões em dados e expressá-los de uma forma de modo a destacar suas similaridades e diferenças.

Uma vez que os padrões em dados podem ser difíceis de serem encontrados em grandes dimensões, eles poderão ser comprimidos, reduzindo a sua dimensionalidade, sem perder muita informação, ou seja, os dados são projetados em um subespaço de dimensão reduzida (Jolliffe, 2002). Resumidamente, o método trabalha como definido nas etapas a seguir:

Etapa 1: obter um conjunto de dados - um conjunto de N variáveis independentes e as respectivas respostas do *fine surrogate model*: $fData$.

Etapa 2: subtrair a média - subtrair o valor médio de cada dimensão, a fim de produzir um conjunto de dados com média zero.

Etapa 3: calcular a matriz de covariância: $C = \text{cov}(fData)$.

Etapa 4: calcular os autovetores e os autovalores da matriz de covariância: $A_{N \times N} = \text{eig}(C)$.

Etapa 5: escolher os n componentes principais - os autovetores com os maiores autovalores têm maior significado: $R = A_{N \times N}$. A noção de redução de dimensão surge ao ignorar os componentes menos significantes ($N - n$ colunas de A , $n < N$).

Etapa 6: determinar o novo conjunto de dados Y - a projeção dos dados originais no subespaço dos Componentes Principais: $Y = (fData * R)$.

3. Modelos de Rede Neural Artificial

Uma Rede Neural Artificial (RNA) consiste em uma técnica de inteligência artificial inspirada na estrutura e funcionamento do cérebro humano. Uma RNA é composta por elementos interconectados, denominados neurônios artificiais, que são responsáveis pelo processamento das informações e fundamental para a operação de uma rede neural, sinapses ou elos de conexão, pesos neurais e funções de transferência (Haykin, 1999).

A forma que os neurônios de uma RNA estão estruturados está ligada com o algoritmo de aprendizagem utilizado para treinar a rede neural. Um modelo de uma RNA pode ser classificado em uma única camada ou com múltiplas camadas.

O modelo de RNA *Multilayer Perceptron* (MLP) largamente utilizado em tarefas de reconhecimento de padrões é caracterizado por ter, além das camadas de entrada e saída, uma ou mais camadas ocultas que permite a rede mapear os padrões com estruturas similares para diferentes saídas. Para tanto, as camadas ocultas atuam como detectores de características, enquanto que a camada de saída recebe o estímulo da última camada oculta e constrói o padrão que será a resposta.

Normalmente, o algoritmo supervisionado *backpropagation* é utilizado para treinar um modelo MLP. Ele é um algoritmo de aprendizagem com base na correção de erros no qual o treinamento é realizado em duas fases: primeiro, um padrão é apresentado à rede por meio da camada de entrada, o sinal de ativação é propagado camada por camada, até que a resposta seja produzida pela camada de saída; na segunda fase, a saída obtida é comparada com a saída desejada para esse padrão particular produzindo um sinal de

erro. Esse sinal de erro é então propagado no sentido oposto (da camada de saída para a camada de entrada) e os pesos sinápticos são ajustados de modo que a resposta da rede aproxime a resposta desejada. (Haykin, 1999).

4. Biased Random-Key Genetic Algorithm - BRKGA

Biased Random-Key Genetic Algorithm – BRKGA (Algoritmo Genético de chaves aleatórias viciadas) é uma metaheurística evolucionária, da classe dos Algoritmos Genéticos, para encontrar soluções ótimas ou próximas de ótima em problemas de otimização. O BRKGA é uma derivação do *Random-Key Genetic Algorithm* (RKGA), introduzido por Bean (1994) para resolver problemas de sequenciamento em otimização combinatória no qual as soluções podem ser representadas por vetores de permutações. Eles diferem na forma como os indivíduos são escolhidos para cruzamento e como o *crossover* uniforme parametrizado é aplicado (Gonçalves, Resende, & Toso, 2014; Resende, 2013).

O BRKGA, resumidamente, opera da seguinte forma: a) o cromossomo ou alelos são codificados utilizando um vetor de n chaves aleatórias dentro do intervalo $[0,1)$, sendo que o vetor é decodificado e mapeado por um decodificador numa solução do problema de otimização e calcula o custo desta solução; o valor de n é dependente da instância do problema de otimização; b) o algoritmo evolui uma população de p vetores; c) a população é particionada em um pequeno conjunto denominado elite que contém os melhores elementos e o restante compõe o conjunto não-elite; d) todos os elementos do conjunto elite são copiados sem alterações para a próxima geração; e) a mutação ocorre pela adição de um pequeno número de vetores de chaves aleatórias gerados da mesma forma que a população inicial é gerada e são introduzidos dentro da próxima geração. O restante da população da próxima geração é composta de soluções geradas pela combinação uniforme parametrizada de pares de soluções, onde uma solução é elite e a outra não (Figura 1) (Mendes, 2003; Resende, 2013).

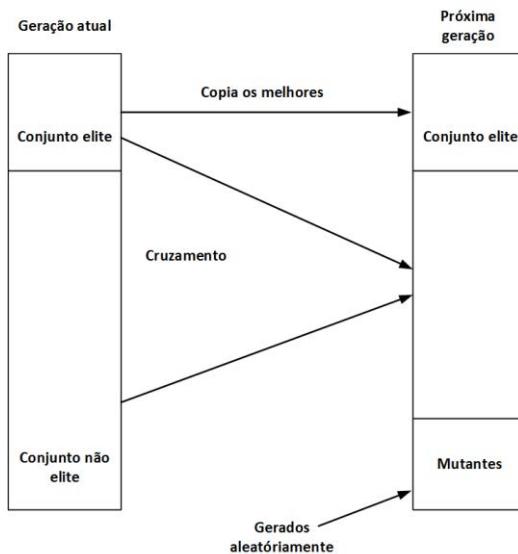


Figura 1 – Evolução de geração. Fonte: Adaptado de (Mendes, 2003).

5. Proposta do Procedimento de Dois Níveis

Na abordagem proposta do algoritmo de dois níveis, uma população de soluções candidatas do BRKGA é evoluída em algumas gerações no *fine model*. Espera-se que depois de algumas gerações iniciais as soluções candidatas estejam distribuídas em regiões próximas ao ponto ótimo e retenham uma parte da informação sobre a variação da função. Após essas gerações iniciais, as soluções candidatas são projetadas no subespaço dos componentes principais. O PCA identifica os padrões nas soluções candidatas e as expressa em um subespaço de menor dimensão, no qual a avaliação das soluções pode ser computacionalmente mais barata.

Então, os dados projetados, associados aos valores originais de aptidão, são utilizados para treinar um modelo de rede neural, *coarse model*, que é aplicado para avaliar soluções em um novo processo de evolução nesse subespaço. A este processo dá-se o nome de correção da solução no subespaço.

Ao final, a última população obtida no processo de correção é transferida de volta ao espaço original, no qual algumas gerações do BRKGA são realizadas para refinar as melhores aproximações da solução. O procedimento computacional é descrito no Algoritmo 1.

Algoritmo 1 – Algoritmo de dois níveis utilizando BRKGA

Entrada: $fModel, v_1, v_2, v_3$
Saída: $lp^f, fbest, ffitness$
1. Escolha a população inicial ip^f
2. $[lp^f, fbest, ffitness] = $ evolui ip^f para v_1 gerações com $fModel$
3. $fData = [lp^f; fbest]$
4. $\Upsilon = \text{PCA}(fData, n)$
5. $cModel = \text{newff}(\Upsilon, ffitness)$
6. $[lp^c, cbest, cfitness] = $ evolui Υ para v_2 gerações com $cModel$
7. $cData = [lp^c; cbest]$
8. $X = \text{iPCA}(cData)$
9. $[lp^f, fbest, ffitness] = $ evolui X para v_3 gerações com $fModel$
10. Retorna

Os parâmetros do algoritmo proposto e suas definições são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Definição dos parâmetros do algoritmo proposto

$fModel$	Modelo de rede neural no <i>fine model</i>
v_1	Número de gerações na primeira evolução do <i>fine level</i>
lp^f	Última população após v_1 gerações
$fbest$	Melhor solução no <i>fine level</i>
$ffitness$	Valores de aptidão dos indivíduos em lp^f
$fData$	Dados para serem projetados no subespaço PCA
Υ	Aproximação dos dados no <i>coarse level</i>
n	Dimensão no <i>coarse level</i>
$cModel$	Modelo da rede neural no <i>coarse level</i>

v_2	Número de gerações no <i>coarse level</i>
lp^c	Última população após v_2 gerações
$cbest$	Melhor solução no <i>coarse level</i>
$cfitness$	Valores de aptidão dos indivíduos em lp^c
$cData$	Dados a serem transferidos para o <i>fine level</i> com PCA inverso
v_3	Número de gerações na segunda evolução no <i>fine level</i>
X	População resultante no <i>fine level</i>

Para operar o procedimento descrito, os seguintes componentes básicos devem ser definidos:

- **Fine model** é definido como um modelo de regressão não-linear baseado em rede neural (modelo substituto ou *surrogate model*), para um conjunto preliminar de simulações (ou a função matemática do problema de otimização, se disponível).
- **Global coarse model** um conjunto de parâmetros de otimização, associado às respectivas respostas do *fine model*, é projetado no subespaço dos componentes principais pelo operador de restrição R . O novo conjunto de dados resultante é utilizado para treinar um modelo de rede neural.
- **Operadores de prolongamento e restrição:** uma matriz R , formada pelos componentes principais (colunas da matriz A no PCA), é utilizada para projetar no subespaço as soluções aproximadas calculadas pelo BRKGA. O prolongamento é realizado apenas tomando a transposta, R^T , e multiplicando-a pelos dados a serem transferidos.
- **Procedimentos de otimização:** o BRKGA é utilizado aqui. Após algumas gerações do BRKGA no espaço original do problema, a projeção das soluções e a criação do *coarse model*, ocorre uma nova busca do BRKGA no subespaço para encontrar uma melhor aproximação da solução. Posteriormente, a aproximação obtida no subespaço é refinada no espaço original. A Figura 2 ilustra o procedimento descrito.

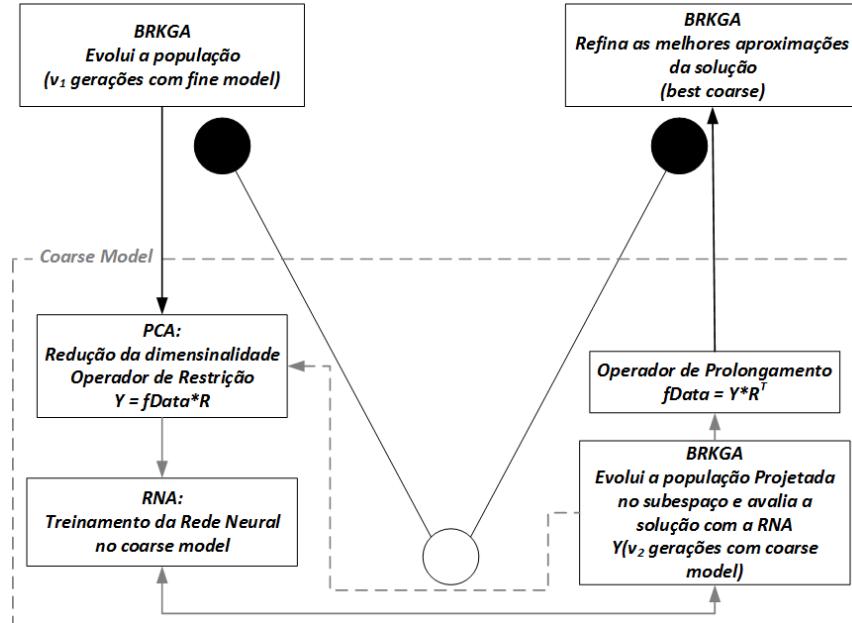


Figura 2 – Representação do Algoritmo de dois níveis. Fonte: os autores.

6.Materiais e Métodos

Para a implementação do BRKGA foi utilizada a API (*Application Programming Interface*, ou biblioteca em C++) proposta por (Toso & Resende, 2014) disponível em <http://mauricio.resende.info/src/brkgaAPI>. Para o PCA e RNA será utilizada a biblioteca de análise numérica e processamento de dados ALGILIB *Free Edition* disponível em <http://www.alglib.net>. Ambas as bibliotecas são de código fonte aberto.

Os exemplares de problemas (*benchmarks*) do JSSP estão disponíveis na *OR-Library* (BEASLEY, 1990) mantida por Dirk C. Mattfeld e Rob J. M. Vaessens. Para este estudo inicial é abordado o exemplar do problema LA-22 (15 máquinas X 10 *jobs*) (Lawrence, 1984).

7.Resultados e Discussão

Nesta fase inicial da pesquisa os resultados apresentados referem-se somente ao BRKGA, portanto, são apresentados resultados obtidos no *fine model* avaliando-se somente a calibração dos parâmetros e o desempenho do algoritmo. Para este estudo foi abordado o exemplar do problema LA22, com 15 máquinas e 10 *jobs* (Lawrence, 1984) que tem como o melhor valor conhecido do *makespan* = 927 (Gonçalves, Mendes, Resende, & Gonc, 2005; Peng, Lü, & Cheng, 2015).

Os principais parâmetros do BRKGA avaliados são: porcentagem da população elite *pe*, porcentagem da população mutante *pm* e probabilidade de *crossover* *cProb*. Para calibração desses parâmetros foi realizada uma série de cinco simulações, com variação de apenas um dos parâmetros, mantendo-se todos os outros fixos. Os parâmetros mantidos fixos são: o tamanho da população *p* é igual a duas vezes o tamanho do cromossomo, neste caso *p* = 300, (cada cromossomo do LA22 é um vetor de chaves aleatórias de tamanho 150 que representa um indivíduo na população); o número máximo de gerações, *maxGen*, inicia em zero até 1000 gerações. As simulações foram conduzidas com base em Gonçalves et al. (2004), Gonçalves et al. (2005) e Resende (2013) inclusive e testes realizados previamente.

A Figura 3 apresenta os resultados obtidos para a variação do parâmetro *cProb*. Com uma taxa de *crossover* igual a 75% o BRKGA alcança um melhor desempenho, porém nota-se que o algoritmo ficou estagnado a partir da geração 300 obtendo um valor do *makespan* igual a 1002.

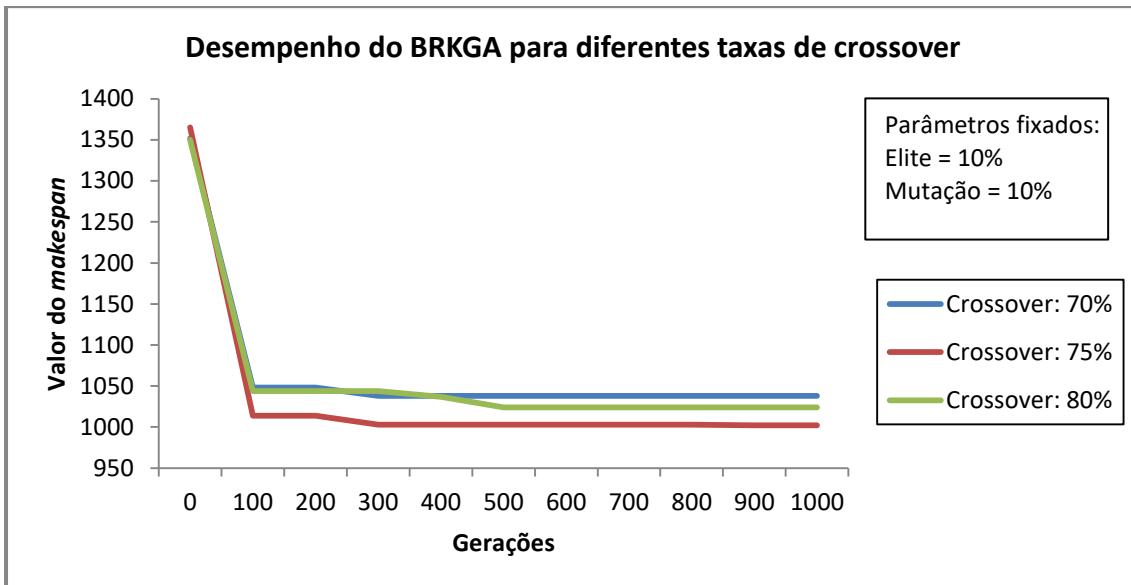


Figura 3 – Desempenho do BRKGA para diferentes taxas de crossover.

Para os parâmetros pe e pm apresentados a seguir, a taxa de *crossover* foi configurada com 75% devido essa apresentar melhor resultado.

O desempenho do algoritmo para o parâmetro taxa da população elite (pe) é apresentado na Figura 4. Com o valor de 20% da população elite o BRKGA obtém um valor para o *makespan* igual a 984 na geração igual a 1000.

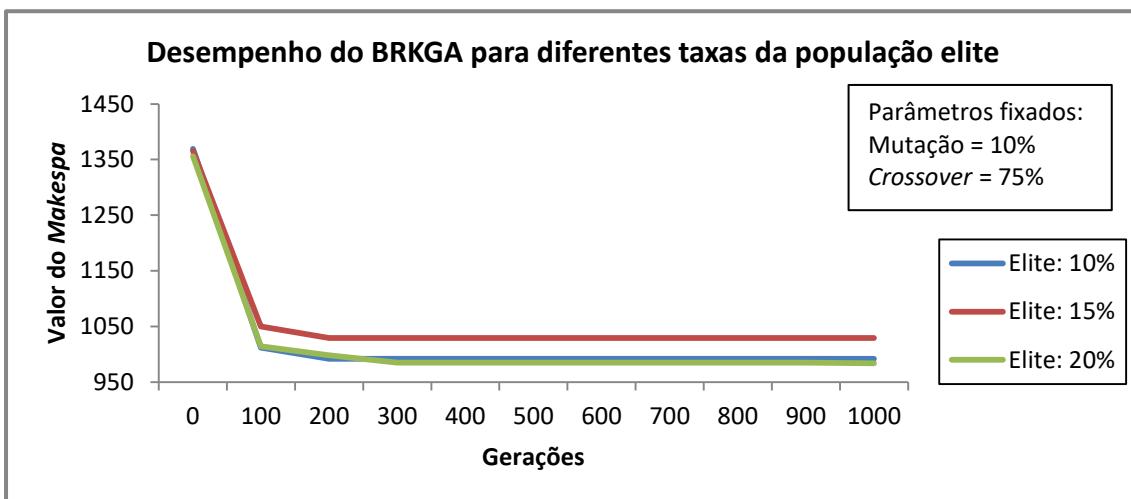


Figura 4 – Desempenho do BRKGA para diferentes taxas da população elite.

Por último, foi testado o desempenho do algoritmo para o parâmetro referente a porcentagem da população mutante (pm). Os resultados são apresentados na Figura 5. Com 20% da população mutante, o BRKGA encontrou valor para o *makespan* igual a 972, sendo este o melhor resultado encontrado nas configurações testadas.

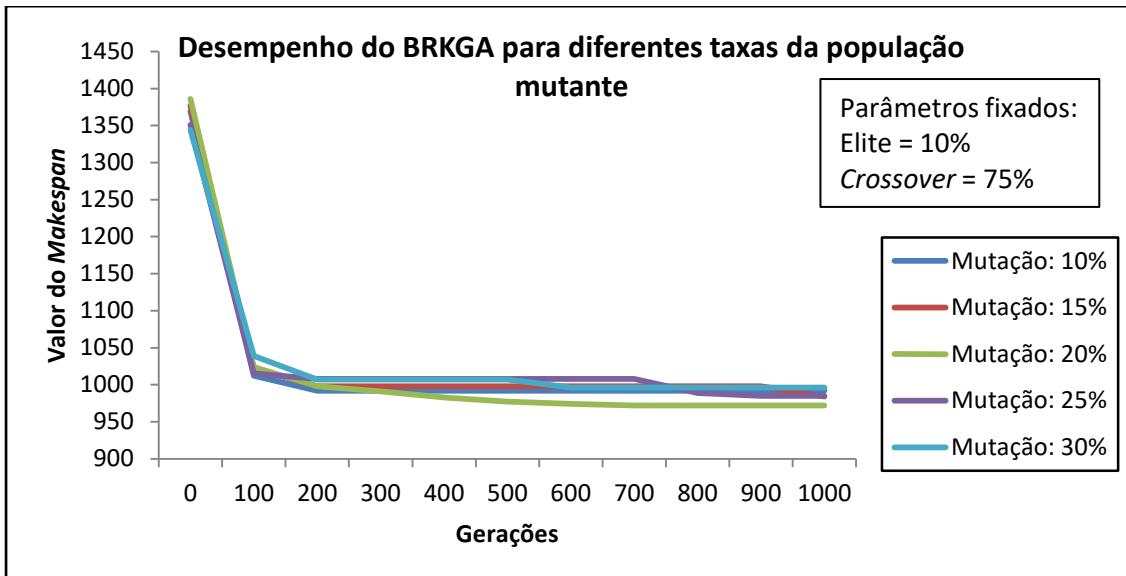


Figura 5 – Desempenho do BRKGA para diferentes taxas da população mutante

Os valores obtidos pelo algoritmo apresentados nos gráficos acima, encontram-se muito próximos o que dificulta a interpretação dos dados. Para melhor visualização, os dados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores obtidos nas simulações do BRKGA.

Gerações	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Crossover: 70%	1352	1048	1048	1038	1038	1038	1038	1038	1038	1038	1038
Crossover: 75%	1365	1014	1014	1003	1003	1003	1003	1003	1003	1002	1002
Crossover: 80%	1350	1044	1044	1044	1037	1024	1024	1024	1024	1024	1024
Elite: 10%	1369	1012	992	992	992	992	992	992	992	992	992
Elite: 15%	1366	1050	1029	1029	1029	1029	1029	1029	1029	1029	1029
Elite: 20%	1356	1014	998	985	985	985	985	985	985	985	984
Mutação: 10%	1369	1012	992	992	992	992	992	992	992	992	992
Mutação: 15%	1377	1022	998	998	998	998	998	998	998	998	984
Mutação: 20%	1386	1024	998	991	983	977	974	972	972	972	972
Mutação: 25%	1351	1015	1008	1008	1008	1008	1008	1008	989	985	985
Mutação: 30%	1344	1039	1007	1007	1007	1007	996	996	996	996	996

8. Conclusão

Conforme mencionado anteriormente, os testes encontram-se na fase inicial e os resultados apresentados referem-se ao desempenho do BRKGA no *fine level*.

Pode-se concluir que em problemas de sequenciamento da produção o BRKGA por si só não convergiu para o valor ótimo conhecido do *makespan*, que é igual a 927, mesmo com número máximo de gerações igual a 1000. Percebe-se também que ainda é necessário explorar mais os parâmetros do BRKGA para melhores resultados.

A abordagem do Algoritmo Genético com chaves aleatórias viciadas de dois níveis mostrou-se promissora em testes realizados previamente em protótipos, porém requer maior refinamento em sua implementação, motivo pelo qual seus resultados não foram

apresentados. A implementação da abordagem proposta encontra-se em desenvolvimento para futuros trabalhos.

Referências

- Asadzadeh, L. (2015) “A local search genetic algorithm for the job shop scheduling problem with intelligent agents”, *Computers & Industrial Engineering*, 85, p.376–383.
- Bandler, J. W., Biernacki, R. M., Chen, S. H., Grobelny, P. A., & Hemmers, R. H. (1994) “Space mapping technique for electromagnetic optimization”, *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, 42(12), p.2536–2544.
- Bean, J.C. (1994) “Genetic Algorithms and Random Keys for Sequencing and Optimization”, *ORSA Journal on Computing*, 6(2), p.154–160.
- Beasley, J.E. (1990) “OR-Library”, <http://people.brunel.ac.uk/~mastjjb/jeb/orlib/files/jobshop1.txt>.
- Bukharov, O.E. & Bogolyubov, D.P. (2015) “Development of a decision support system based on neural networks and a genetic algorithm”, *Expert Systems with Applications*, 42(15–16), pp.6177–6183.
- Crevecoeur, G., Sergeant, P., Dupre, L., & Van De Walle, R. (2010) “A Two-Level Genetic Algorithm for Electromagnetic Optimization”, *IEEE Transactions on Magnetics*, 46(7), p.2585–2595.
- Echeverría, D. & Hemker, P.W. (2005) “Space Mapping and Defect Correction”, *Computational Methods in Applied Mathematics*, 5(2).
- Gonçalves, J.F., Mendes, J.J.M, Resende, M.G.C., Gonc, F. (2005) “A hybrid genetic algorithm for the job shop scheduling problem”, *European Journal of Operational Research*, 167(1), p.77–95.
- Gonçalves, J.F., Mendes, J.J.M. & Resende, M.G.C. (2004) “A genetic algorithm for the resource constrained multi-project scheduling problem” AT&T Labs Technical Report
- Gonçalves, J.F. & Resende, M.G.C. (2014) “An extended Akers graphical method with a biased random-key genetic algorithm for job-shop scheduling” *International Transactions in Operational Research*, 21(2), p.215–246.
- Gonçalves, J.F., Resende, M.G.C. & Toso, R.F. (2014) “An Experimental Comparison of Biased and Unbiased Random-Key Genetic Algorithms”, *Pesquisa Operacional*, 34(2), p.143–164.
- Haykin, S. (1999) *Neural Networks: A Comprehensive Foundation*, Pearson Prentice Hall 2nd edition.
- Jolliffe, I.T. (2002) *Principal Component Analysis*, Springer-Verlag, 2nd edition.
- Lawrence, S. (1984) “Resource constrained project scheduling: an experimental investigation of heuristic scheduling techniques (Supplement)”, Pittsburgh-Pennsylvania: Carnegie-Mellon University.
- Mendes, J.J.M. (2003) “Sistema de Apoio à Decisão para Planeamento de Sistemas de Produção Tipo Projecto”. Universidade do Porto. Disponível em: <http://repositorio>

[aberto.up.pt/bitstream/10216/12050/2/Texto integral.pdf](http://aberto.up.pt/bitstream/10216/12050/2/Texto%20integral.pdf).

- Peng, B., Lü, Z. & Cheng, T.C.E. (2015) “A tabu search/path relinking algorithm to solve the job shop scheduling problem”, *Computers & Operations Research*, 53, p.154–164.
- Resende, M.G.C. (2013) “Introdução aos algoritmos genéticos de chaves aleatórias viciadas”. In: XLV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. p. 3680–3691.
- Rosa, A. de F.C. & Pereira, F.H. (2016) “Algoritmo Genético de Dois Níveis para Problemas de Otimização”, In: Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics. Gramado - RS, p. 1–7.
- Toso, R.F. & Resende, M.G.C. (2014) “A C++ application programming interface for biased random-key genetic algorithms”, *Optimization Methods and Software*, 30(1), p.1–15.
- Xu, C., Lin, S. & Yang, Y. (2015), “Optimal design of viscoelastic damping structures using layerwise finite element analysis and multi-objective genetic algorithm”, *Computers & Structures*, 157, p.1–8.
- Xu, H. (2004), “A Catalogue of Three-Level Regular Fractional Factorial Designs”, California, Los Angeles, CA, USA: Univ. California.
- Yamada, T. (2003), “Studies on Metaheuristics for Jobshop and Flowshop Scheduling Problems” Kyoto, Japan: Kyoto University.
- Yamada, T. & Nakano, R. (1997), “Genetic algorithms for job-shop scheduling problems”, In: *Proceedings of Modern Heuristic for Decision Support*. p. 67–81.

Apresentação da norma ISO/IEC 29110 voltada para a qualidade de Software de micro organizações

Presentation of ISO / IEC 29110 focused on the quality of Small Software Organizations

Nilson Salvetti¹, Ivanir Costa¹, Marcos V. Cardoso¹, Huoston Rodrigues Batista¹

¹ Universidade Nove de Julho - UNINOVE (Programa de Pós-Graduação em Informática e Gestão do Conhecimento)

Av. Francisco Matarazzo 612, Bloco A, São Paulo, SP – Brasil

nilson.salvetti@uninove.br, icostall@live.com, mvcardoso@uni9.pro.br, huostonrodrigues@gmail.com

Resumo. Existem várias normas e modelos que permitem às empresas melhorar a qualidade do desenvolvimento de software e de sistemas. Nesse contexto, pode-se citar o modelo de maturidade CMMI, usado em organizações de todo o mundo. No Brasil, além do CMMI, implementa-se processos baseados no modelo MPS.Br. Nesse cenário surge como uma nova opção a norma ISO/IEC 29110, elaborada para VSE (Very Small Entities). O objetivo desse trabalho é apresentar a norma ISO/IEC 29110 e assim, contribuir na orientação das organizações de pequeno porte na escolha de um modelo // norma para melhoria da qualidade de seus produtos de software.

Áreas temáticas. *Qualidade de Software, Modelos de Qualidade de Software, Normas de Qualidade de Software.*

Abstract. *There are several standards and models that allow companies to improve the quality of software development and systems. In this context, we can mention the maturity model CMMI, used in organizations around the world. In Brazil, in addition to CMMI, It is often implemented processes based on the model MPS.Br. In this scenario emerges as a new option the ISO / IEC 29110 standard, developed for VSE (Very Small Entities). The aim of this paper is to present ISO/IEC 29110 standard and thus, contribute to the orientation of small organizations in choosing a model or standard to improve the quality of their software products.*

Tematic Areas. *Software Quality, Software Quality Models, Software Quality Standards.*

1. Introdução

Algumas organizações de desenvolvimento de software do Brasil e do exterior apoiam-se em um modelo de qualidade concebido pelo SEI (*Software Engineering Institute*) chamado CMMI (*Capability Maturity Model Integratrion*). Este modelo permite que uma empresa seja certificada com relação à sua maturidade no processo de software. Nas bases de dados do Instituto estão cadastradas 12691 organizações entre os períodos de janeiro de 2007 e dezembro de 2015. Deste montante, 295 são brasileiras (CMMI, 2016).

Para as empresas brasileiras surge uma outra alternativa que é o modelo MPS-Br, cuja concepção envolveu o Ministério da Ciência e Tecnologia, através de um órgão chamado SOFTEX em 2005. Nas bases do site da SOFTEX tem-se atualmente 697 empresas certificadas desde a criação do modelo (SOFTEX, 2016).

Por outro lado, em 2014 haviam 12661 empresas atuando no setor de software e serviços, das quais 28,8% eram de desenvolvimento e desse montante, mais de 45% eram consideradas microempresas (com menos de 10 funcionários). Portanto esse trabalho pode ser aplicável a todo este universo de empresas (ABESSOFTWARE, 2015).

De acordo com Audy e Prikladnicki (2008) a busca por modelos e normas se deve à necessidade de as organizações terem um mínimo controle sobre a qualidade do processo utilizado. Desenvolver software de qualidade, dentro dos prazos estabelecidos e sem necessitar de mais recursos do que aqueles alocados, tem sido o grande desafio.

A falta de um processo organizado acaba gerando problemas em planejamento e implementação de produtos de software e acabam gerando defeitos nos produtos afetando consequentemente sua qualidade.

Segundo Pressman (2016) pessoas, negócios e governos dependem, cada vez mais, de software para a tomada de decisões estratégicas e táticas, assim como para controle e operações cotidianas. Se o software falhar, as pessoas e as principais empresas poderão ter desde pequenos inconvenientes até falhas catastróficas. Pode-se afirmar, portanto, que um software deve apresentar alta qualidade.

Recentemente, a nível internacional, foi criada a norma ISO/IEC 29110, que foi elaborada para micro organizações, denominadas *Very Small Entities* (VSE). Uma VSE é uma entidade (empresa, organização, departamento ou projeto) com até 25 pessoas. Essa norma foi colocada à disposição da coletividade acadêmica e empresarial em 2012, (ABNT, 2012).

Ainda de acordo com a ABNT (2012) sobre a norma ISO/IEC 29110 tem-se:

- A norma pode ser utilizada com qualquer processo, técnica ou método na busca de aumento da produtividade, melhoria da qualidade e, consequentemente, maior satisfação do cliente. Também pode ser usada como um guia de engenharia e gestão. E finalmente é consistente com ciclos de vida de sistemas consagrados da Engenharia de Software.

- A norma foi desenvolvida para ser uma solução pensada para as VSEs de maneira a assegurar que a empresa forneça software de acordo com os requisitos do cliente, atendendo às suas necessidades, no prazo e com o custo acordado.
- O fato de ser uma norma internacional dá-lhe um potencial de reconhecimento bastante grande.

Relatos franceses, de acordo com Hébert, Mineau e Laporte (2013), no que tange a utilização da norma em projetos, mostram o desenvolvimento do software de acordo com o planejado.

Nos EUA, conforme Larrucea et. al (2016), foram analisadas 74 microempresas com base nos processos da ISO/IEC29110, e os resultados indicam que a maioria delas já têm processos que satisfazem requisitos básicos. Os maiores problemas estão nas áreas de implementação, verificação, validação, casos de teste, procedimento de teste, componentes de software, arquitetura e design detalhado.

2. A Norma ISO/IEC 29110

A norma ISO / IEC 29110 segundo o relatório técnico ISO/IEC TR 29110-5-1-2 define três perfis: Básico, Intermediário e Avançado. O primeiro dos perfis, foi publicado em 2012 sob o nome ISO/IEC 29110 Perfil Básico (ABNT, 2012).

O Perfil Básico é definido com dois processos: Gerência de Projetos (PM – *Project Management*) e Implementação do Software (SI – *Software Implementation*).

No Perfil Básico, espera-se que, para iniciar o ciclo de vida de desenvolvimento de um projeto de software, a organização tenha como entrada uma declaração de trabalho definida. Ao final do seu ciclo, o projeto terá como saída o software “configurado” para ser entregue ao cliente. O diagrama representado na Figura 1 ilustra a interação entre esses dois processos descritos na ISO/IEC 29110.

Na Figura 1 aparecem dois processos para o Perfil Básico: a Gerência de Projeto e o processo Implementação de Software.

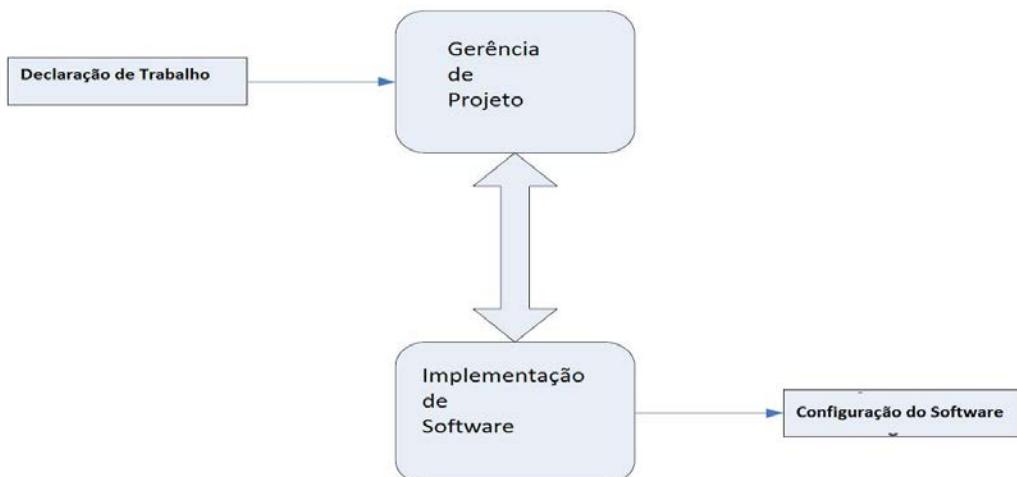


Figura 1. Interação entre os processos do Perfil Básico

Fonte: Adaptada de ABNT (2012)

O propósito do processo de Gerência de Projetos (PM) é estabelecer e manter sistematicamente as tarefas de implementação, visando os objetivos de qualidade esperada, tempo e custo.

A Figura 2 apresenta o processo PM de forma detalhada.

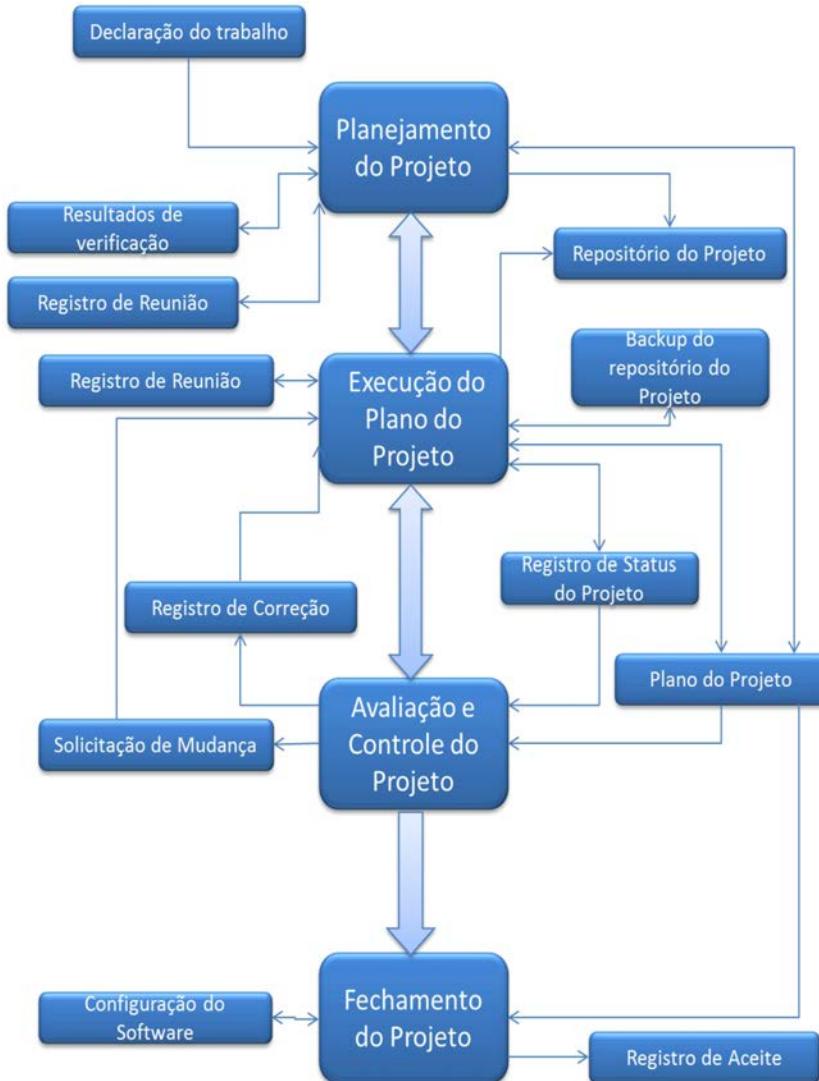


Figura 2. Diagrama do Processo de Gerência do Projeto

Fonte: ABNT (2012)

O Processo PM é constituído de um conjunto de objetivos que são organizados sequencialmente de 01 a 07 e cobrem todo o processo apresentado na Figura 2, que são:

- PM.O1 - O Plano de Projeto para a execução do projeto é desenvolvido de acordo com a Declaração de Trabalho e revisto e aceito pelo Cliente (Registro de

Reunião). As tarefas e os recursos necessários para completar o trabalho são dimensionados e estimados.

- PM.O2 - O progresso do projeto é monitorado contra o Plano de Projeto e registrado no Registro de Status de Progresso. Ações corretivas para corrigir os problemas e desvios do plano são tomadas quando as metas do projeto não forem alcançadas (Registro de Correção). O encerramento do projeto é formalizado para obter o aceite do cliente, documentado no Registro de Aceite.
- PM.O3 - As Solicitações de Mudança são tratadas através de sua recepção e análise. Alterações nos requisitos de software são avaliadas quanto ao custo, cronograma e impacto técnico.
- PM.O4 - São mantidas reuniões de revisão com a equipe de trabalho e os clientes. As decisões são registradas e monitoradas (Registro de Reunião).
- PM.O5 - Os riscos são identificados inicialmente e durante a condução do projeto (Repositório do Projeto).
- PM.O6 - Uma Estratégia de Controle de Versão do software é desenvolvida. Itens de Configuração de Software são identificados, definidos e postos em baseline. As modificações e liberações dos itens são controladas e disponibilizadas ao Cliente e à Equipe de Trabalho. O armazenamento, manuseio e entrega dos itens são controlados (Configuração do Software).
- PM.O7 - A Garantia de Qualidade de Software é realizada para assegurar que produtos e processos de trabalho cumpram o Plano de Projeto e a Especificação de Requisitos (Resultados de Verificação).

Por outro lado, o propósito do processo de Implementação de Software (SI) é realizar sistematicamente as atividades de análise, projeto, construção, integração e testes, para um novo software ou uma modificação, de acordo com os requisitos especificados.

Esse processo possui o diagrama apresentado na Figura 3.

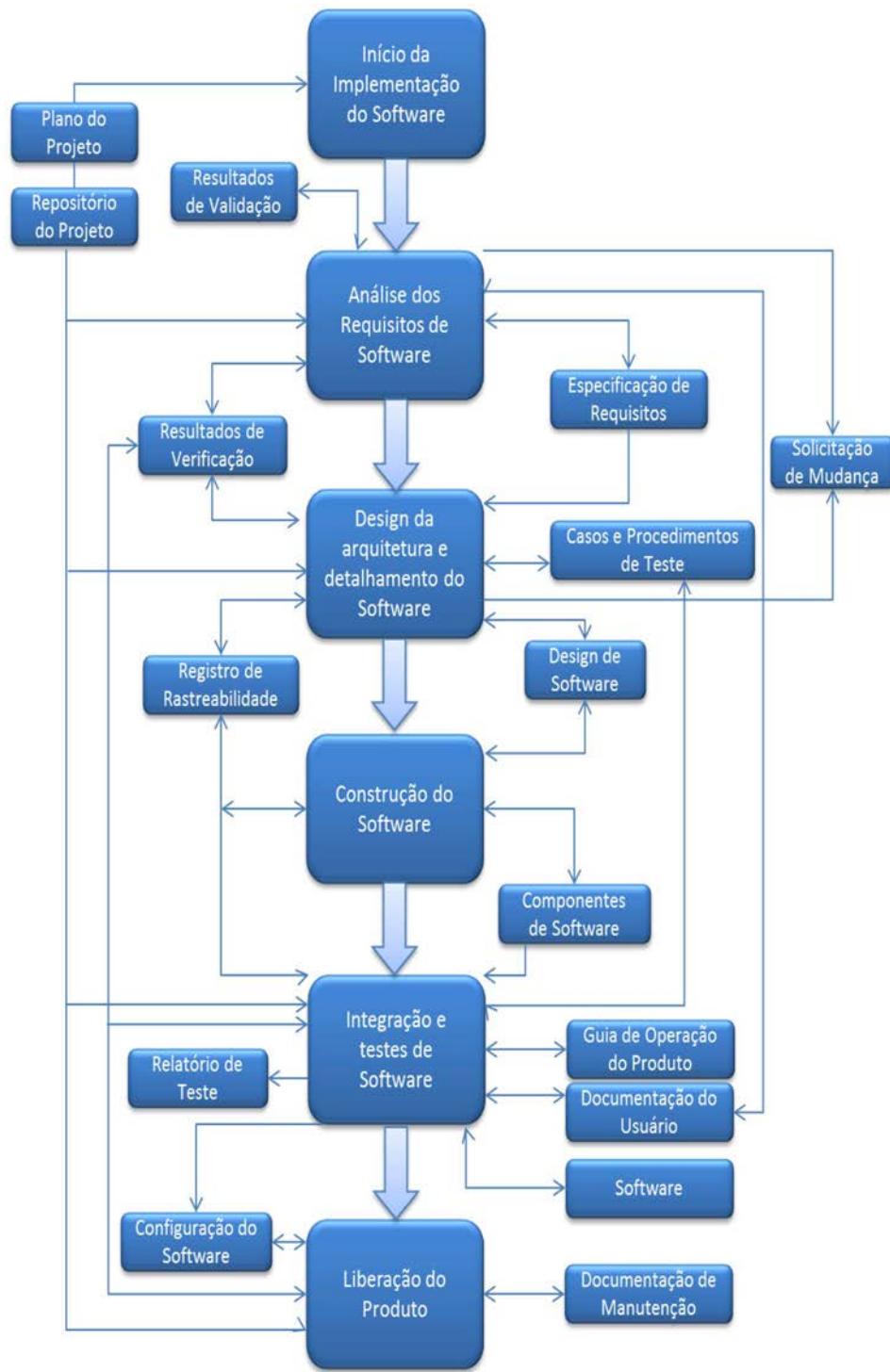


Figura 3. Diagrama do Processo de Implementação de Software
Fonte: ABNT (2012)

O Processo SI é constituído de um conjunto de objetivos que são organizados sequencialmente de 01 a 07 e cobrem todo o processo apresentado na Figura 3, que são:

- SI.O1. - Tarefas das atividades são realizadas em cumprimento do Plano de Projeto.
- SI.O2. - Requisitos de Software são definidos, analisados quanto à correção e testabilidade, aprovados pelo Cliente, colocados em baseline e comunicados (Especificação de Requisitos).
- SI.O3. - Um projeto de arquitetura e detalhamento é desenvolvido e posto em baseline. Ele descreve os itens de software e suas interfaces internas e externas (Design de Software). É estabelecida consistência e rastreabilidade aos requisitos de software (Registro de Rastreabilidade).
- SI.O4. - Os componentes de software definidos pelo projeto são produzidos. Testes unitários são definidos e realizados para verificar a consistência com os requisitos e com o projeto (Casos e Procedimentos de Testes). É estabelecida rastreabilidade para os requisitos e para o projeto (Registro de Rastreabilidade).
- SI.O5. - Software é produzido fazendo a integração dos componentes de software e é verificado usando Casos de Teste e Procedimentos Teste. Os resultados são registrados no Relatório de Teste. Os defeitos são corrigidos e é estabelecida consistência e rastreabilidade ao Projeto Software (Registro de Rastreabilidade).
- SI.O6. - Uma Configuração de Software, que atende à Especificação de Requisitos conforme acordado com o Cliente, a qual inclui documentações do usuário, de operação e de manutenção é integrada, colocada em baseline e armazenada no Repositório do Projeto. Necessidades de alterações na Configuração do Software são detectadas e as devidas Solicitações de Mudança são iniciadas.
- SI.O7. - Tarefas de Verificação e Validação de todos os produtos de trabalho necessários são realizadas usando critérios definidos para assegurar a consistência entre produtos de saída e entrada em cada atividade. Defeitos são identificados e corrigidos, Registros são armazenados em Resultados de Verificação/Validação.

Como pode ser observado, nas descrições dos processos PM e SI, para cada processo existe um conjunto de objetivos. Para alcançar os objetivos do processo, são definidas atividades obrigatórias que recebem produtos de entrada e geram produtos de saída.

Os produtos de entrada são gerados por atividades que podem ser intrínsecas ou extrínsecas ao processo e são, portanto, opcionais. Os produtos de saída são gerados pelas atividades realizadas ou pelas tarefas detalhadas de cada uma delas.

Há ainda produtos internos que servem de apoio à realização das atividades e que são, também, opcionais.

As atividades definidas como obrigatórias para cada processo são descritas no nível de macro atividades e devem ser executadas por meio de um conjunto de tarefas mais detalhadas.

3. Conclusão

O objetivo desse trabalho foi apresentar a norma ISO/IEC 29110 e seus processos do Perfil Básico. A implementação dos processos da norma e a sua utilização por uma microempresa pode resultar nos seguintes benefícios:

- Um conjunto acordado de requisitos do projeto e produtos esperados é entregue ao cliente;
- Um processo de gerenciamento disciplinado que fornece visibilidade do projeto e ações corretivas para os problemas e desvios do projeto é executado;
- Um processo sistemático de implementação de software que satisfaz as necessidades do cliente e que garante produtos de qualidade é seguido.

A evolução desse trabalho deverá contemplar um estudo comparativo entre os objetivos de cada processo do Perfil Básico e as práticas das áreas de processo do CMMI e os resultados esperados de cada um dos processos do MPS.Br.

4. Citações e Referências

ABES SOFTWARE. Panoramas e Tendências. Disponível em: <http://central.abessoftware.com.br/Content/UploadedFiles/Arquivos/Dados%202011/mercado-brasileiro-de-software-02-2015.pdf>. Acessado em 06/06/2016.

ABNT. ABNT ISO/IEC TR 29110-5-1-2 - Relatório Técnico - (2012). Engenharia de Software – Perfis de ciclo de vida para micro organizações (VSEs).

Audy, J. e Prikladnicki, R. (2008). *Desenvolvimento Distribuído de Software*. Rio de Janeiro: Ed. Elsevier.

CMMI Institute. Maturity Profile, Disponível em: <http://partners.clearmodel.com/wp-content/uploads/2016/03/Maturity-Profile-Ending-Dec-31-2015-Quality-20150301.pdf>. Acessado em: 27/08/2016.

Hébert, C., Mineau, C. e Laporte, C. Y. (2013). Développement d'un logiciel de réseau social orienté voyages avec la nouvelle norme ISO/IEC 29110 – França: *Geniel Logiciel*, N° 107, Dez.

Larrucea, X., O'Connor, R.V., Colomo-Palacios, R. e Laporte, C. Y. (2016). Software Process Improvement in Very Small Organizations. EUA: IEEE SOFTWARE, Março-Abril.

Pressman, R. S. e Maxim, B. R. (2016). *Engenharia de Software – uma abordagem profissional*. RGS: AMGH Editora, 8^a ed.

SOFTEX. Avaliações MPS-SW (Software) Publicadas Disponível em: http://www.softex.br/wp-content/uploads/2013/07/2Avaliacoes-MPSSW-Publicadas_05.04.2016_697.pdf. Acessado em 27/08/2016.

PERSPECTIVA DE CRIAÇÃO DO CONHECIMENTO EM UMA ESTRUTURA DEVOPS

André Rivas¹, Ivanir Costa¹, Tereza Cristina Maia Fernandes², Aguinaldo Aragon Fernandes²

¹ Uninove (Programa de Pós-Graduação em Informática e Gestão do Conhecimento)

Av. Francisco Matarazzo 612, Bloco A, São Paulo, SP – Brasil

²ITAC (Instituto de Tecnologia Aragon e Costa)

Av. Tamboré, 1393 – Tamboré, São Paulo, SP – Brasil

rivas.andre@gmail.com, icosta11@live.com,
crismaia@itac.org.br, aguinaldo.aragon@itac.org.br

Resumo. O presente artigo tem por objetivo abordar a perspectiva da Gestão do Conhecimento diante de uma estrutura DevOps, utilizando-se de estudo de caso único realizado em uma empresa multinacional desenvolvedora de software. Considerando os resultados provenientes da pesquisa, constata-se que o caráter adaptativo da estrutura DevOps favorece a interação entre os membros do projeto e uma estrutura capaz de aproximar o time. Ainda favorece a criação do conhecimento na organização, muito embora o conceito apresente uma predominância ágil em suas atividades, há frequência de documentação, contrariando uma crítica recorrente do modelo.

Áreas temáticas. Gestão do Conhecimento, DevOps, Projetos de Software, Estudo de Caso.

Abstract. This research addresses the perspective of knowledge management on a DevOps structure using single case study in a developer multinational software company. Considering the results from the study, it appears that the adaptive nature of DevOps structure favors the interaction between project members. A structure capable of bringing the members of the project favors the creation of knowledge in the organization (as is the case DevOps); even though the concept presents an agile predominance in their activities, there is often documentation, contradicting a recurring criticism of the model

Tematic Areas. Knowledge Management, DevOps, Software Project, Case Study.

1. Introdução

O software se situa hoje como um elemento vital da sociedade moderna e está incorporado praticamente dentro de tudo que ela necessita: de computadores tradicionais a aparelhos eletrônicos de consumo, tais como telefones celulares, máquinas de lavar,

televisores e até equipamentos vitais à vida humana, tais como dispositivos médicos e sistemas de defesa. A complexidade intrínseca desses sistemas também pode ser alta e esses produtos podem apresentar um número muito elevado de interações entre seus componentes, o que leva à necessidade de se utilizar algum tipo de processo, métodos, padrões e práticas para que seu desenvolvimento ocorra de tal modo que se obtenha um produto final com qualidade esperada, dentro de prazos e orçamentos adequados.

A visão do software como algo abstrato, puramente matemático foi alterada para a de um produto que pode ser projetado e construído tal como um produto de Engenharia, executado por uma equipe e guiado por um projeto formal, permitindo assim que sistemas mais complexos possam ser construídos. Em particular para os sistemas de negócios, os processos de desenvolvimento de software precisam ser voltados ao desenvolvimento e entrega rápida do software, neste sentido, em fevereiro de 2001, um grupo de dezessete especialistas em processos de software, representando os principais métodos de desenvolvimento ágeis daquele momento, se reuniu para discutir suas propostas e então como resultado surgiu o Manifesto para o Desenvolvimento Ágil, conhecido como “Manifesto Ágil”.

Com o uso cada vez mais frequente das práticas ágeis para a produção do software, as equipes de desenvolvimento se tornaram rapidamente mais eficientes. No entanto, esta mudança trouxe para a área de operação uma demanda muito maior de implantação de novos sistemas e liberação de *builds*, causando atrasos na implementação das soluções. Diante da necessidade do alinhamento para a entrega do software entre as áreas de desenvolvimento e operação, surge o movimento DevOps, que objetiva sincronizar os esforços, acentuando a colaboração entre os times de desenvolvimento e operação, de forma orientada ao negócio.

As práticas DevOps incentivam o envolvimento da equipe do projeto de um software como um “todo”, desenvolvedores, testadores e a equipe de operação. Este ambiente se mostra favorável a criação do conhecimento organizacional da empresa, uma vez que pode reunir ações de socialização, externalização, combinação e internalização; iniciativas preconizadas por Nonaka e Takeuchi (1997) como essenciais para a Gestão do Conhecimento.

A associação de esforços derivados da Gestão do Conhecimento em ambientes pertinentes ao fornecimento de produtos e serviços de software caracteriza um tema explorado na literatura acadêmica com certa frequência (DENNEHY, 2001). Nesse sentido, as empresas têm investido em novas tecnologias de informação, a fim de gerir seu capital intelectual. Todavia, para que o conhecimento se desenvolva é necessário que a empresa funcione como uma comunidade social, com espaço para o surgimento das habilidades específicas de orientação, comunicação e difusão (Nonaka e Takeuchi, 1997).

Em consonância à questão de pesquisa, estabeleceu-se o objetivo geral de identificar como a organização abordada no estudo de caso, comprehende o ambiente DevOps sob a perspectiva da criação do conhecimento organizacional, considerando a espiral do conhecimento de Nonaka e Takeuchi (1997).

2. Referencial teórico

2.1 DevOps

DevOps é caracterizada como um movimento que prioriza a comunicação, colaboração e integração entre desenvolvedores de software e demais profissionais de TI (Tecnologia da Informação). Busca, neste sentido, uma relação mais colaborativa e produtiva entre equipes de desenvolvimento e operações (BANG, 2013).

Segundo Cukier (2013), aspectos frequentes em estruturas DevOps são os seguintes:

1. Utilização de processos e métodos para desenvolvimento ágil;
2. Ampla disponibilidade de infraestrutura em nuvem, virtualizada por provedores internos e externos;
3. Uso de automação de *data center* e ferramentas de gerenciamento de configuração.

De acordo com Sato (2013) e Braga (2015), muitas organizações que adotaram as práticas de DevOps notaram maior aderência das atividades relacionadas a TI em razão do negócio.

Os princípios do DevOps abrangem alguns fundamentos que podem ser resumidos e classificados conforme a seguir (SILVA; GOMES, 2016):

1. Avaliação – onde agrupam-se métricas, ações de medições e de performance, além dos logs e integrações;
2. Automação – viabiliza ações de *deploy* (entregas contínuas), neste sentido, abrange ações de controle, gestão de configuração, orquestração e monitoria;
3. Compartilhamento – nesta categoria elencam-se ações de comunicação e *feedback* de equipe;
4. Cultura – aqui encontram-se as ações de colaboração e de comportamento adequado ao trabalho em equipe;

As interações em um ciclo de DevOps devem ocorrer continuamente e de maneira colaborativa, devem considerar os princípios Lean¹ em sua utilização, além de métodos ágeis. A adaptação cultural, a comunicação entre as áreas e a melhoria contínua em todo o ciclo de vida de disponibilização do software também fazem parte da entrega e devem ser avaliados, conforme o progresso do trabalho (ZHU; BASS; CHAMPLIN-SCHARFF, 2016).

Por todo teor colaborativo do movimento DevOps, uma estrutura com tais características mostra-se como um cenário pertinente a ações provenientes da Gestão do Conhecimento, uma vez que envolve pessoas, tecnologia e experiências.

¹ O desenvolvimento de software LEAN é uma adaptação dos conceitos Lean (enxuta) oriundos da Manufatura Enxuta.

2.2 Gestão do Conhecimento

Segundo Rus e Lindval (2002), o conceito Gestão do Conhecimento surgiu no início da década de 1980, sendo usado principalmente no mundo dos negócios para só posteriormente ser utilizado e estudado no meio acadêmico. Os autores acrescentam ainda o rápido crescimento dessa área do saber gerencial desde a década de 1990, principalmente, devido ao dinamismo do mercado.

A Gestão do Conhecimento pode ser definida como uma coleção de processos que conduz a criação, disseminação e emprego do conhecimento, com o propósito de contemplar os objetivos organizacionais (Teixeira Filho, 2000). Segundo Nonaka e Takeuchi (1997), no sentido corporativo, a Gestão do Conhecimento pode ser interpretada como a capacidade organizacional para a criação do conhecimento mediante a sua classificação como um ativo da empresa, devendo ser administrado com o mesmo cuidado destinado aos ativos tangíveis, estes autores observam ainda que o processo de construção do conhecimento, diz respeito a crenças e compromissos e está essencialmente relacionado à ação, atitude e a uma intenção específica. De acordo com Probst (2002), a Gestão do Conhecimento pode ser aplicada a indivíduos, grupos e estruturas organizacionais.

Ainda para Nonaka e Takeuchi (1997), a criação do conhecimento não deve ser de responsabilidade isolada de um grupo de indivíduos, mas, ao contrário, o novo conhecimento deve ser resultante da interação dinâmica entre as pessoas, independente da unidade funcional à qual pertençam. Para estes autores, o conhecimento se dá durante diferentes fases que compõem o ciclo de criação e disseminação de conhecimentos. Assim, para esses autores, haveria quatro formas de conversão de conhecimentos, formando o modelo conhecido como Espiral do Conhecimento, conforme a Figura 1 a seguir.



Figura 1: Modos de conversão de conhecimento
Fonte: Nonaka e Takeuchi (1997).

Considerando os modos de conversão propostos por Nonaka e Takeuchi (1997), a etapa de Socialização é vista como sendo a conversão de conhecimento tácito em conhecimento explícito, que implicará na troca de experiências com criação de um novo conhecimento tácito; envolve o compartilhamento de conhecimento entre indivíduos, através de atividades que estimam o convívio em grupo em um mesmo ambiente.

A Externalização ocorre diante da conversão de conhecimento tácito em conhecimento explícito, que pressupõe a articulação do conhecimento tácito em conceitos explícitos, criando novos caminhos explícitos; incide em estruturar e torná-lo explícito de forma que possa ser compreendido por outros indivíduos, através de documentos, por exemplo.

No caso da Combinação, esta pauta-se pela troca de informações explícitas, envolvendo o uso da Tecnologia da Informação, por meio de análise, categorização e reconfiguração de informações; novos grupos de conhecimentos (certamente mais complexos) viabilizam-se diante da integração e combinação de diferentes ativos de informação, historicamente suscitados por equipes ou indivíduos.

Por fim, a Internalização incide na incorporação do conhecimento explícito ao conhecimento tácito e está intimamente relacionada à aprendizagem organizacional.

Choo (2003) ressalta que impulsionar o conhecimento da organização é uma responsabilidade importante, mas para que isto ocorra é necessário que a empresa tenha uma visão estratégica clara do que é e do que quer ser em relação à sua indústria, ao seu mercado, ou à sua comunidade.

3. Metodologia de pesquisa

3.1. Abordagem

O estudo é do tipo exploratório, que de acordo com GIL (1999) proporciona visão generalista, permite a aproximação da realidade pesquisada e tem caráter descritivo, pois busca o entendimento de um fenômeno e suas relações.

3.2. Avaliação

A natureza da pesquisa é qualitativa, que na visão de Godoy (1995) envolve dados descritos sobre processos, crenças, valores e atitudes.

3.3. Estratégia de pesquisa

Como estratégia de pesquisa, este trabalho utilizou-se de dois meios:

Pesquisa bibliográfica: tem finalidade de colocar o pesquisador em contato com todo material público sobre o tema pesquisado e que esteja à sua disposição (MARCONI e LAKATOS, 2009).

Estudo de caso: quando na pesquisa são levantadas questões de como, por que e quando. O pesquisador tem pouco controle sobre os fenômenos inseridos no contexto (YIN, 2005).

3.4. Unidade de análise

Nesta pesquisa, a unidade de análise é representada por uma empresa multinacional desenvolvedora de software, com aproximadamente duas centenas de clientes, incluindo as quatro principais operadoras de telecomunicações atuantes no Brasil. Atualmente conta com cerca de mil colaboradores. A organização em questão possui estruturas DevOps e de desenvolvimento clássico do projeto de software.

3.5. Técnica de coleta de dados

Como técnica de coleta de dados, foi aplicada a entrevista semiestruturada. Utilizando-se deste meio para coletar os dados, o pesquisador segue um conjunto de questões previamente definidas, realizadas em um contexto muito semelhante ao de uma conversa informal (SELLTIZ, 1987).

3.6. Modelo teórico

O modelo teórico utilizado neste estudo de caso compreende as principais características citadas por Pressman (2007) para a classificação dos ciclos de vida do software, orientadas pelas ações da espiral do conhecimento de Nonaka e Takeuchi (1997). A perspectiva da criação do conhecimento é obtida na comparação entre o modelo clássico de projeto de software de Sommerville (2011) e a abordagem ágil da estrutura DevOps.

4. Resultados

Os resultados da pesquisa foram obtidos a partir das respostas de quatro entrevistados, conforme perfis descritos a seguir:

1. Diretor de Inovação e Desenvolvimento de Software (possui 6 anos na empresa, 2 no cargo em questão);
2. Gerente de Projetos de Software (possui 3 anos na empresa, todos no referido cargo);
3. Analista Desenvolvedor Sênior (possui 7 anos na empresa, 5 no cargo em questão);
4. Analista Desenvolvedor Pleno (possui 2 anos na empresa, todos no referido cargo).

A Figura 2 apresenta, o resultado das entrevistas efetuadas com os quatro entrevistados, sendo que na coluna atividade aparece a lista proposta no modelo clássico de projeto de software de Sommerville (2011), e nas outras colunas as ações da espiral do conhecimento de Nonaka e Takeuchi (1997) com as visões da estrutura tradicional e a DevOps.

Atividade	Socialização		Externalização		Combinação		Internalização	
	Tradisional	DevOps	Tradisional	DevOps	Tradisional	DevOps	Tradisional	DevOps
Compreensão dos requisitos do software	Frequente	Frequente	Frequente	Frequente	Pouco frequente	Frequente	Pouco frequente	Frequente
Compreensão da arquitetura do software	Pouco frequente	Frequente	Frequente	Frequente	Pouco frequente	Frequente	Pouco frequente	Frequente
Confiabilidade do software	Inexistente	Frequente	Inexistente	Frequente	Inexistente	Frequente	Inexistente	Frequente
Manutenção do software	Frequente	Frequente	Frequente	Frequente	Frequente	Frequente	Frequente	Frequente
Gestão de riscos do projeto de software	Frequente	Frequente	Frequente	Frequente	Frequente	Frequente	Frequente	Frequente
Controle do cronograma	Frequente	Frequente	Frequente	Frequente	Frequente	Frequente	Frequente	Frequente
Viabilidade de correções durante a execução do projeto	Pouco frequente	Frequente	Pouco frequente	Frequente	Inexistente	Pouco frequente	Pouco frequente	Frequente
Visibilidade de progresso do projeto ao cliente	Pouco frequente	Frequente	Pouco frequente	Frequente	Inexistente	Pouco frequente	Pouco frequente	Frequente
Visibilidade do gerenciamento do projeto ao cliente	Pouco frequente	Frequente	Pouco frequente	Frequente	Inexistente	Pouco frequente	Pouco frequente	Frequente
Acomodação das mudanças de escopo	Inexistente	Frequente	Inexistente	Frequente	Inexistente	Pouco frequente	Inexistente	Frequente

Tabela 1: Quadro resumo das entrevistas com 4 entrevistados

Fonte: autores

A partir dos resultados das entrevistas, apresentados na Tabela 1, foi possível a constatação de que o caráter adaptativo da estrutura DevOps favorece a interação entre

os membros do projeto, facilitando os eventos de socialização, capazes de gerar novos conhecimentos tácitos; as reuniões diárias e retrospectivas previstas nos métodos ágeis encaixam-se neste contexto, sendo frequentes em todas as atividades importantes para os projetos de software (desde a compreensão dos requisitos de software até a acomodação das mudanças de escopo). O mesmo ocorre em prol das atividades de formalização, pertinentes à etapa de externalização da espiral do conhecimento, onde novos conhecimentos explícitos tornam-se evidentes. Este fato chama a atenção pela crítica recorrente aos métodos ágeis em razão da baixa importância atribuída à documentação dos projetos de software, o que não corrobora esta pesquisa.

A etapa de combinação é aquela que apresenta menor aderência (considerando as demais etapas da espiral do conhecimento) tanto ao modelo tradicional para a produção do software, quanto para a estrutura DevOps; dois dos entrevistados citaram o uso de componentes como um recurso da etapa em questão, outro entrevistado cita o termo “infraestrutura como código” (frequentemente associado ao conceito DevOps) como um recurso de combinação, uma vez que informações históricas são utilizadas para a disponibilização de uma nova plataforma. Considerando a internalização, esta mostra-se frequente na estrutura DevOps, sobretudo pela visibilidade do projeto e interação do time de projeto.

5. Conclusões

Por conclusão do estudo, os resultados apontam que uma estrutura capaz de aproximar os membros do projeto favorece a criação do conhecimento na organização (como é o caso DevOps); muito embora o conceito apresente uma predominância ágil em suas atividades, há frequência de documentação. Uma composição DevOps favorece a criação do conhecimento à partir das atividades de compreensão dos requisitos e arquitetura de software. Critérios para a confiabilidade do software, também podem servir de insumos para a criação do conhecimento, assim como as atividades de manutenção do software (sobretudo pela interação contínua entre pessoas com especialidades distintas). A visibilidade do progresso e do gerenciamento do projeto é mais evidente nas atividades de socialização, sendo reportada menos frequentemente em ferramentas informatizadas. A acomodação de mudanças no escopo do projeto pode percorrer toda a espiral do conhecimento, o que torna este evento capaz de balizar também a criação de novos conhecimentos.

Referências

- BANG, Soon K., et al. "A grounded theory analysis of modern web applications: knowledge, skills, and abilities for DevOps." *Proceedings of the 2nd annual conference on Research in information technology*. ACM, 2013.
- BRAGA, Filipe Antônio Motta. Um panorama sobre o uso de práticas DevOps nas indústrias de software. 2015.
- CHOO, C.W. (2003). A organização do conhecimento: como as organizações usam a informação para criar significado, construir conhecimento e tomar decisões. São Paulo: SENAC.

- CUKIER, Daniel. "DevOps patterns to scale web applications using cloud services." Proceedings of the 2013 companion publication for conference on Systems, programming, & applications: software for humanity. ACM, 2013.
- DENNEHY, R. F. How storytelling ignites action in knowledge organizations. *Journal of Organizational Change Management*, Yorkshire, 2001.
- GIL, A. C., & Métodos, C. (1999). Técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas.
- GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa - tipos fundamentais. RAE-Revista de Administração de Empresas, São Paulo, 1995.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa e elaboração, análise e interpretação de dados. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- NONAKA, I. & TAKEUCHI, H. (1997). Criação de conhecimento na empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação. Rio de Janeiro: Campus.
- PRESSMAN, ROGER S. Engenharia de Software: Uma abordagem profissional, Bookman, RS, 2007.
- PROBST, G. (2002). Gestão do Conhecimento: Os elementos construtivos do sucesso. RS: Bookman.
- RUS, I.; LINDVALL, M. Knowledge management in software engineering. *IEEE Software*, Los Alamitos, v. 19, n. 3, p. 26, May/June 2002.
- SATO, Danilo. DevOps na prática: entrega de software confiável e automatizada. São Paulo: Casa do Código, 2013.
- SELLTIZ, C. Métodos de pesquisa nas relações sociais, 2^a edição. São Paulo: EPU, 1987.
- SILVA, Patrezze de Alvarenga; GOMES, Rafael Nascimento. Estudo de caso de utilização da metodologia DevOps para atender o processo de continuidade de serviços conforme o framework ITIL. 2016.
- SOMMERVILLE, I. Engenharia de Software. 9. ed. São Paulo: Pearson, 2011.
- TEIXEIRA, FILHO J. (2000). Gerenciando conhecimento: como a empresa pode usar a memória organizacional e a inteligência competitiva no desenvolvimento de negócios. Rio de Janeiro: Senac.
- YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- ZHU, Liming; BASS, Len; CHAMPLIN-SCHARFF, George. DevOps and Its Practices. *IEEE Software*, v. 33, n. 3, p. 32-34, 2016.

FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO DOS SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTÃO (ERPS) PARA PEQUENAS EMPRESAS

André Rivas¹, Ivanir Costa¹, Nicolas Thiago Persuhn²

¹ Uninove (Programa de Pós-Graduação em Informática e Gestão do Conhecimento)
Av. Francisco Matarazzo 612, Bloco A, São Paulo, SP – Brasil

² Universidade nove de julho –UNINOVE Santo Amaro
Rua Amador Bueno, 389/491 - Santo Amaro, São Paulo - SP, Brasil

rivas.andre@gmail.com, icosta11@live.com, nicolas.thiago@hotmail.com

Resumo: Este trabalho identifica através de pesquisa bibliográfica os principais fatores que definem a escolha de um sistema integrado de gestão ERP (Enterprise Resource Planning) no âmbito de pequenas empresas. Neste sentido, aborda alguns polos teóricos sobre ERP, sistema ERP em pequenas empresas e fatores utilizados na seleção do sistema ERP. Ao todo foram identificados onze fatores críticos de sucesso de escolha para este tipo de sistema. Destacando-se a funcionalidade do sistema, credibilidade do fornecedor e alinhamento dos processos estratégicos e de negócios, como os fatores mais relevantes.

Palavras-chave: ERP; Enterprise Resource Planning; Escolha de ERP; Fatores de sucesso.

Introdução

O principal objetivo desse trabalho é identificar quais fatores definem a escolha de sistemas integrados de gestão (*Enterprise Resource Planning - ERP*) no âmbito de pequenas empresas.

Sua relevância está ligada ao fato dos *softwares* de sistemas se mostrarem direcionados sobretudo ao segmento de grandes empresas, o ERP de maneira geral apresenta considerável potencial para causar um impacto positivo nas empresas de pequeno porte. Segundo Davenport (1998), um dos atrativos para as pequenas empresas adotar o ERP é a possibilidade de integrar e padronizar as informações de diferentes unidades que se diferenciam por um sistema específico.

O sistema ERP é um sistema integrado ao gerenciamento total de uma empresa com um único banco de dados contínuo e consistente; é considerado como uma das principais ferramentas tecnológicas das empresas que almejam patamares elevados e competitivos (COLÂNGELO FILHO, 2001).

Um ERP integra todas as facetas da empresa inclusive planejamento, produção, vendas e finanças, de forma que elas podem ser coordenadas compartilhando informações (LONDON E LONDON, 2007). Atualmente, o ERP passou a ser reconhecido como um sistema necessário para a eficiência, agilidade e a capacidade de resposta de clientes e fornecedores para uma empresa obter sucesso (O'BRIEN, MARAKAS, 2008).

Esta pesquisa responde a seguinte pergunta: Quais são os fatores de sucesso que definem a escolha de um sistema integrado de gestão (ERP) no âmbito de pequenas empresas?

Em consonância à questão de pesquisa, o objetivo principal do trabalho é elencar os fatores que definem a escolha de um sistema integrado de gestão (ERP) no âmbito de pequenas empresas.

Justificativa

A principal justificativa do artigo consiste que relacionar os principais fatores capazes de definir a escolha dos sistemas integrados de gestão (ERP) nas pequenas empresas, tem se mostrado um assunto recorrente tanto no contexto corporativo, quanto acadêmico, ou seja, estas organizações e também as empresas fornecedoras para este tipo de solução buscam aperfeiçoar o gerenciamento das informações diante do pouco investimento para tal finalidade (CHIAVENATO, 1999).

Segundo London e London (1999), pode-se dizer que o sistema ERP comprehende ferramentas que auxiliam as pequenas organizações a obterem maior agilidade e flexibilidade, porém há um grande empecilho na adoção e na implantação do sistema ERP, uma vez que estas organizações possuem características mais particulares quanto à sua estrutura, recursos e métodos; diferenciando-se de padrões de comportamento inerente às grandes empresas, fortemente orientadas à processos.

ERP (*Enterprise Resource Planning*)

Os ERPs surgiram a partir dos sistemas desenvolvidos na década de 1960 com o objetivo de gerenciar a produção através do controle de estoque, compras e produção (TURBAN, RAIBER e POTTER, 2003).

O sistema ERP pode ser definido de várias maneiras, dependendo de como se posiciona o estudioso acerca do assunto: segundo Lieber (1995) como uma solução de sistemas de informação para toda a empresa, já Hicks (1997) como uma arquitetura de *software* que facilita o fluxo de informações sobre todas as áreas de uma companhia, por exemplo recursos humanos, finanças, logística, manufaturas e etc. Outra visão foi preconizada por uma empresa especializada neste tipo de produto (PEOPLESOFT, 1997) que preconiza o uso de um banco de dados empresarial interagindo com um conjunto integrado de aplicativos capazes de consolidar todas as operações da empresa em um único ambiente de computação.

Em um ponto de vista mais genérico de TI (Tecnologia da Informação), uma definição adequada para um ERP seria interpretá-lo como a tecnologia capaz de organizar e integrar informações armazenadas nos computadores de uma organização de forma a eliminar dados desnecessários e distribuir as informações *online* pelas várias áreas de sua estrutura. O ERP pode ser entendido ainda como um aplicativo que serve como infraestrutura básica para toda a organização, ele integra os processos de gerenciamento e de negócios, proporcionando uma visão global da organização (SILVA e PESSOA, 1999).

Resumem-se, portanto, a sistemas que procuram ser extensivos em todas as atividades relacionadas por uma empresa, visando atender uma ampla gama de atividades empresariais. A ideia contida em ERP é desenvolver o máximo de funcionalidades, para atender ao máximo o total da empresa. Segundo Souza 2000, incidem no conjunto total de funções embutidas em um sistema integrado, com suas características de diferentes possibilidades de uso. Na maioria das vezes, o ERP é dividido por módulos sistêmicos da empresa, que permitem serem separados e implantados individualmente, essa divisão em módulos permite que a empresa organize e adote apenas aqueles que sejam de seu interesse.

Sistema ERP em pequenas empresas.

Hoje, as pequenas empresas possuem papel de extrema relevância na economia nacional. De acordo com SEBRAE (2008), juntas micros, pequenas e medias empresas em 2002 somam aproximadamente 99,7% do total de empresas existentes no Brasil, essas mesmas também geram aproximadamente 18 milhões de empregos, ou seja, 67% dos empregos formais no país.

Anais do Seminário em Tecnologia da Informação Inteligente – SeIT 2010, muitas sugestões do sistema ERP não são rigorosamente adotadas nas práticas das pequenas empresas, como por exemplo possuir um foco na mudança estrutural. Outro problema relaciona-se à falta de observância aos atos dos funcionários perante a empresa ao adotar uma padronização no sistema.

Segundo Silva e Pereira (2006), a implantação do sistema ERP tem um melhor aproveitamento em pequenas empresas quando existe a criação de um modelo de processo de negócio em conjunto a esta implantação, podendo chegar ao patamar de até 30% em média na redução dos gastos, melhorando os aspectos técnicos de negócios.

Já Silva (2004), propõe um modelo para implantação de ERP em pequenas empresas simples e de fácil assimilação, por se tratar de um modelo parecido com um padrão de desenvolvimento de *software*, em que, inicialmente o autor divide o processo de implantação de um sistema ERP para uma empresa em dois níveis: organizacional e estratégico.

Analizando os dois pontos de vista, percebe-se a importância desse segmento de mercado e a necessidade de uma análise criteriosa aos fatores críticos para a obtenção, com sucesso de um *software* de sistema ERP.

Fatores utilizados na seleção do sistema ERP

No processo de escolha de um sistema ERP, é importante frisar que para toda e qualquer tecnologia, escolhe-se a que se adapte melhor e atenda a necessidade da empresa. As decisões de escolha de ERP usualmente são tomadas com base poucos critérios, geralmente pelo caráter financeiro. Para selecionar um ERP com exatidão deve-se levar em conta vários critérios, muitas vezes de difícil escolha (MEDEIROS 2007). Existem alguns critérios comuns em algumas organizações e outros critérios não interessantes, partindo desses princípios com pesquisa em artigos e livros alguns pesquisadores observaram alguns fatores-chave para a seleção do sistema ERP esses autores são (CORRÊA 1998, COLÂNGELO 2001, BRETERNITZ 2004, MEDEIROS 2007).

2.4 Resumo dos Fatores de Seleção

Fatores	Corrêa (1998)	Colângelo (2001)	Breternitz(2004)	Medeiros(2007)
Segurança	x			x
Facilidade de uso	x			x
Rapidez de processamento	x			
Preço da consultoria de customização e implantação	x			x

<i>Analise Seminário em Tecnologia da Informação Inteligente – SeTII 2016</i>	Satisfacão dos clientes pequenos	X		
Visão do fornecedor			X	X
Serviço e suporte			X	X
Suporte local do Fornecedor			X	X
Custos		X		X
Cobertura do escopo geográfico		X		X
Escopo funcional e aparência		X		

Fonte: Gilberto Perez (Artigo fatores de risco sobre ERP, 2009)

Na pesquisa, identificou-se onze principais fatores críticos de sucesso: funcionalidade do sistema, credibilidade do fornecedor, alinhamento dos processos estratégicos e de negócio, treinamento de usuários, satisfação com a implantação, custos benefícios, liderança e customização, riscos específicos do sistema, *know-how* para implantação de sistemas, integração e condicionamento para acessibilidade. Esses fatores críticos para a escolha de um sistema ERP em pequenas empresas e serão apresentados a seguir.

Fator 1- Funcionalidade do sistema: De acordo com a análise, visualiza-se três aspectos fundamentais: a preocupação com a continuidade do sistema tanto de modo financeiro quanto funcional, a preocupação com o que o sistema pode oferecer, e por fim a preocupação da empresa com o crescimento do fornecedor, considerando que um fornecedor maior terá mais qualidade no sistema.

Citando 3 posições dos autores: Colângelo (2001) ressalta a questão da flexibilidade, facilidade de implantação, escopo funcional e aparência, conectividade, custos e estabilidade econômica e financeira do fornecedor. Corrêa (1998), se atenta em integração com outros sistemas da empresa, ao preço da consultoria de customização, para satisfação dos clientes atuais da tecnologia e a quantidade e qualidade dos clientes de pequenas empresas. Já Breternitz (2004), seu foco é na conectividade e integração, e a maturidade e facilitadores de implantação.

Fator 2- Credibilidade do fornecedor: Analisando as variáveis foi possível perceber que os pesquisados associam a experiência do fornecedor no setor e a satisfação dos seus atuais clientes com o sistema atual implantado com a importância do custo de consultoria. Segundo Colângelo (2001) aponta a maturidade e a facilidade para integração como fatores importantes. Corrêa (1998) também se atenta a integração com outros sistemas da empresa, preço da consultoria, satisfação dos clientes atuais, e quantidade de clientes pequenos que investem em desenvolvimento da solução. Já Breternitz(2004) dá foco a conectividade e integração, maturidade e facilitadores da implantação.

Fator 3- Alinhamento aos processos estratégicos e de negócios: Neste fator agrupam-se um conjunto de variáveis referente a importância do software que se alinhe as

Anais do Seminário em Tecnologia da Informação Inteligente – SetI 2018
estratégias da empresa sem que haja transtornos na implantação com a rotina de processos a qual a organização está acostumada, levando em consideração, os módulos já existentes na empresa para que não haja impacto negativo com a implementação do sistema. Colângelo(2001) chama atenção para o escopo funcional e a aparência. Corrêa (1998) faz menção a facilidade do uso e Breternitz (2004), a funcionalidade e a aparência.

Fator 4- Treinamento de usuários: Realizando esse fator torna os usuários mais eficazes para operar o sistema assim gerando mais rapidez e reduzindo os custos com a mesma, além da manutenção mais barata. Colângelo (2001) descreve sobre os custos, e a facilidade da implantação e manutenção. Corrêa (1998) chama atenção para a capacitação e experiência para treinamento e implantação do negócio.

Fator 5- Satisfação com a implantação: Segundo a pesquisa, notou-se a diferença com relação a importância da satisfação dos clientes com a equipe da implantação, que é influenciada pelo tempo de atuação da empresa no mercado. Colângelo e Breternitz tem o mesmo pensamento à maturidade e aos facilitadores de implantação, diferente deles Corrêa (1998) ressalta a capacitação e a experiência para o treinamento e implantação com o negócio, além da satisfação dos clientes atuais.

Fator 6- Custos benefícios: A importância do custo benefício para pequenas empresas é muito grande, sem recurso financeiro elas pesquisam no mercado a satisfação dos clientes atuais e o custo sobre o sistema. Colângelo(2001) revela a questão dos custos, a facilidade na implantação e manutenção e o escopo funcional e aparência, Breternitz(2004) ressalta apenas a funcionalidade e aparência.

Fator 7-Liderança e customização: Compreende-se as necessidades das empresas clientes quanto a customização do software, para melhor atender a demanda exigida pelas empresas em sua organização, assim se adaptando com a rotina da mesma. Colângelo (2001) enfatiza a flexibilidade, o escopo funcional e a aparência. Corrêa (1998) leva em consideração quesitos como a facilidade da customização e solidez. Já Breternitz(2004) Descreve sobre pontos de funcionalidade e aderência, e a arquitetura técnica.

Fator 8- Riscos específicos do sistema: Compreende-se ao contexto que riscos específicos do sistema tem fator de segurança para o software, e que também se leva em consideração o histórico da empresa com a segurança. Único autor a citar esse fator é Corrêa (1998) atentando ao tema segurança.

Fator 9- Know-How para a implantação de sistemas: No fator 9, aponta a relação entre a experiência de desenvolvimento de softwares pelo fornecedor a criação de um software que se adeque a infraestrutura da empresa. Colângelo (2001) relata o ponto da tecnologia, Corrêa (1998) ressalta a solidez e a integração com outros sistemas da empresa, enquanto Breternitz (2004) as funcionalidades e aderências e a arquitetura técnica.

Fator 10- Integração: Percebeu-se nesse fator que a necessidade das empresas não só em um software de gestão e sim um software que possua uma integração com os sistemas

Anais do Seminário em Tecnologia da Informação Inteligente – SetIP 2016
da empresa. Colângelo e Breternitz enfatizam conectividade e facilidade para integração. Já Corrêa (1998) destaca apenas um ponto que é a integração com os sistemas da empresa.

Fator 11- Condicionamento para acessibilidade: As necessidades das empresas em proteção dos sistemas de suas informações internamente e a necessidade de fazer com que o funcionário entenda que cada colaborador tem um nível de acesso, no qual pode ser atingido no treinamento. Corrêa (1998) destaca os temas segurança, capacitação e experiência no treinamento. Breternitz (2004) ressalta a importância da questão de serviço e suporte.

3- CONCLUSÃO

Conforme o principal objetivo da pesquisa levou-se em consideração os fatores críticos de sucesso, representado por autores mais relevantes ao tema, que revelaram seus pontos de vista com relação a identificação da escolha pelas organizações, pelo sistema ERP.

Ao observar os principais fatores críticos de sucesso se destaca de grande importância funcionalidade do sistema, credibilidade do fornecedor, alinhamento aos processos estratégicos e de negócios e custos benefícios. A funcionalidade e a confiança pelo histórico do sistema e seu baixo custo é que diferencia o sistema ERP de outros sistemas, em relação a pequenas empresas o mercado em si é muito grande, o sistema ERP chega não para o crescimento somente da empresa e sim sua organização limitando seu sistema sendo interligado com vários módulos da empresa.

REFÉRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRETERNITZ, V. J. A Seleção de Sistemas ERP para pequenas e Médias Empresas. Revista ANÁLISE, v.5, n.10, p. 57-72, Agosto 2004.

COLÂNGELO FILHO, L. Implantação de sistemas ERP: um enfoque de longo prazo. São Paulo: Atlas, 2001.

CORRÊA, H. L. Aspectos a se considerar na seleção e implantação de uma solução ERP para médias empresas, Guideline Gestão Empresarial, Computerworld, p. 14-15, julho 1998a.

CHIAVENATO, Idalberto. Teoria Geral da Administração. ed.6. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

DAVENPORT, T. H. Putting the enterprise into the enterprise system. Harvard Business Review, Boston, v. 76, n. 4, p. 121-131. Jul.-Aug. 1998.

MEDEIROS JR, A. de. Sistema Integrados de Gestão: Proposta para um procedimento de decisão multicritérios para avaliação estratégica. 2007. 380p. Tese de Doutorado – USP, São Paulo.

Anais do Seminário em Tecnologia da Informação Inteligente SeTII 2018 Sistemas Integrados de Gestão ERP em Pequenas Empresas: Um Confronto entre o Referencial Teórico e a Prática Empresarial. Gestão & Produção. v 9, n.3, p.277-296, dez. 2002.

O'BRIEN, J. A.; MARAKAS; G. M. Administração de sistemas de informação: uma introdução. São Paulo: McGraw Hill 2008.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Disponível em: www.sebrae.com.br, acesso em 05. Junho 2016.

SOUZA, C. A. Sistemas integrados de gestão empresarial: estudos de casos de implementação de sistemas ERP. Dissertação (Mestrado em Administração) – Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

TONINI, Antonio Carlos. Sistemas ERP no Brasil: Teoria e Caos (Seleção de Pacotes ERP). ed.1. São Paulo: Editora Altas, 2006.

TURBAN, E.; RAIBER JR., K.; POTTER, R. Administração de Tecnologia de Informação – teoria e prática. Campos, Rio de Janeiro, 2003.

<<http://sistemaerp.org/>> acessado em 02 de junho 2016.

<<http://www.copes.com.br/site/copes.asp?cod=importancia>> acessado em 02 de junho 2016

Propagação de informações a partir de um modelo epidemiológico baseado em autômatos celulares

Information spreading based an epidemiological model based on cellular automata

Emerson da Silva¹, Kleber R. M. Prado², Marcos V. Cardoso³, Pedro H. T. Schimit⁴

^{1, 2, 3, 4} Universidade Nove de Julho (PPGI – Programa de Pós-Graduação em Informática e Gestão do Conhecimento)
Avenida Francisco Matarazzo, 612, São Paulo – SP, Brasil
emersons@uninove.br¹, kleber.prado@terra.com.br²,
mvcardoso@uni9.pro.br³, schimit@uni9.pro.br⁴

Resumo. Indivíduos compartilham informações sobre sua vida, seus hábitos e opiniões com pessoas próximas, e uma determinada informação se propaga pela população. Nesse artigo, usa-se o modelo epidemiológico Suscetível-Infectado-Recuperado (SIR) em autômatos celulares para traçar um paralelo entre a propagação de uma doença e a propagação de uma informação numa população. Simulações são realizadas para verificar o espalhamento de uma informação pouco conhecida numa população e por fim, propõe-se o uso do modelo para verificar o impacto da propagação de uma informação indesejada dentro de uma população controlada – uma empresa que tenta diminuir a propagação de boatos.

Abstract. Individuals share information about their life, habits and opinions with close people, and certain information spreads through population. In this paper, we use the Susceptible-Infected-Recovered (SIR) epidemiological model in cellular automata to model information spreading in a population. Simulations have been done to check the propagation of a little known information. Finally, we use the model in a well-controlled population, for instance, a company which attempts to reduce a hoax spreading.

Áreas temáticas: biomatemática, simulação computacional, técnica de análise de fenômenos e processos.

Palavras chave: Autômatos celulares, modelo SIR, propagação de doenças, propagação de informações.

1. Introdução

Modelos de propagação de epidemias são estudados desde o século XVIII (Murray, 2003). Os objetivos geralmente são dois: entender e controlar o espalhamento de doenças contagiosas. Dessa maneira, muitas ferramentas são usadas para esse tipo de modelagem, sendo que o uso de autômatos celulares (Wolfram, 1994) ganhou

popularidade devido à fácil implementação computacional, maior capacidade de processamentos de computadores modernos e resultados confiáveis quando comparado com outras ferramentas matemáticas (Monteiro et al., 2006).

A partir dos resultados obtidos com propagações de doenças, outros problemas usaram suas mesmas ideias e ferramentas para seus fenômenos, sendo eles: ocorrência de obesidade numa população; que se propaga como uma doença; propagação de informações; espalhamento de incêndios em florestas, e assim por diante (Dickinson e Pearce, 2003). No caso da propagação de informações, as ideias se espalham numa espécie de contágio social (Xia et al., 2015).

Muitos modelos epidemiológicos são usados para representar os diferentes estados dos indivíduos numa população, sendo que o modelo SIR e suas variações ganham bastante atenção da comunidade acadêmica (Kermack e McKendrick, 1927; Murray, 2003). As letras das siglas se referem aos estados que os indivíduos podem estar na ocorrência de uma doença na população: Suscetível, quando podem contrair a doença; Infectado, quando o indivíduo contraiu a doença e transmite a doença para outros indivíduos e; Recuperado, quando os indivíduos se curaram e não mais transmitem nem contraem a doença novamente.

Aqui, usa-se o modelo proposto por Schimit e Monteiro (2009), em que as transições de estado são expostas na Figura 1.

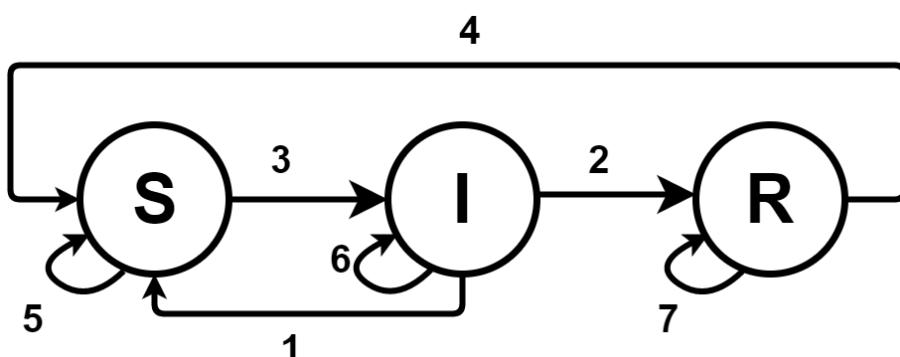


Figura 1. Diagrama de estados do modelo SIR.

Os números da figura são as transições entre os estados S, I e R que podem ocorrer entre o instante t e o instante $t+1$. Essas transições são assim definidas:

- 1- $I \rightarrow S$: Morte de infectado causado pela doença
- 2- $I \rightarrow R$: Cura de infectado
- 3- $S \rightarrow I$: Infecção de suscetível
- 4- $R \rightarrow S$: Morte de removido não causada pela doença
- 5- $S \rightarrow S$: Suscetível permanece suscetível
- 6- $I \rightarrow I$: Infectado permanece infectado
- 7- $R \rightarrow R$: Removido permanece removido

Veja que a população total se mantém constante, já que a morte de um infectado ou de um removido, no instante t , leva ao aparecimento de um suscetível em seu lugar, no instante $t+1$. Ainda se define as probabilidades com que as transições de estado ocorram a cada passo de tempo, sendo P_i a probabilidade de um indivíduo S se infectar e tornar-se I, de acordo com a fórmula $P_i = (1 - e^{-Kv})$, sendo v o número de indivíduos conectados

infectados àquele suscetível e K um parâmetro relacionado com a infectividade da doença (observe que P_i cresce com o aumento de v e/ou de K). Ainda, supõe-se que cada indivíduo infectado tem probabilidade P_c de se curar e probabilidade P_d de morrer pela doença, por passo de tempo. Por fim, a cada iteração, infectados e removidos podem morrer, por outras causas, com probabilidade P_n .

Quando infectados e recuperados morrem, suscetíveis tomam seus lugares. Dessa maneira, o número total de indivíduos N permanece constante a cada iteração. Os estados de todas as células são atualizados simultaneamente a cada passo de tempo. Note que o parâmetro P_n é uma característica exclusiva da população, enquanto que K , P_c e P_d caracterizam a evolução da doença nessa população.

A partir desse modelo SIR, propõe-se uma interpretação para que seja possível seu uso na propagação de uma informação na população, que é visto na próxima seção. Na seção 3, o estudo do caso de uma informação indesejada (boato) numa empresa é explorado e as considerações finais do modelo estão expostas na seção 4.

2. O modelo de propagação de informações

O modelo de propagação de informações proposto é baseado inteiramente no modelo de propagação de doenças exposto anteriormente. Ou seja, um indivíduo Suscetível desconhece a informação e pode contrair a partir de um indivíduo Infectado, que por sua vez propaga a informação pela população. O indivíduo Recuperado conhece a informação, porém não a propaga. Todas as interpretações do modelo epidemiológico para o modelo de propagação de informações estão na Tabela 1. Dessa maneira, as possíveis transições com essa nova interpretação, baseada na Figura 1, são:

- 1- $I \rightarrow S$: Indivíduo que propaga a informação a esquece (ou morre)
- 2- $I \rightarrow R$: Indivíduo para de propagar a informação
- 3- $S \rightarrow I$: Indivíduo recebe a informação e passa a propagar
- 4- $R \rightarrow S$: Indivíduo que não propaga a informação a esquece (ou morre)
- 5- $S \rightarrow S$: Indivíduo que não conhece a informação continua não conhecendo
- 6- $I \rightarrow I$: Indivíduo continua como propagador da informação
- 7- $R \rightarrow R$: Indivíduo continua a não propagar a informação que conhece

Os indivíduos da população estão dispostos num autômato celular em forma de reticulado de lado n , de forma que $n \times n = N$. Cada indivíduo se conecta com $C=8$ vizinhos mais próximos, formando uma vizinhança de Moore. A Figura 2 mostra a evolução temporal da propagação de uma informação numa população com $n=223$, ou seja, $N = n \times n = 49.429$ indivíduos (valor escolhido por ser o quadrado mais próximo de 50.000, caracterizando a quantidade de funcionários uma empresa grande). No começo da simulação, uma percentagem $I(0) = 0,05\%$ conhecem a informação e a propagam, $S(0) = 99,5\%$ podem receber a informação e $R(0)=0\%$. Os outros parâmetros da doença são: $P_c = 0,6$, $P_d = 0,3$, $P_n = 0,1$ e $K=1$. Esses parâmetros serão padrões para as simulações e só mudarão quando indicado.

Na próxima seção, o estudo de caso da propagação de boatos numa empresa é apresentado.

Tabela 1. Nova interpretação dos parâmetros epidemiológicos para o modelo de propagação de informações.

Parâmetro	Modelo epidemiológico	Modelo de propagação de informações
S	Indivíduo suscetível, pode contrair a doença	Indivíduo que não conhece a informação
I	Indivíduo infectado com a doença, podendo passar para outros indivíduos	Indivíduo que conhece a informação e pode transmiti-la aos seus vizinhos
R	Indivíduo recuperado, se curou e não pode mais contrair nem propagar a doença	Indivíduo que conhece a informação, mas não a propaga
P_i	Probabilidade de infecção de um indivíduo suscetível	Probabilidade de um indivíduo que desconhece a informação passar a conhecer por contato com indivíduos que a conhecem
P_c	Probabilidade de cura de um indivíduo infectado	Probabilidade do indivíduo que conhece a informação parar de propagá-la
P_d	Probabilidade de morte causada pela doença de um indivíduo infectado	Probabilidade de um indivíduo que conhece a informação a esquecer (ou morrer)
P_n	Probabilidade de morte natural de um indivíduo recuperado	Probabilidade de um indivíduo que conhece a informação (e não a propaga) esquecer (ou morrer)
K	Grau de infectividade da doença, quando maior, maior a infectividade	Grau de intensidade da informação, quanto maior, maior o espalhamento
N	Tamanho da população	Tamanho da população

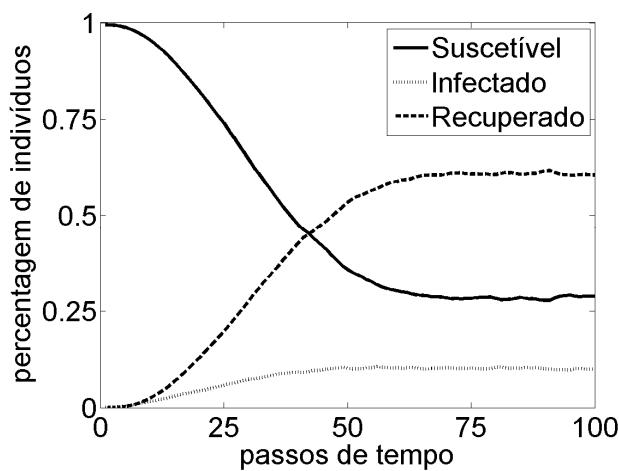


Figura 2. Evolução temporal da propagação de informações.

3. Propagação de um boato: Influências dos parâmetros do modelo

Para entender a dinâmica do modelo, e a influência de cada um dos seus parâmetros, três conjuntos de simulações foram feitas, sendo que em cada uma delas, mantém-se os parâmetros fixos e varia-se K , P_c e P_d . O objetivo desse tipo de análise é saber quais medidas tomar para que uma informação seja menos circulada ou até extinta de uma população.

Portanto, as Figuras 3, 4 e 5 mostram a quantidade média de infectados e a quantidade média de novos indivíduos que passam a conhecer a informação (transição $S \rightarrow I$) considerando os últimos 20 passos de tempo (quando o sistema atinge seu regime permanente) em função de, respectivamente, K , P_c e P_d . Os três parâmetros assumiram os valores 0,1, 0,2, ..., 0,9, 1,0 para seus casos, sendo que os outros ficaram fixos nos padrões apresentados na seção anterior.

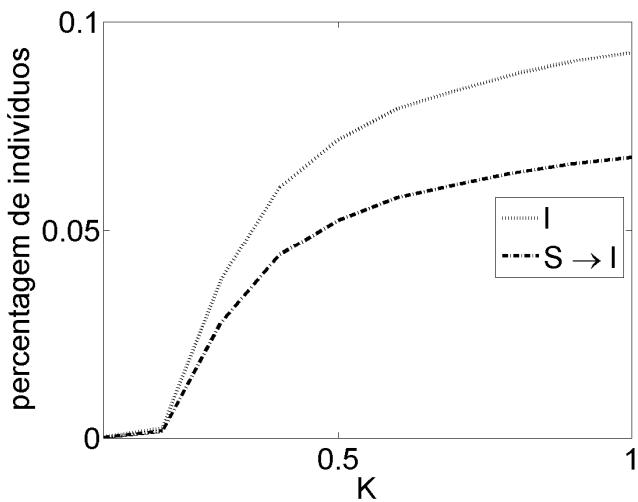


Figura 3. Gráfico de I e $S \rightarrow I$ em função de K .

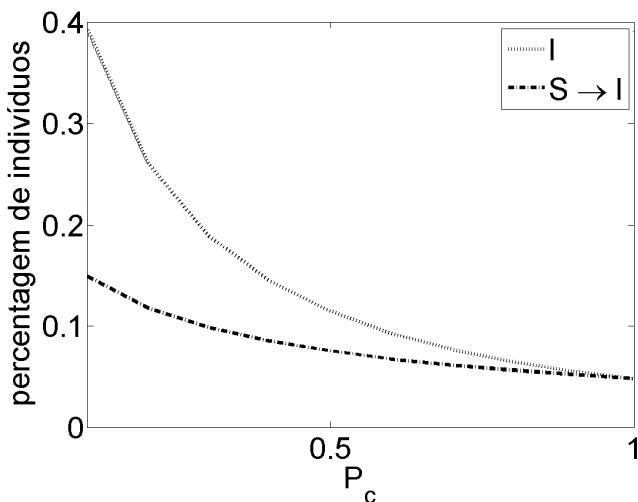


Figura 4. Gráfico de I e $S \rightarrow I$ em função de P_c .

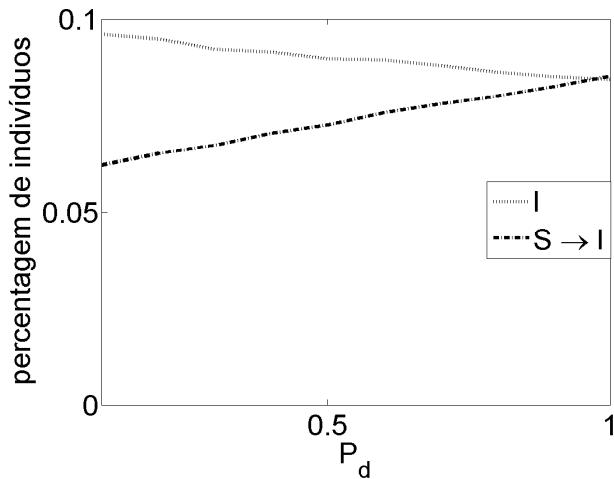


Figura 5. Gráfico de I e $S \rightarrow I$ em função de P_d .

A partir dos gráficos apresentados, nota-se que os parâmetros a serem considerados para mudarem o cenário de uma informação na população são K e P_c . Isso porque um investimento em K e P_c para que uma informação se dissemine menos numa população são mais efetivos. Para K , uma diminuição de 0,5 para 0,2 reduz drasticamente a quantidade de pessoas falando sobre a informação e o número de novos indivíduos que falam sobre isso. Para P_c , um esforço para aumenta-lo de 0 para 0,3 reduz à metade os informados e os novos indivíduos que tomam conhecimento da informação.

Esse tipo de dado pode ser usado para diminuir a propagação de boatos em empresas, que geralmente acabam criando uma situação de estresse e angústia em seus funcionários, devido a possibilidades de venda da empresa, demissão de pessoal, realocação de recursos e assim por diante. Por exemplo: numa empresa, uma campanha de educação para mostrar aos funcionários que notícias não oficiais são ruins de serem comentadas, que aqui são representadas pela transição $I \rightarrow R$ (informados param de transmitir a informação com uma probabilidade de cura) é efetiva quando se olha para a Figura 4.

Por outro lado, a transição $I \rightarrow S$ (indivíduo esquece a informação ou sai da empresa) não tem uma efetividade tão grande, conforme a Figura 5, e esse processo, seja pela demissão forçada ou voluntária, costuma ser mais custosa para a empresa.

Uma alternativa seria descaracterizar a informação, colocando mais dúvida no ar, para que os próprios funcionários duvidem dela (isso diminuiria a efetividade da transmissão da informação, expressa por K), porém esse tipo de atitude pode ter outros efeitos não desejados, fazendo até o boato ganhar força.

4. Discussões finais

O modelo de propagação de informações baseado num modelo epidemiológico apresentado nesse artigo é uma primeira aproximação para o problema de ocorrência de boatos em redes sociais, que aqui foi representado por informações indesejadas em empresas. Rumores podem levar a problemas em redes sociais, como estresse em

empresas, desvalorização de um produto por conta de uma opinião negativa publicada ou quebra de mercado, se considerarmos os indivíduos como agentes econômicos (efeito manada de venda de ações em na crise de 2008, por exemplo) (Kosfeld, 2005). Outros modelos sobre a propagação de rumores em redes sociais complexas, tais como modelos genéricos estocásticos (Nekovee, Moreno, Bianconi e Marsili, 2007) já existem na literatura, o que sugere que há campo para novas iniciativas nesta área.

Outros trabalhos mostram que boatos e rumores sempre acham indivíduos dispostos a passar para frente a informação em redes sociais (Holthoefer et al., 2013), e isso pode ser um problema num ambiente empresarial. Por isso, as simulações mostraram que campanhas educativas são a maneira mais efetiva de se controlar a propagação de boatos no caso apresentado.

Referências

- Dickinson R.E. e Pearce C.E.M. (2003) “Rumours, epidemics and processes of mass action: synthesis and analysis”. *Mathematical and Computer Modelling*, p. 1157-1167.
- Holthoefer, J. B., Meloni, S., Gonçalves, B. e Moreno, Y. (2013) “Emergence of Influential Spreaders in Modified Rumor Models”. *Journal of Statistical Physics*, p. 151-383.
- Kermack, W.O. e McKendrick, A.G. (1927) “A contribution to the mathematical theory of epidemics”. *Royal Soc. London Proc. Series A*, v. 115, p. 700-721.
- Kosfeld, M. (2005) “Rumours and markets”. *Journal of Mathematical Economics*, v. 41, p. 646-664.
- Monteiro, L.H.A., Chimara, H.D.B. e Chauí-Berlinck, J.G. (2006) “Big Cities: shelters for contagious diseases”. *Ecological Modelling*, v. 197, p. 258-262.
- Murray, J.D. (2003), *Mathematical Biology II: Spatial Models and Biomedical Applications*. Springer.
- Nekovee, M., Moreno, Y., Bianconi, G. e Marsili, M. (2007) Theory of rumour spreading in complex social networks. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, v. 374, p. 457-470.
- Schimit, P.H.T., Monteiro, L.H.A. (2009) “On the basic reproduction number and the topological properties of the contact network: an epidemiological study in mainly locally connected cellular automata”. *Ecological Modelling*, v. 220, p. 1034-1042.
- Xia, L. L., Jiang, G. P., Song, B. e Song, Y.R. (2015) “Rumor spreading model considering hesitating mechanism in complex social networks”. *Physica A*, v. 437, p. 295-303.
- Wolfram, S. (1994), *Cellular Automata and Complexity: Collected Papers*. Westview Press.

Meta-heurísticas para o Problema Integrado de Roteamento e Carregamento de um Único Veículo

Metaheuristics for the Integrated Single Vehicle Routing and Loading Problem

Luigi Tavolaro Santini¹, Leonardo Junqueira², Eryck Augusto da Silva¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Nove de Julho
Av. Francisco Matarazzo, 612, 05001-100, Água Branca – São Paulo (SP) –Brasil

² Programa de Pós-Graduação em Informática e Gestão do Conhecimento – Universidade
Nove de Julho
Av. Francisco Matarazzo, 612, 05001-100, Água Branca – São Paulo (SP) –Brasil

luigisant@gmail.com, leonardo.junqueira@uni9.pro.br, erycks@gmail.com

Resumo. *O presente trabalho trata do problema de roteamento de um único veículo capacitado com restrições de empacotamento tridimensional. Problemas integrados de roteamento e carregamento de veículos são problemas de difícil solução exata e ainda pouco estudados. O objetivo do presente trabalho consiste em desenvolver algoritmos heurísticos e meta-heurísticos para resolver o problema em questão. Instâncias baseadas na literatura são utilizadas para avaliar a eficiência dos métodos desenvolvidos. Os resultados obtidos mostram que as alterações feitas nas heurísticas permitiram a obtenção de melhores resultados em termos do volume de caixas deixadas de fora do carregamento e da distância total percorrida pelo veículo.*

Abstract. *The present work deals with the capacitated single vehicle routing problem with three-dimensional loading constraints. Integrated vehicle routing and loading problems are hard to solve exactly and they are still rarely studied. The objective of this study is to develop heuristic and meta-heuristic algorithms to solve the mentioned problem. Instances based on the literature are used to evaluate the efficiency of the developed methods. The results show that the changes performed in the heuristics allowed better results in terms of the volume of boxes left out of the packing and of the total distance traveled by the vehicle.*

Áreas temáticas. Inteligência computacional, Ferramentas de apoio à decisão.

1. Introdução

No mundo real, gerentes de logística têm que lidar com problemas de rotas e empacotamento simultaneamente. O problema de roteamento de veículos capacitado com restrições de empacotamento tridimensional (capacitated vehicle routing problem with three-dimensional loading constraints - 3L-CVRP) consiste na combinação de dois dos mais importantes problemas de otimização na logística de distribuição: o problema de roteamento de veículos capacitado (capacitated vehicle routing problem - CVRP) e o problema de carregamento de contêineres tridimensional (three-dimensional container loading problem - 3D-CLP). O problema foi introduzido por Gendreau et al. (2006) e aborda a determinação das rotas realizadas por uma frota de veículos para entregas aos clientes, minimizando o total custo de viagem. O problema é de interesse prático na distribuição de mercadorias, por causa de suas muitas aplicações reais na área de transporte e logística. O problema tratado neste trabalho, portanto, é um caso particular do 3L-CVRP, aqui denominado problema de roteamento de um único veículo com restrições de empacotamento tridimensional (single vehicle routing problem with three-dimensional loading constraints - 3L-SVRP).

Para tratar este problema, é proposto um método de solução baseado em heurísticas clássicas das literaturas de roteamento e de empacotamento, além de um procedimento meta-heurístico. Para o problema de roteamento, uma rota inicial é definida utilizando-se a heurística de Clarke & Wright, e heurísticas de busca local (2-Opt, 3-Opt e Or-Opt) são utilizadas para melhorá-la. Para o subproblema de empacotamento, é utilizada uma heurística baseada na heurística de George & Robinson, que é empregada para verificar a viabilidade dos carregamentos. Este conjunto de heurísticas dedicadas aos dois problemas é então inserido na meta-heurística Simulated Annealing, com o objetivo de encontrar soluções ainda melhores.

Este trabalho está organizado da seguinte forma. Na Seção 2 é apresentada uma breve revisão da literatura sobre problemas integrados de roteamento e empacotamento. Na Seção 3 é apresentada a metodologia para a resolução do 3L-SVRP, baseada em métodos heurísticos e meta-heurísticos disponíveis na literatura. Na Seção 4 são apresentados os resultados computacionais obtidos com os métodos de solução propostos e instâncias baseadas nas literaturas de roteamento e de empacotamento. Na Seção 5 são apresentadas as conclusões do trabalho e algumas perspectivas de pesquisas futuras.

2. Literatura Relacionada

Da integração do CVRP (Toth e Vigo, 2014) com o 3D-CLP (Bortfeldt e Wäscher, 2013) surge o 3L-CVRP (Pollaris et al., 2015). O 3L-CVRP foi introduzido por Gendreau et al. (2006), que em seu trabalho propõem um algoritmo de Busca Tabu para a solução do problema de roteamento, que por sua vez invoca um outro algoritmo de Busca Tabu para a solução do subproblema de empacotamento. Os autores realizam testes com o algoritmo com instâncias adaptadas da literatura e do mundo real.

O 3L-CVRP é uma extensão do CVRP em que as dimensões dos itens (comprimento, largura e altura) são conhecidas. O veículo tem uma determinada capacidade em termos de volume, a demanda de cada cliente consiste em um conjunto de itens que têm a forma de paralelepípedos, e o peso total desses itens não pode exceder a capacidade em termos de peso do veículo, sendo que cada rota tem um número de clientes a ser visitados e cada cliente

tem os itens tridimensionais respectivos a receber. Cada cliente deve ser visitado por exatamente um veículo, que é atribuído a uma única viagem.

Para tal, o problema deve satisfazer tanto o CVRP quanto o 3D-CLP nos seguintes itens (Tao e Wang, 2015): (i) a demanda total em peso dos clientes não pode exceder a capacidade em peso do veículo; (ii) os itens não podem se sobrepor e têm que estar completamente contidos no espaço de carregamento; (iii) cada item deve ser carregado ortogonalmente com suas bordas paralelas às bordas do objeto; (iv) as restrições operacionais de carregamento geralmente surgem de situações práticas que dizem respeito à segurança para o transporte e a facilidade para as operações de carga/descarga, tais como: (iv-a) itens têm a orientação vertical fixa e só podem rotacionar 90° no plano horizontal; (iv-b) itens podem ser frágeis ou não. Sendo assim, itens frágeis podem ir em cima de itens não frágeis, mas não o oposto; (iv-c) se um item for empilhado sobre outro, sua base deve ser suportada por uma área mínima dos topos de outros itens ou pelo piso do veículo; (iv-d) a operação deve ser do tipo LIFO (last in, first out), o que significa que os últimos itens a serem carregados serão os primeiros a serem descarregados. Dessa forma, garante-se que a descarga de itens de um cliente não implica em qualquer reposicionamento dos itens pertencentes a outros clientes.

Outros autores trataram o 3L-CVRP de outras maneiras. Fuellerer et al. (2010) utilizaram o algoritmo de Otimização por Colônia de Formigas, que combina heurísticas para o roteamento e para o empacotamento. Bortfeldt (2012) e Ruan et al. (2013) propõem algoritmos híbridos para a solução do problema integrado. O primeiro autor inclui uma Busca Tabu para o roteamento e uma Busca em Árvore para o empacotamento, e os últimos autores abordam a meta-heurística de Colônia de Abelhas para a solução do problema integrado e seis heurísticas de empacotamento. Tarantilis et al. (2009) também usam uma meta-heurística híbrida que combina Busca Tabu e Busca Local Guiada. Tao e Wang (2015) usam uma Busca Tabu para resolver o problema de roteamento e duas heurísticas gulosas que os autores chamam de menor resíduo e área de contato. Bortfeldt e Homberger (2013) abordam uma lógica diferente da tradicional, ao empacotar primeiro e depois calcular o roteamento. No trabalho de Junqueira e Morabito (2015), os autores abordam um problema de roteamento de veículos com restrições de empacotamento tridimensional que ocorre em uma empresa de transporte de carga.

Conforme mencionado anteriormente, o presente trabalho tem como objeto um caso particular do 3L-CVRP, aqui denominado 3L-SVRP, que envolve um único veículo. No problema estudado, o veículo deve sair com todos os itens a serem entregues e passar por cada cliente uma única vez, além de considerar as restrições listadas anteriormente. Nos casos em que não for possível empacotar todos os itens, a solução será o roteiro de menor distância cujo volume de caixas deixadas de fora do carregamento seja o menor possível.

3. Métodos de Solução

3.1 Problemas de Roteamento: Heurística de Clarke & Wright

A heurística de Clarke & Wright (C&W) (Clarke e Wright, 1964) foi proposta originalmente para o CVRP e baseia-se na noção de economias (savings), que podem ser obtidas se dois

nós em duas diferentes rotas puderem ser unidos em uma única rota. Inicialmente, uma solução factível consiste em n rotas (em que n é o número de clientes) em que um veículo sai do depósito, visita um único cliente e retorna para o depósito. Em qualquer dada iteração, duas rotas $(v_0, \dots, v_i, \dots, v_0)$ e $(v_0, \dots, v_j, \dots, v_0)$ podem ser unidas em uma única rota $(v_0, \dots, v_i, v_j, \dots, v_0)$ sempre que o par de clientes (i, j) não estiver no mesmo roteiro e que a demanda total do novo roteiro não exceder a capacidade do veículo, gerando assim uma economia $s_{ij} = c_{i0} + c_{0j} - c_{ij}$, em que c_{ij} é o custo (ou distância) do trajeto entre i e j . O algoritmo então ordena em uma lista estas economias de maneira não crescente e procede à união das rotas, do par de nós com maior para o par de nós com menor economia. Em sua versão paralela do algoritmo, como a que foi considerada neste trabalho, a lista de economias é percorrida uma única vez.

3.2 Problemas de Roteamento: Heurísticas de Busca Local

O resultado encontrado pela heurística de Clarke & Wright muitas vezes pode ser melhorado aplicando procedimentos de Busca Local. Neste trabalho, serão considerados os algoritmos 2-Opt, 3-Opt e Or-Opt, que são operadores de busca local comumente empregados em problemas de roteamento em geral, mas também em outros problemas de otimização combinatória. O 2-Opt consiste na troca de dois arcos por dois novos arcos, com o objetivo de criar uma rota diferente da inicial. Esse procedimento permite encontrar um conjunto de novas rotas a partir de uma rota inicial (i.e., uma vizinhança). O 3-Opt segue a mesma lógica do 2-Opt, mas consiste na troca de três arcos por três novos arcos, com o objetivo de criar uma rota diferente inicial. Finalmente, o OR-Opt consiste na remoção de um conjunto de dois, três ou quatro clientes consecutivos e sua realocação em uma nova posição da rota. Esses procedimentos também permitem encontrar um conjunto de novas rotas a partir de uma rota inicial (i.e., novas vizinhanças).

3.3 Problemas de Empacotamento: Heurística de George & Robinson

A heurística de George & Robinson (G&R) (George e Robinson, 1980) consiste em uma heurística construtiva baseada no conceito de preencher o objeto (i.e., o contêiner/veículo) camada por camada (i.e., camadas verticais), do fundo do objeto até a sua porta. Enquanto não for possível preencher os espaços restantes em uma camada, uma nova camada não é iniciada. O primeiro item carregado na camada determina a profundidade da mesma. O algoritmo prioriza os itens que já foram utilizados, o que faz com que itens do mesmo tipo tendam a ser empacotados próximos uns dos outros. É utilizado um conjunto de prioridades para decidir qual tipo começará uma nova camada. Os seguintes critérios de prioridade foram originalmente propostos por George e Robinson (1980): (1) tipo de item com a maior das menores dimensões; (2) tipo de item com a maior quantidade disponível; e (3) tipo de item com a maior das maiores dimensões. Preferencialmente é utilizada a prioridade (1), as demais sendo utilizadas apenas em casos de empate.

Baseando-se nessa heurística, foram propostas algumas adaptações para o tratamento do empacotamento no contexto do 3L-SVRP. O algoritmo original de George & Robinson não considera uma sequência de clientes, apenas tenta empacotar todos os itens independente da ordem de retirada dos mesmos. Portanto, em um primeiro momento, foi ajustado o algoritmo original de George & Robinson para tratar essa questão. O algoritmo recebe as informações

do roteiro e prioriza a ordenação de empacotamento conforme a sequência de clientes recebida pela solução do roteamento, i.e. o último cliente a ser visitado é o que tem as caixas empacotadas primeiro, e assim por diante. A esse método denominou-se G&R-A.

Em uma tentativa de melhorar o desempenho do algoritmo G&R-A, foram propostas as seguintes modificações, as quais compõem o método que aqui denominou-se G&R-B: (a) atribuir a todos os tipos de itens o status “aberto” desde o início da execução do algoritmo, ou seja, o algoritmo considera igualmente todos os tipos de itens, independente de um tipo já ter sido usado anteriormente; (b) priorizar os tipos de itens com os maiores volumes remanescentes para um determinado cliente, ou seja, o algoritmo proposto prioriza o tipo com maior volume total remanescente (quantidade remanescente x volume) no momento de selecionar o próximo tipo a ser empacotado. Os demais critérios de prioridade, como descritos anteriormente, são utilizados apenas em casos de empate; (c) atualizar as quantidades remanescentes de cada tipo e reordenar as prioridades. É importante observar que na versão G&R-A as prioridades são atribuídas uma única vez no início do algoritmo; (d) desconsiderar a largura flexível.

3.4 Meta-heurística Simulated Annealing

O procedimento de Recozimento Simulado (Simulated Annealing - SA), proposto originalmente por Kirkpatrick et al. (1983), é baseado em uma analogia com um processo metalúrgico que consiste em primeiro aquecer um sistema contendo um metal, utilizando uma alta temperatura, para, posteriormente, resfriar o mesmo de forma lenta, até que o metal se solidifique novamente. Quanto mais o processo de resfriamento for lento, mais a estrutura do sólido será perfeita e sem defeitos. De forma análoga ao processo de Recozimento Simulado, em cada iteração de um algoritmo SA aplicado a um problema de otimização discreta, são comparados os valores para duas soluções (solução atual e uma nova solução). Soluções que melhoram a melhor solução presente são sempre aceitas, enquanto uma fração das soluções que não a melhoram podem ser aceitas probabilisticamente na expectativa de escapar de ótimos locais e explorar outras regiões do espaço de busca. A probabilidade de aceitar soluções em que não há melhoria depende de um parâmetro de temperatura, que é normalmente não crescente a cada iteração do algoritmo.

O algoritmo SA foi adaptado para considerar a factibilidade dos padrões de empacotamento, seja com a versão G&R-A ou G&R-B. Caso o algoritmo não encontre nenhuma solução factível para o empacotamento, o mesmo deve retornar a solução que deixar o menor volume total de itens/caixas de fora do carregamento. Devido a limitações de espaço, foi omitida aqui a apresentação do pseudocódigo do método de solução proposto para o 3L-SVRP.

4. Resultados Computacionais

Os procedimentos apresentados na Seção 3 foram implementados na linguagem C++ utilizando o ambiente de desenvolvimento integrado Microsoft Visual Studio 2010. Para realizar os experimentos, utilizou-se um computador com processador Intel Core i5-M450 de 2.4 GHz, 8 GB de memória RAM e sistema operacional Microsoft Windows 7 x64.

As instâncias de testes são baseadas nas literaturas de roteamento e de empacotamento. Para o problema de roteamento, utilizou-se a instância E-n13-k4 de Christofides e Eilon (1969),

que possui 13 nós (1 depósito e 12 clientes). A instância foi modificada para que o algoritmo crie apenas um roteiro, de modo que as demandas e capacidades originais foram desconsideradas. Para realizar os testes com entregas em diversos clientes criaram-se quatro novas instâncias, considerando 3, 6, 9 e 12 clientes, conforme as localizações originais presentes na instância E-n13-k4. Para o problema de empacotamento, foram consideradas versões modificadas da instância 5 de George e Robinson (1980). A versão original da referida instância possui 784 itens de 8 tipos diferentes a serem empacotados, e o objeto possui dimensões L=5793, W=2236 e H=2261. Neste caso, os 784 itens foram distribuídos aleatoriamente entre o número de clientes disponível. Adicionalmente, foram considerados dois outros conjuntos de dados para o problema de empacotamento, envolvendo os mesmos 8 tipos de itens, mas quantidades totais menores: um dos conjuntos teve uma redução proporcional de 12,5% no número de itens (resultando em 686 itens distribuídos aleatoriamente entre o número de clientes disponível), e o outro conjunto teve uma redução proporcional de 25% no número de itens (resultando em 588 itens distribuídos aleatoriamente entre o número de clientes disponível).

Os resultados computacionais dos cenários de testes estão apresentados na Tabela 1 a seguir. Nas três primeiras colunas são apresentados os cenários tratados com relação ao número de clientes e de itens. Na quarta coluna são apresentados os resultados considerando apenas o algoritmo SA (sem a verificação do empacotamento) para o cálculo do melhor roteiro (distância total percorrida). Nas demais colunas, a factibilidade do empacotamento é verificada e são apresentados tanto para o algoritmo G&R-A quanto para o algoritmo G&R-B o melhor roteiro (distância total percorrida) e a razão (em %) do volume de itens não empacotados pelo volume total de itens. Em todos os experimentos os tempos computacionais são da ordem de frações de segundo e não foram, portanto, reportados.

Tabela 1. Resultados computacionais dos cenários de teste considerando os algoritmos G&R-A e G&R-B.

Cenário	No. Clientes	No. Itens	SA sem Emp.		SA com Emp.		G&R-B	
			Melhor Roteiro	G&R-A		Melhor Roteiro	Vol. Não Emp.	
				Melhor Roteiro	Vol. Não Emp.			
1	3	588	70	70	0,00	70	0,00	
2	6	588	141	141	0,00	141	0,00	
3	9	588	167	167	0,00	167	0,00	
4	12	588	153	153	0,00	153	0,00	
5	3	686	70	70	0,00	70	0,00	
6	6	686	141	153	0,09	141	0,00	
7	9	686	167	181	1,02	171	0,17	
8	12	686	153	162	31,32	165	1,25	
9	3	784	70	80	3,03	70	1,86	
10	6	784	141	149	9,20	143	8,87	
11	9	784	167	170	11,86	167	14,47	
12	12	784	153	163	17,22	171	12,32	
Média		-	132,75	138,25	5,87	135,75	2,73	

De maneira geral, o algoritmo G&R-B (i.e., com as alterações adicionais propostas neste trabalho) foi capaz de produzir melhores resultados quando comparado com o algoritmo

G&R-A (i.e., a versão sem as alterações adicionais). O volume médio de caixas deixadas de fora do carregamento com o algoritmo G&R-B foi de 2,73%, ao passo que o algoritmo G&R-A deixou em média 5,87% das caixas de fora do carregamento. Ainda, é interessante notar que, em alguns casos (cenários 6, 7, 9 e 10), o algoritmo considerando G&R-B foi capaz de obter uma solução melhor que o algoritmo considerando G&R-A, tanto em termos de distância total percorrida quanto em termos do número de caixas deixadas de fora do carregamento. Por outro lado, apenas no cenário 11 o volume de caixas deixadas de fora do carregamento com o algoritmo considerando G&R-B foi maior que o respectivo número obtido com o algoritmo considerando G&R-A. Em termos de distância total percorrida, é interessante notar que ambas as versões do algoritmo foram capazes de obter distâncias relativamente pouco piores que a melhor solução possível sem considerar as restrições de empacotamento tridimensional. As distâncias obtidas com os algoritmos G&R-A e G&R-B foram, em média, respectivamente 4,14% e 2,26% maiores que as distâncias obtidas sem considerar as restrições de empacotamento tridimensional. A Figura 1 a seguir ilustra os padrões de empacotamento para o melhor roteiro obtido pelos algoritmos G&R-A (esquerda) e G&R-B (direita) para o cenário 10, respectivamente (as diferentes cores indicam os diferentes clientes):

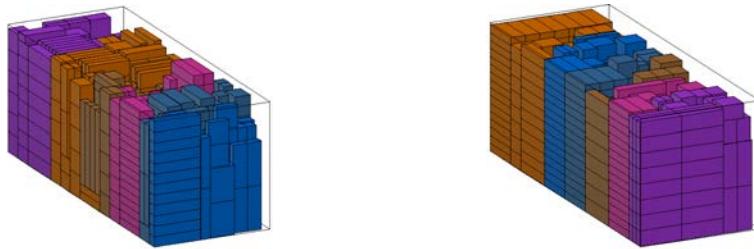


Figura 1. Resultados obtidos com os algoritmos G&R-A e G&R-B.

5. Conclusões

Esse trabalho tratou do problema de roteamento de um único veículo capacitado com restrições de empacotamento tridimensional (3L-SVRP). Foram propostos e implementados algoritmos baseados nas heurísticas de Clarke & Wright e de George & Robinson, e na meta-heurística Simulated Annealing. Duas versões da heurística adaptada de George & Robinson foram propostas: uma com pequenas alterações (G&R-A) e outra com alterações substanciais (G&R-B). Para avaliar a eficiência dos métodos desenvolvidos, instâncias baseadas nas literaturas de roteamento e de empacotamento foram utilizadas.

De maneira geral, os resultados mostraram que o algoritmo baseado na versão G&R-B apresentou desempenho superior quando comparado ao algoritmo baseado na versão G&R-A, tanto em termos do volume médio de caixas deixadas de fora do carregamento, quanto em termos da distância total percorrida pelo único veículo. Como trabalhos futuros, pretende-se investigar procedimentos mais elaborados de busca local para tratar o subproblema de empacotamento, com vistas a reduzir o volume de caixas que fica de fora do carregamento.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer o apoio financeiro recebido da CAPES e da FAPESP.

Referências

- Bortfeldt, A. (2012). A hybrid algorithm for the capacitated vehicle routing problem with three-dimensional loading constraints. *Computers & Operations Research*, 39:2248-2257.
- Bortfeldt, A. e Homberger, J. (2013). Packing first, routing second – a heuristic for the vehicle routing and loading problem. *Computers & Operations Research*, 40:873-885.
- Bortfeldt, A. e Wäscher, G. (2013). Constraints in container loading – a state-of-the-art review. *European Journal of Operational Research*, 229:1-20.
- Christofides, N. e Eilon, S. (1969). An algorithm for the vehicle-dispatching problem. *Operational Research Quarterly*, 20:309-318.
- Clarke, G. e Wright, J. W. (1964). Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points. *Operations Research*, 12:568-581.
- Fuellerer, G., Doerner, K., Hartl, R. e Iori, M. (2010). Metaheuristics for vehicle routing problems with three-dimensional loading constraints. *European Journal of Operational Research*, 201:751-759.
- Gendreau, M., Iori, M., Laporte, G. e Martello, S. (2006). A tabu search algorithm for a routing and container loading problem. *Transportation Science*, 40: 342-350.
- George, J. A. e Robinson, D. F. (1980). A heuristic for packing boxes into a container. *Computer & Operations Research*, 7:147-156.
- Junqueira, L. e Morabito, R. (2015). Heuristic algorithms for a three-dimensional loading capacitated vehicle routing problem in a carrier. *Computers & Industrial Engineering*, 88:110-130.
- Kirkpatrick, S., Gelatt, C. D. e Vecchi, M. P. (1983). Optimization by simulated annealing. *Science*, 220:671-680.
- Pollaris, H., Braekers, K., Caris, A., Janssens, G. e Limbourg, S. (2015). Vehicle routing problems with loading constraints: state-of-the-art and future directions. *OR Spectrum*, 37:297-330.
- Ruan, Q., Zhang, Z., Miao, L. e Shen, L. (2013). A hybrid approach for the vehicle routing problem with three-dimensional loading constraints. *Computers & Operations Research*, 40:1579-1589.
- Tao, Y. e Wang, F. (2015). An effective tabu search approach with improved loading algorithms for the 3L-CVRP. *Computers & Operations Research*, 55:127-140.
- Tarantilis, C. D., Zachariadis, E. E. e Kiranoudis, C. T. (2009). A hybrid metaheuristic algorithm for the integrated vehicle routing and three-dimensional container-loading problem. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 10:255-271.
- Toth, P. e Vigo, D. (2014). *Vehicle routing : problems, methods, and applications*. Society for Industrial and Applied Mathematics. Philadelphia.

Heurísticas para um Problema Integrado de Roteamento e Carregamento de um Único Veículo com Coletas e Entregas

Heuristics for an Integrated Single Vehicle Routing and Loading Problem with Pickups and Deliveries

Eryck Augusto da Silva¹, Leonardo Junqueira², Luigi Tavolaro Santini¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Nove de Julho
Av. Francisco Matarazzo, 612, 05001-100, Água Branca – São Paulo (SP) –Brasil

² Programa de Pós-Graduação em Informática e Gestão do Conhecimento – Universidade
Nove de Julho
Av. Francisco Matarazzo, 612, 05001-100, Água Branca – São Paulo (SP) –Brasil
erycks@gmail.com, leonardo.junqueira@uni9.pro.br, luigisant@gmail.com

Resumo. *O presente trabalho trata do problema integrado de roteamento e empacotamento tridimensional de um único veículo, em que o roteiro realizado pelo veículo envolve clientes de entrega e de coleta, devendo todas as entregas ser realizadas antes de qualquer coleta. Para tratar esse problema são desenvolvidos métodos de solução baseados em heurísticas clássicas das literaturas de roteamento e de empacotamento, além de um procedimento meta-heurístico. A eficiência dos métodos desenvolvidos é avaliada utilizando instâncias baseadas na literatura. Os resultados obtidos mostram que os métodos propostos são capazes de gerar soluções para o problema integrado com um baixo percentual de caixas deixadas de fora do carregamento.*

Abstract. *This work addresses the integrated single vehicle routing and three-dimensional loading problem, in which the route performed by the vehicle consists of both linehaul and backhaul customers, in which all deliveries have to be accomplished before any pickup. To tackle this problem we present a solution approach based on classical routing and packing heuristics, as well as a metaheuristic procedure. The effectiveness of the developed methods is evaluated using instances based on the literature. The results show that the proposed approach is able to generate solutions for the integrated problem with a low percentage of boxes left out of the packing.*

Áreas temáticas. Inteligência computacional, Ferramentas de apoio à decisão.

1. Introdução

Para atender a demanda de um grupo de clientes, o problema de roteamento de veículos (VRP - Vehicle Routing Problem) busca selecionar o conjunto de rotas que permita visitar todo o grupo de clientes no menor custo possível. No CVRP (Capacitated Vehicle Routing Problem), que é a forma mais básica de VRP, o objetivo é realizar a entrega de bens aos clientes, partindo e retornando para um depósito central e utilizando uma frota limitada de veículos idênticos de capacidade também limitada. Cada cliente pode ser visitado uma única vez e deve ter toda a sua demanda atendida nesta visita, além de a demanda total de cada roteiro não exceder a capacidade do veículo. No entanto, o transporte de bens, na prática, pode apresentar característica tridimensional, isto é, a largura, altura e profundidade dos itens devem ser levadas em consideração. O 3D-BPP (Three-Dimensional Bin Packing Problem) é definido como o empacotamento de itens com três dimensões (p.e., caixas) em um número mínimo de objetos retangulares também de três dimensões.

A combinação do CVRP com o 3D-BPP cria uma classe de problemas conhecida como 3L-CVRP (Three-Dimensional Loading Capacitated Vehicle Routing Problems), que pode ser caracterizada pela necessidade de armazenamento de caixas tridimensionais em veículos também tridimensionais que devem visitar um conjunto de clientes (Bortfeldt et al., 2015). A busca pelo melhor roteiro é parte importante no tratamento de problemas integrados de roteamento e carregamento de veículos. Porém, o empacotamento dos bens a serem entregues e coletados também precisa ser tratado com atenção. Uma má alocação destes bens dentro dos veículos pode dificultar o acesso aos mesmos, diminuir o número de clientes que os veículos poderão atender, gerar um empacotamento sem estabilidade, entre outros problemas, o que no final poderá gerar perdas (financeiras ou não).

Alguns problemas que envolvem, por exemplo, correio expresso e transporte de medicamentos, geralmente são classificados como problemas de roteamento com coleta e entrega. Tais problemas, diferentemente dos casos abordados no 3L-CVRP, em que o veículo é carregado exclusivamente no depósito com a carga que será entregue, podem apresentar os pontos de coleta também no roteiro. Os problemas de coleta e entrega tratados neste trabalho são definidos como 3L-SVRPCB (Three-Dimensional Loading Single Vehicle Routing Problem with Clustered Backhauls), em que um único veículo deve sair carregado do depósito para realizar todas as entregas antes de realizar todas as coletas, para então retornar ao depósito. Tanto o veículo quanto os itens a serem entregues/coletados são retangulares e tridimensional (i.e., possuem as formas de paralelepípedos).

Este trabalho está organizado da seguinte forma. Na Seção 2 é apresentada uma breve revisão da literatura sobre trabalhos que envolvem problemas de roteamento (com maior ênfase para trabalhos que trataram casos envolvendo coleta e entrega), problemas de empacotamento, e problemas integrados de roteamento e empacotamento. Na Seção 3 são apresentados os métodos de solução propostos para a geração dos roteiros e o empacotamento dos itens. Na Seção 4 são apresentados os resultados computacionais realizados com os métodos propostos e instâncias baseadas nas literaturas de roteamento e de empacotamento. Finalmente, na Seção 5 são apresentadas as conclusões do trabalho e algumas perspectivas de pesquisas futuras.

2. Literatura Relacionada

Parragh et al. (2008a) e Parragh et al. (2008b) apresentam um levantamento sobre problemas de roteamento de veículos com coleta e entrega. Em Parragh et al. (2008a) encontram-se os problemas relacionados a entrega de bens que partem do depósito com destino aos clientes e coleta de bens nos clientes com destino ao depósito. Nesta classe de problemas se encontra, entre outros, o VRPCB (Vehicle Routing Problem with Clustered Backhauls). Em Parragh et al. (2008b) encontram-se os problemas relacionados à coleta e entrega de bens no roteiro (i.e., sem transporte de bens do ou para o depósito). Nesta classe de problemas se encontra, entre outros, o PDP (Pickup and Delivery Problem). Neste trabalho aborda-se um caso particular do VRPCB no qual se considera um único veículo disponível.

Na literatura também podem ser encontrados vários trabalhos que tratam especificamente de problemas de empacotamento. Dyckhoff (1990) apresenta uma tipologia para problemas de corte e empacotamento em geral, que posteriormente foi revisada e aprimorada por Wäscher et al. (2007) e a partir de então vem sendo utilizada como referência na classificação de problemas de corte e empacotamento. Em George e Robinson (1980), por exemplo, encontra-se um algoritmo para o empacotamento de caixas em um único contêiner.

Problemas integrados de roteamento e empacotamento, como o 3L-CVRP, foram abordados pela primeira vez por Gendreau et al. (2006), que o tratou utilizando Busca Tabu. Outros autores, como Moura e Oliveira (2009) e Fuellerer et al. (2010), trataram o problema de outras maneiras, utilizando respectivamente GRASP e Colônia de Formiga. Bortfeldt (2012) propõe o uso de um algoritmo híbrido com Tabu Search e Busca em Árvore que se mostrou superior a outros métodos que foram utilizados na comparação. Ceschia et al. (2013), utilizando a meta-heurística Simulated Annealing e técnicas de busca local em vizinhança grande melhoraram os resultados de 13 casos reais fornecidos pela indústria e outros cenários propostos pela literatura.

Em Bortfeldt et al. (2015) o problema tratado está muito próximo ao considerado neste trabalho, embora considere múltiplos veículos. Estes autores também utilizam métodos diferentes para tratar o roteamento e o empacotamento. Com o objetivo de saber se a estrutura de vizinhança impacta nos resultados, Bortfeldt et al. (2015) utilizou no primeiro algoritmo híbrido proposto o ALNS (Adaptive Large Neighborhood Search) e no segundo algoritmo híbrido o VNS (Variable Neighborhood Search) para a construção do roteamento. Em ambos os algoritmos foi utilizada uma Busca em Árvore para verificar a factibilidade do empacotamento.

O 3L-SVRPCB abordado neste trabalho, consiste em uma extensão do VRPCB em que tanto o veículo quanto os itens são retangulares e tridimensionais. Neste problema, além da correta separação dos clientes de entrega dos clientes de coleta, visitados uma única vez em um único roteiro, são consideradas restrições de empacotamento tridimensional, como a estabilidade do carregamento (i.e., as bases das caixas devem estar 100% suportadas pelos topo de outras caixas ou pelo piso do veículo), múltiplas orientações (i.e., as caixas podem ser posicionadas/empacotadas com qualquer orientação) e múltiplos destinos (i.e., as caixas do último cliente a ser carregado devem ser as primeiras a ser descarregadas, e assim sucessivamente). Para tratar o problema de roteamento, faz-se uso de uma versão modificada

do algoritmo de Clarke & Wright. Um procedimento de busca local (2-opt) típico em problemas de roteamento de veículos também é empregado para melhorar a solução inicialmente gerada. Para tratar o subproblema de empacotamento, faz-se uso de uma versão modificada do algoritmo de George & Robinson. Para explorar regiões mais promissoras do espaço de soluções do problema de roteamento, faz-se uso da meta-heurística Simulated Annealing.

3. Métodos de Solução

3.1 Módulo de Roteamento

Clarke e Wright (1964) desenvolveram um algoritmo construtivo baseado no conceito de economias (“savings”) que poderiam ser obtidas com a união de dois pontos/clientes ou roteiros, com o objetivo de criar um ou mais roteiros que iniciem no depósito, passem pelos respectivos clientes uma única vez e terminem novamente no depósito. Para tratar a questão do roteamento do 3L-SVRPCB, algumas alterações foram implementadas no algoritmo original de Clarke & Wright. Tais alterações consideram que os pontos de coleta e os pontos de entrega devem estar separados no roteiro, de forma que o veículo visite primeiro todos os pontos de entrega para então iniciar a visita aos pontos de coleta.

As alterações no algoritmo original estão concentradas nas seções em que é avaliado se a união entre dois pontos ou roteiros é possível. Originalmente, esta avaliação verificava se as restrições de capacidade eram violadas com a união em questão. Para adaptar ao cenário do 3L-SVRPCB foi necessário qualificar todos os pontos envolvidos nos roteiros, definindo quais são os pontos de coleta e quais são os pontos de entrega, para que, no momento da verificação mencionada, seja possível validar, também, se a união entre os pontos não cria um roteiro em que os pontos de entrega se alternam mais de uma única vez com os pontos de coleta.

O algoritmo de Clarke & Wright, por ser uma heurística, não necessariamente cria um roteiro ótimo ou que não possa ser melhorado. Um algoritmo de busca local considerado neste trabalho, conhecido como 2-opt, basicamente gera novos vizinhos de uma solução desconectando duas arestas não adjacentes e conectando duas novas arestas de forma a manter o circuito entre os pontos. O procedimento 2-opt também precisou ser adaptado para o caso do 3L-SVRPCB, pois o processo de desconexão e reconexão não pode ser feito se o resultado forem pontos de coleta e de entrega que se intercalem gerando um roteiro inválido.

3.2 Módulo de Empacotamento

Para verificar a factibilidade do empacotamento dos itens, será utilizado o algoritmo heurístico construtivo proposto por George e Robinson (1980). Estes autores desenvolveram este algoritmo para o problema de empacotamento de um único contêiner com o objetivo de maximizar o volume de caixas empacotadas. Este algoritmo essencialmente cria camadas verticais do fundo para a frente do contêiner, garantindo o reaproveitamento de espaços não utilizados por camadas anteriores. Utilizando um conceito de caixas de tipos “abertos” e “fechados”, o algoritmo seleciona o tipo de caixa para iniciar e compor as camadas conforme algumas prioridades definidas pelos autores.

O algoritmo de George & Robinson também foi adaptado para tratar o 3L-SVRPCB. O conceito de “largura flexível”, que originalmente controlava a largura máxima que uma coluna poderia ter para ocupar um espaço na camada, foi excluído nesta versão, permitindo assim empacotar tantas colunas completas quanto forem possíveis na camada. Foi adicionada uma prioridade adicional ao sistema de prioridades dos tipos de caixas (descrito a seguir), que classifica os tipos de caixas com base no volume remanescente de caixas de cada tipo por cada cliente, ou seja, o volume de caixas de cada tipo que ainda não foram empacotadas no contêiner. Desta forma, o algoritmo adaptado de George & Robinson passa a priorizar as caixas com base nos seguintes critérios: (1) Tipo de caixa com maior volume remanescente disponível para empacotamento; (2) Tipo de caixa com a maior das menores dimensões; (3) Tipo de caixa com a maior quantidade disponível; e (4) Tipo de caixa com a maior das maiores dimensões. Além de alterar o sistema de prioridades, foi adicionado ao algoritmo um mecanismo de atualização das prioridades após cada empacotamento. Convém observar que (1) possui a maior prioridade e, portanto, é utilizado sempre que possível, enquanto os demais critérios podem ser utilizados em casos de empate. A versão modificada do algoritmo também desconsidera a prioridade que certos tipos poderiam ter por já terem sido utilizados no empacotamento (tipos “abertos”).

Convém observar que o algoritmo original já garante a estabilidade vertical das caixas (i.e., garante-se o suporte completo da base de cada caixa). A questão de múltiplos destinos impacta diretamente no carregamento e descarregamento das caixas, exigindo que o carregamento realizado no depósito deva seguir a sequência inversa dos clientes que serão visitados para entrega dos bens (caixas). A esta forma de sequenciamento do carregamento é dada o nome de LIFO (“Last In, First Out”). No caso da sequência dos clientes de coleta, o mesmo conceito é aplicado, porém, como toda a carga será descarregada no depósito, o sequenciamento dos clientes visitados é realizado para permitir o melhor empacotamento e aproveitamento dos espaços do veículo. O algoritmo original não considera a separação da carga em múltiplos destinos (clientes) e esta alteração também foi implementada. A Figura 1 é uma representação gráfica de empacotamentos gerados pelo algoritmo para o cenário 1 (definido na Seção 4). Nesta figura as diferentes cores indicam os diferentes clientes.

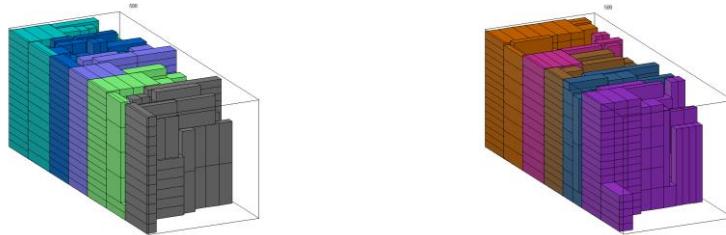


Figura 1. Empacotamentos de entrega (esquerda) e de coleta (direita).

3.3 Integração dos Módulos de Roteamento e de Empacotamento

Os algoritmos adaptados de Clarke & Wright e de George & Robinson, assim como o método de busca local 2-opt, foram incorporados na meta-heurística Simulated Annealing (SA) (Kirkpatrick et al., 1983) de modo a se tentar explorar regiões promissoras do espaço de busca do 3L-SVRPCB. O algoritmo foi desenvolvido para que, a partir de uma solução inicial gerada pelo algoritmo de Clarke & Wright, seja verificada a cada iteração, por meio do

algoritmo de George & Robinson, a factibilidade do empacotamento resultante, tanto para o subroteiro de entrega, quanto para o subroteiro de coleta. Em outras palavras, uma dada solução só é considerada factível se ambos os padrões de empacotamento de entrega e de coleta forem factíveis. Caso o empacotamento seja inviável para pelo menos um dos subroteiros, a melhor solução encontrada será aquela que deixar o menor volume de caixas de fora do carregamento (tanto dos clientes de entrega quanto dos clientes de coleta). Devido a limitações de espaço, foi omitida aqui a apresentação do pseudocódigo do método de solução proposto para o 3L-SVRPCB.

4. Resultados Computacionais

Todas as alterações descritas na Seção 3 foram implementadas nos algoritmos originais de Clarke & Wright (em sua versão paralela, em que a lista de economias é percorrida uma única vez), George & Robinson e Simulated Annealing, a fim de adequá-los aos objetivos deste trabalho. A linguagem escolhida para o desenvolvimento dos algoritmos foi a linguagem C++ utilizando o Visual Studio Ultimate 2013, e o ambiente de desenvolvimento e de realização dos experimentos foi um Intel Core i7 2630 QM de 2.0 GHz com 6 GB de memória RAM e sistema operacional Windows 7 Ultimate x64.

As instâncias utilizadas para realização dos experimentos foram geradas a partir da instância “C1” proposta por Goetschalckx e Jacobs-Blecha (1989). A instância “C1” apresenta 20 pontos de entrega (“linehauls”) e 20 pontos de coleta (“backhauls”), além de valores de demanda específicos para cada ponto. Neste trabalho não são consideradas as respectivas demandas dos pontos, somente a posição dos mesmos no espaço. A demanda (em termos das quantidades de caixas) de cada cliente foi gerada de forma aleatória considerando uma adaptação da instância 5 de George e Robinson (1980), que apresenta originalmente 784 caixas distribuídas em 8 tipos com dimensões diferentes. Em todos os experimentos, o contêiner possui dimensões L=5793, W=2236 e H=2261, como na instância original. A instância “C1” foi dividida em 7 cenários. Cada cenário apresenta quantidade específica de pontos de entrega e de pontos de coleta, mantendo o mesmo número de caixas (588 caixas, uma redução proporcional de 25% do número original) em todos os cenários. O cenário 7 é exatamente o proposto originalmente pela instância “C1”.

A Tabela 1 a seguir apresenta os resultados obtidos. Sua primeira coluna contém o identificador do cenário, enquanto a coluna Tipo divide o cenário em grupo de clientes de Entrega (“E”) e grupo de clientes de Coleta (“C”). As duas próximas colunas apresentam, respectivamente, o número de clientes de cada tipo e o número de itens. A quinta coluna apresenta a distância total percorrida pelo único veículo utilizando o algoritmo SA sem considerar o empacotamento, enquanto as colunas seguintes apresentam a distância total percorrida pelo único veículo e o volume de caixas não empacotadas (em %) utilizando o algoritmo SA considerando a busca pelo melhor roteiro que apresente um empacotamento factível, ou que deixe o menor volume de caixas sem empacotar. Em todos os experimentos os tempos computacionais são da ordem de frações de segundo e não foram, portanto, reportados.

Tabela 1. Resultados computacionais obtidos.

Cenário	Tipo	No. Clientes	No. Itens	SA sem Emp.		SA com Emp.	
				Melhor Roteiro	Melhor Roteiro	Vol. Não Emp.	
1	E	5	588	120810	120810	0,00	
	C	5					0,00
2	E	10	588	148418	148418	0,00	
	C	5					0,00
3	E	10	588	147214	147214	0,00	
	C	10					0,00
4	E	15	588	166848	176025	1,51	
	C	10					0,00
5	E	15	588	176875	177004	2,38	
	C	15					0,66
6	E	20	588	194480	204567	4,61	
	C	15					0,00
7	E	20	588	205302	205647	3,56	
	C	20					5,00
Média	-	-	-	165706,71	168526,43	1,27	

É interessante notar que os cenários 1, 2 e 3 apresentam uma solução capaz de empacotar completamente as demandas de coleta e de entrega, e que o mesmo já não ocorre com os cenários 4, 5, 6 e 7, que contêm mais pontos de entrega e/ou de coleta. Com o aumento do número de clientes no roteiro a dificuldade de se obter um empacotamento factível também tende a aumentar. Isso se deve ao fato dos carregamentos ficarem muito fragmentados, e também às restrições de múltiplos destinos, que exigem que todas as caixas de um cliente devem ser empacotadas ou desempacotadas sem que seja possível a movimentação de uma caixa de outro cliente. Com isso, existe uma tendência maior de serem geradas regiões com pouco aproveitamento do espaço. Em todo caso, para os cenários em que não foi possível empacotar todas as caixas, o volume total de caixas não empacotadas não foi maior que 5,00%, o que é um percentual relativamente baixo.

5. Conclusões

Este trabalho abordou o problema integrado de roteamento e carregamento de um único veículo com coletas e entregas (3L-SVRPCB). Para tratá-lo, foram consideradas heurísticas clássicas das literaturas de roteamento e de empacotamento. Versões adaptadas das heurísticas de Clarke & Wright (para a construção do roteiro) e de George & Robinson (para a verificação da factibilidade do empacotamento) foram empregadas. As mesmas foram posteriormente embutidas na meta-heurística Simulated Annealing. Para avaliar a eficiência dos métodos desenvolvidos, instâncias baseadas nas literaturas de roteamento e de empacotamento foram utilizadas. De maneira geral, os resultados mostraram que os métodos propostos são capazes de gerar soluções para o 3L-SVRPCB em que no máximo 5,00% do volume total de caixas foi deixado de fora do carregamento.

Os métodos propostos se mostraram promissores para a continuidade dos trabalhos, pois existe oportunidade para modificações adicionais nos algoritmos de construção dos roteiros e,

principalmente, nos algoritmos de verificação da factibilidade dos empacotamentos, que ainda não possuem, por exemplo, um procedimento de busca local implementado.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer o apoio financeiro recebido da CAPES e da FAPESP.

Referências

- Bortfeldt, A. (2012). A hybrid algorithm for the capacitated vehicle routing problem with three-dimensional loading constraints. *Computers & Operations Research*, 39: 2248-2257.
- Bortfeldt, A., Hahn, T., Mannel, D. e Monch, L. (2015). Hybrid algorithms for the vehicle routing problem with clustered backhauls and 3D loading constraints. *European Journal of Operational Research*, 243:82-96.
- Ceschia, S., Schaerf, A. e Stützle, T. (2013). Local search techniques for a routing-packing problem. *Computers & Industrial Engineering*, 66:1138-1149.
- Clarke, G. e Wright, J. W. (1964). Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points. *Operations Research*, 12:568-581.
- Dyckhoff, H. (1990). A typology of cutting and packing problems. *European Journal of Operational Research*, 44:145-159.
- Fuellerer, G., Doerner, K. F., Hartl, R. F. e Iori, M. (2010). Metaheuristics for vehicle routing problems with three-dimensional loading constraints. *European Journal of Operational Research*, 201:751–759.
- Gendreau, M., Iori, M., Laporte, G. e Martello, S. (2006). A tabu search algorithm for a routing and container loading problem. *Transportation Science*, 40:342-350.
- George, J. A. e Robinson, D. F. (1980). A heuristic for packing boxes into a container. *Computers & Operations Research*, 7:147-156.
- Goetschalckx, M. e Jacobs-Blecha, C. (1989). The vehicle routing problem with backhauls. *European Journal of Operational Research*, 42:39-51.
- Kirkpatrick, S., Gelatt, C. D. e Vecchi, M. P. (1983). Optimization by simulated annealing. *Science*, 220:671-680.
- Moura, A. e Oliveira, J. F. (2009). An integrated approach to the vehicle routing and container loading problems. *OR Spectrum*, 31:775-800.
- Parragh, S. N., Doerner, K. F. e Hartl, R. F. (2008a). A survey on pickup and delivery problems. Part I: transportation between customers and depot. *Journal für Betriebswirtschaft*, 58:21-51.
- Parragh, S. N., Doerner, K. F. e Hartl, R. F. (2008b). A survey on pickup and delivery problems. Part II: transportation between pickup and delivery locations. *Journal für Betriebswirtschaft*, 58:81-117.
- Wäscher, G., Haußner, H. e Schumann, H. (2007). An improved typology of cutting and packing problems. *European Journal of Operational Research*, 183:1109-1130.

Um Modelo de Otimização para o Problema de Roteirização de Veículos com Frota Heterogênea e Janelas de Tempo

An Optimization Model for the Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem with Time Windows

Anderson Willian de Souza¹, Leonardo Junqueira²

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Nove de Julho
Av. Francisco Matarazzo, 612, 05001-100, Água Branca – São Paulo (SP) –Brasil

² Programa de Pós-Graduação em Informática e Gestão do Conhecimento – Universidade Nove de Julho
Av. Francisco Matarazzo, 612, 05001-100, Água Branca – São Paulo (SP) –Brasil
andersonwillian7@gmail.com, leonardo.junqueira@uni9.pro.br

Resumo. *O presente trabalho estuda a classe de problemas de roteirização de veículos com frota heterogênea fixa e janelas de tempo. Este estudo busca solucionar o problema no contexto de uma empresa real de distribuição de carga expressa onde o problema ocorre. O objetivo é propor roteiros que serão utilizados regularmente pela empresa. Para tal, um modelo matemático é apresentado, implementado em um aplicativo de otimização e testado com dados obtidos junto a empresa. Os resultados mostram que o modelo representa adequadamente o problema e se mostra eficiente na definição das rotas considerando os dados atuais, assim como para as rotas considerando o replanejamento das janelas de tempo, quantidades e tipos de veículos da frota.*

Abstract. *This paper studies the class of vehicle routing problems with heterogeneous fixed fleet and time windows. This study aims at solving the problem in the context of a real express cargo distribution company where the problem occurs. The objective is to propose routes that will be regularly used by the company. Thus a mathematical model is presented, implemented in an optimization solver and tested with data obtained from the company. The results show that the model adequately represents the problem, and that it proves to be efficient in the definition of routes considering the actual data, as well as routes considering the replanning of the time windows, amounts and types of the vehicle fleet.*

Áreas temáticas. *Ferramentas de apoio à decisão, Simulação computacional.*

1. Introdução

O presente trabalho tem como objeto de estudo um caso particular de problemas de roteirização de veículos denominado problema de roteirização de veículos com frota heterogênea fixa e janelas de tempo (Heterogeneous Fixed Fleet Vehicle Routing Problem with Time Windows - HFFVRPTW). Este caso particular de VRP surge como combinação dos problemas que apresentam: (i) restrições de janelas de tempo para atendimento aos clientes (Vehicle Routing Problem with Time Windows - VRPTW), e (ii) frota heterogênea fixa, em que a frota de veículos utilizada é limitada, sendo composta por mais de um tipo de veículo (Heterogeneous Fixed Fleet Vehicle Routing Problem - HFFVRP).

Considerando o caráter prático dos VRPs e sua vinculação às situações reais, este trabalho tem como ambiente de estudo uma reconhecida empresa de distribuição de carga expressa atuante na cidade de São Paulo, mencionada neste trabalho como empresa X. A empresa X tem como uma das suas principais operações a distribuição de carga na área urbana de São Paulo, sendo a atividade de definição das rotas caracterizada como um caso de típico de HFFVRPTW. Embora tenha atuação relevante no mercado, a empresa X não possui qualquer metodologia para roteirização dos veículos, sendo este processo gerido unicamente pela experiência dos operadores de programação de linhas que, em geral, são especialistas em determinadas regiões de atuação da empresa.

Dentro do contexto abordado, este trabalho propõe a resolução do HFFVRPTW por meio de modelagem matemática e aplicativos de otimização, obtendo assim uma solução exata para o problema estudado, com vistas a contribuir para uma melhor utilização da frota disponível, o que implica na redução dos custos fixos e variáveis envolvidos na operação, além do cumprimento dos horários de entrega de mercadorias, que está relacionado à qualidade do serviço prestado pela empresa em questão e sua competitividade no mercado.

Este trabalho está organizado da seguinte forma. Na Seção 2 são revisados os principais trabalhos relacionados ao problema abordado, sobretudo aqueles que trataram as restrições e características do problema estudado. Na Seção 3 é apresentado um modelo de programação linear inteira mista utilizado para resolução do problema. Na Seção 4 são apresentados os resultados computacionais obtidos com um aplicativo de otimização e dados fornecidos pela empresa X. Finalmente, na Seção 5 são apresentadas as conclusões do trabalho e algumas perspectivas de pesquisas futuras.

2. Literatura Relacionada

De modo geral, o problema clássico de roteirização de veículos tem como objetivo encontrar rotas com o menor custo possível minimizando, portanto, o custo total de viagem, que normalmente está associado à distância total percorrida e/ou à quantidade de veículos utilizados. O problema de roteirização de veículos capacitado (Capacitated Vehicle Routing Problem - CVRP) apresenta início e término das rotas no mesmo depósito, de tal modo que a demanda de um cliente seja atendida pelo mesmo veículo (cada cliente deve ser visitado uma única vez) e a capacidade dos veículos não seja excedida.

Os problemas de roteirização de veículos com frota heterogênea (Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problems - HFVRP), segundo a classificação proposta por Gendreau et al.

(1999) e Tarantilis et al. (2004), podem ser classificados em: (i) Heterogeneous Fixed Fleet Vehicle Routing Problem - HFFVRP, onde o problema de roteirização é composto por uma frota limitada de veículos; e (ii) Fleet Size and Mix Vehicle Routing Problem - FSMVRP, onde, além dos roteiros, a solução deve determinar a configuração ideal da frota (mix de veículos), considerando para isso o número de veículos de cada tipo inicialmente como ilimitado. Em ambas as versões do HFVRP, o objetivo consiste em determinar rotas que minimizem os custos envolvidos, compostos pelos custos fixos e variáveis. Baldacci et al. (2008) apresentaram uma importante revisão dos trabalhos que trataram do HFVRP, descrevendo as principais formulações. Mais recentemente, Koç et al. (2015) apresentam uma revisão das diversas extensões dos problemas de roteirização com frota heterogênea, e apresentam análises comparativas dos resultados obtidos na aplicação dos principais algoritmos descritos na literatura. O HFFVRP foi abordado por Paraskevopoulos et al. (2008), que em seu trabalho consideraram o custo total a ser minimizado a partir do tempo total da rota e do custo fixo do veículo. Neste caso em específico, os tempos de serviço servem apenas para verificar a viabilidade da rota e para ajustes da hora de partida do terminal, a fim de minimizar o tempo de espera nos clientes (Koç et al., 2015).

Quanto ao atendimento aos clientes, alguns casos de VRP impõem janelas de tempo para atendimento dos mesmos, dando origem aos problemas de roteirização de veículos com janelas de tempo (Vehicle Routing Problem with Time Windows - VRPTW). Neste caso, o objetivo é roteirizar veículos considerando restrições de janelas de tempo, podendo estas ocorrer tanto na entrega da carga aos CDs ou no depósito, quanto no horário em que a carga deve estar disponível para carregamento. Uma das principais abordagens do VRPTW foi apresentada por Solomon (1986) com restrição de janelas de tempo nos clientes. O autor desenvolveu heurísticas construtivas para solução do problema sendo: economias, vizinho mais próximo, inserção, métodos de agrupa-roteiriza, roteiro gigante e heurística de melhoria baseada na troca de arcos, sendo a frota de veículos homogênea.

Alguns estudos abordaram cenários onde os elementos frota heterogênea e janelas de tempo foram abordados de forma combinada e, em alguns casos, acrescentando outras restrições. Cunha (1997) abordou o VRP com frota heterogênea fixa e janelas de tempo (HFFVRPTW). Nesse estudo, o autor partiu das heurísticas aplicadas ao VRPTW com frota homogênea, acrescentando a heurística de agrupamento e alocação sequencial, sendo considerada também a capacidade dos veículos e o limite de duração máxima da jornada de trabalho. A técnica de agrupamento sequencial foi aplicada a um caso real com um total de 136 entregas que, segundo o autor, apresentou uma redução da distância total percorrida, custos operacionais e quantidade de veículos utilizados.

Um caso semelhante com entregas fracionadas (Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem with Time Windows and Split Deliveries - HFVRPTWSD) foi abordado por Belfiore (2006), que apresenta um método de solução obtido a partir da aplicação de heurística construtiva em conjunto com a meta-heurística Scatter Search. Belfiore e Yoshizaki (2009) trataram do HFVRPTWSD aplicando o mesmo método de solução, porém, considerando um problema real de uma empresa de grande porte atuante no ramo de varejo. Nesse caso, o problema envolveu o problema de um único depósito que atendia 519 CDs distribuídos em

11 estados do Brasil, em que a frota foi considerada como ilimitada e composta por quatro tipos de veículos.

Belfiore e Yoshizaki (2013) trataram a aplicação da técnica *Scatter Search* para resolução do *Fleet Size and Mix Vehicle Routing Problem with Time Windows and Split Deliveries* - *FSMVRPTWSD*, no qual se busca determinar a dimensão e o mix da frota considerando também restrições de janelas de tempo e entregas fracionadas. Segundo os autores, a heurística aplicada apresentou resultados equivalentes aos melhores resultados descritos na literatura.

Considerando que não há quantidade relevante de abordagens exatas para o *HFFVRPTW*, fica evidenciada a oportunidade de avanço do conhecimento a partir do problema observado na empresa X.

3. Modelagem Matemática

A formulação matemática utilizada para modelar o problema da empresa X foi baseada em formas amplamente utilizadas na literatura, sendo apresentadas também em trabalhos como Toth e Vigo (2014) e Golden et al. (2008). O modelo foi construído considerando o grafo direcionado onde $V=\{1,2,3\dots,n\}$ representa o conjunto de vértices do grafo, em que o depósito é representado pelo índice 1. Portanto, o conjunto de clientes a ser atendido é representado por $V=V\setminus\{1\}$. Conforme mencionado, busca-se uma solução que determine os roteiros que serão replicados diariamente nas operações de segunda à sexta-feira, tendo, portanto, um horizonte de tempo de 24hs. Os índices, parâmetros e variáveis considerados no modelo são descritos a seguir:

Índices:

- $i \in \{1,2,3 \dots I\}$ em que I é o total de vértices do grafo;
 $k \in \{1,2,3 \dots K\}$ em que K é o número de tipos de veículos;

Parâmetros:

- n_k quantidade de veículos do tipo k ;
 a_k capacidade dos veículos do tipo k ;
 q_i demanda do cliente i ;
 $d_{i,j}$ distância entre os vértices i e j ;
 f_k custo fixo do veículo do tipo k ;
 g_k custo de viagem do veículo do tipo k ;
 $t_{i,j}$ tempo de percurso entre os vértices i e j ;
 e_i início da janela de tempo de atendimento no cliente i ;
 l_i fim da janela de tempo de atendimento no cliente i ;
 s_i tempo de serviço no cliente i ;

Variáveis:

x_{ij}^k indica se o arco (i, j) é percorrido ou não pelo veículo do tipo k ;

b_i^k indica o instante de início do serviço no cliente i pelo veículo do tipo k ;

q_i^k quantidade de carga no veículo k após atendimento do cliente i ;

O problema de roteirização de veículos com frota heterogênea fixa e janelas de tempo (HFFVRPTW) pode ser representado por meio de um modelo de programação linear inteira mista como a seguir:

$$\min \sum_k \sum_{j \in V'} f_k \cdot x_{0j}^k + \sum_k \sum_i \sum_{j \neq i} g_k \cdot d_{i,j} \cdot x_{ij}^k \quad (1)$$

$$s.a.: \sum_{j \in V'} x_{1,j}^k \leq n_k \quad \forall k = 1, \dots, K \quad (2)$$

$$\sum_k \sum_j x_{ij}^k = 1 \quad \forall i \in V' \quad (3)$$

$$\sum_j x_{j,i}^k - \sum_j x_{i,j}^k = 0 \quad \forall i \in V', \forall k = 1, \dots, K \quad (4)$$

$$q_j^k \geq q_i^k + q_j - (1 - x_{i,j}^k) \cdot a_k \quad \forall i, j \in V', i \neq j, \forall k = 1, \dots, K \quad (5)$$

$$q_i \leq q_i^k \leq a_k \quad \forall i \in V', \forall k = 1, \dots, K \quad (6)$$

$$b_j^k \geq b_i^k + s_i + t_{i,j} - (1 - x_{i,j}^k) \cdot M_{i,j} \quad \forall i, j \in V, \forall k = 1, \dots, K \quad (7)$$

$$e_i \leq b_i^k \leq l_i \quad \forall i \in V, \forall k = 1, \dots, K \quad (8)$$

$$x_{i,j}^k \in \{0,1\} \quad \forall i, j \in V, i \neq j, \forall k = 1, \dots, K \quad (9)$$

$$q_i^k, b_i^k \geq 0 \quad \forall i \in V', \forall k = 1, \dots, K \quad (10)$$

Na formulação (1)-(10), a função objetivo (1) visa minimizar o custo total das rotas. As restrições (2) garantem que a quantidade de cada tipo de veículo não será excedida e que cada veículo partirá do depósito. As restrições (3) garantem que cada cliente será visitado exatamente uma vez. As restrições (4) garantem a conservação do fluxo de veículos. As restrições (5) garantem a consistência das variáveis de carga (q_i^k), enquanto as restrições (6) garantem que a capacidade dos veículos não será excedida. As restrições (7) garantem a

consistência das variáveis de tempo (b_i^k), enquanto as restrições (8) garantem o cumprimento das janelas de tempo. É importante notar que o parâmetro M_{ij} , apresentado nas restrições (7), deve ser um número suficientemente, p.e., $M_{ij} = \max\{l_i + s_i + t_{ij} - e_j, 0\}$. Note que as formulações (5) e (7) são muito semelhantes às restrições clássicas de Miller-Tucker-Zemlin (Miller et al., 1960) para modelagem do problema do caixeiro viajante (Traveling Salesman Problem - TSP), e também garantem a eliminação de subciclos. Finalmente, as restrições (9) e (10) definem o domínio das variáveis de decisão.

4. Resultados Computacionais

O modelo matemático (1)-(10) apresentado na Seção 3 foi implementado na linguagem de modelagem GAMS (versão 24.02), e o solver CPLEX (versão 12) (utilizando parâmetros default) foi utilizado para resolvê-lo. Para realização dos experimentos, foi utilizado um microcomputador PC Intel Xeon (3,5GHz, 64GB) e sistema operacional Windows.

Conforme mencionado anteriormente, as informações para realização dos testes com o modelo foram obtidas a partir de dados históricos da empresa. Este trabalho focou a etapa de encaminhamento da carga do depósito aos dezoito CDs distribuídos na zona oeste do município de São Paulo. Nessa operação, a empresa conta com uma frota composta por quatro tipos de veículos com capacidades diferentes: vans de 1,5t, e caminhões, podendo estes ser de 3t, 8t e 14t. A operação de distribuição de carga tem como horizonte de tempo o período de um dia. Quanto ao volume de carga e à capacidade de carregamento dos veículos, é importante notar que a unidade de medida adotada na empresa X para representar estes parâmetros é descrita em termos de Unitizadores Secundários (US), que nada mais são que gaiolas com dimensões 1,20m x 1,00m x 1,00m usadas para unitizar volumes menores (Unitizadores Primários - UP). Sendo assim, o volume de demandas dos clientes e a capacidade dos veículos são obtidos a partir da transformação em unidades de US.

Tomando como base o cenário atualmente praticado e as adequações de janelas de tempo e tipos de veículos pretendidos pela empresa X, foram construídos oito cenários (instâncias) que variaram da seguinte forma:

- (i) Janelas de tempo atualmente praticadas e janelas de tempo consideradas ideais;
- (ii) Frota composta apenas por veículos vans e caminhões 3/4;
- (iii) Frota composta por veículos vans e caminhões 3/4, tocos e trucados;
- (iv) Quantidade de veículos vans disponíveis, em número de cinco ou oito veículos.

A Tabela 1 apresenta as instâncias testadas e os resultados obtidos. Nas colunas 2 e 3 são apresentadas a composição da frota e a quantidade de veículos disponíveis, respectivamente. A coluna 4 identifica o tipo de janela de tempo tratada. A quantidade de veículos utilizados na solução encontrada é apresentada na coluna 5. A coluna 6 apresenta a distância total (em km) percorrida, enquanto a coluna 7 apresenta o custo total (em \$) das rotas. As colunas 8 e 9 apresentam os números de variáveis (binárias) e de restrições obtidas pelo modelo (1)-(10) para cada cenário. O tempo computacional (em segundos) é apresentado na coluna 10.

Tabela 1. Resultados computacionais obtidos.

Inst.	Qtde. Veículos Disponíveis				Janelas	Qtde. Veículos Utilizados				Dist.	Custo	Nº Var.	Nº Rest.	Tempo Comp.
	1,5	3	8	14		Tempo	1,5	3	8					
1	8	7	0	0	Atuais	7	2	0	0	206,5	2095,81	612	1312	2,59
2	8	7	0	0	Ideais	8	2	0	0	247,3	2031,53	612	1312	118,19
3	5	7	0	0	Atuais	5	3	0	0	195,0	2150,46	612	1312	6,17
4	5	7	0	0	Ideais	5	3	0	0	225,1	2124,90	612	1312	444,17
5	8	7	3	2	Atuais	7	2	0	0	206,5	2095,81	1224	2606	7,69
6	8	7	3	2	Ideais	8	2	0	0	247,3	2031,53	1224	2606	233,83
7	5	7	3	2	Atuais	5	3	0	0	195,0	2150,46	1224	2606	12,77
8	5	7	3	2	Ideais	5	3	0	0	225,1	2124,90	1224	2606	885,26

Convém observar que todas as soluções encontradas são comprovadamente ótimas (i.e., possuem gap de otimalidade igual a zero). Conforme mencionado, os resultados apontaram que a implantação das janelas de tempo ideais configura flexibilização das janelas de tempo atuais. Com isso, houve uma redução do custo total das rotas, em média, em torno de 3%. Por outro lado, os tempos computacionais tiveram um aumento substancial. Quanto ao emprego dos veículos, houve claramente uma predileção pelo uso de veículos de 1,5t. A quantidade utilizada de veículos de 3t não sofreu alteração para o atendimento das janelas de tempo ideais.

5. Conclusões

Neste trabalho foi apresentado um modelo de programação linear inteira mista para representar um problema real de roteirização de veículos com frota heterogênea fixa e janelas de tempo. Os resultados computacionais mostraram que o modelo representou adequadamente o problema e se mostrou eficiente para a resolução das instâncias propostas, tanto considerando o atendimento das janelas de tempo praticadas pela empresa onde o caso ocorre, como para janelas de tempo pretendidas como ideais. Os cenários testados mostraram que, embora a frota utilizada pela empresa seja composta por quatro tipos de veículos, as melhores soluções consideraram apenas a utilização de veículos com capacidade não superior à 3t.

Como próximos passos, e ainda buscando representar alguns cenários adicionais que ocorrem na empresa X, pretende-se como pesquisas futuras: (i) estender o modelo para os CDs localizados em outros municípios da região metropolitana de São Paulo; (ii) incorporar a possibilidade de entregas fracionadas; (iii) aplicar as rotas encontradas em módulo teste na operação da empresa X; e (iv) considerando que na prática ocorrem variações nos parâmetros associados à demanda e aos tempos de serviço e de percurso dos veículos, incorporar incertezas no modelo utilizando técnicas de programação robusta.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer o apoio financeiro recebido da FAPESP.

Referências

- Baldacci, R., Batarra, M. e Vigo, D. (2008). Routing a heterogeneous fleet of vehicles. In The vehicle routing problem: latest advances and new challenges. Golden, B. L., Raghavan, S. e Wasil, E. A. eds. Operation Research/Computer Science Interfaces Series. Springer.
- Belfiore, P. P. B. (2006). Scatter search para problemas de roteirização de veículos com frota heterogênea, janelas de tempo e entregas fracionadas, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- Belfiore, P. P. B., e Yoshizaki, H. T. Y. (2009). Scatter search for a real-life heterogeneous fleet vehicle routing problem with time windows and split deliveries in Brazil. European Journal of Operation Research, 199:750-758.
- Belfiore, P. P. B. e Yoshizaki, H. T. Y. (2013). Heuristic methods for the fleet size and mix vehicle routing problem with time windows and split deliveries. Computers & Industrial Engineering, 64:589-601.
- Cunha, C. B. (1997). Uma contribuição para o problema de roteirização de veículos com restrições operacionais, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- Gendreau, M., Laporte, G., Musaragany, C. e Taillard, E. D. (1999). A tabu search heuristic for the heterogeneous fleet vehicle routing problem. Computers & Operations Research, 26:1153-1173.
- Golden, B. L., Raghavan, S. e Wasil, E. A. (2008). The vehicle routing problem: latest advances and new challenges. New York: Springer.
- Koç, Ç., Bektas, T., Jabali, O. e Laporte, G. (2015). Thirty years of heterogeneous vehicle routing. European Journal of Operational Research, 15:9-22.
- Miller, C. E., Tucker, A. W. e Zemlin, R. A. (1960). Integer programming formulations of traveling salesman problems. Journal of the Association for Computing Machinery, 7:326-329.
- Paraskevopoulos, D. C., Repoussis, P. P., Tarantilis, C. D., Ioannou, G. e Prastacos, G. P. (2008). A reactive variable neighbourhood tabu search for the heterogeneous fleet vehicle routing problem with time windows. Journal of Heuristics, 14:425-455.
- Solomon, M. M. (1986). On the worst-case performance of some heuristics for the vehicle routing and scheduling with time windows constraints. Networks, 16:161-174.
- Tarantilis, C. D., Kiranoudis, C. T. e Vassiliadis, V. S. (2004). A threshold accepting metaheuristic for the heterogeneous fixed fleet vehicle routing problem. European Journal of Operational Research, 152:148-158.
- Toth, P. e Vigo, D. (2014). Vehicle routing: problems, methods, and applications. In MOS-SIAM series on optimization. Philadelphia.

Os sistemas de Informação e a gestão do conhecimento na Segurança do Trabalho: uma avaliação de empresas do Polo Industrial de Manaus.

The Information Systems and the Knowledge Management in the Workplace Safety: An Evaluation in Companies of Industrial Pole of Manaus.

Fabian Bezerra de Oliveira¹

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM)
Av. Governador Danilo Areosa, nº 1672 – Distrito Industrial, CEP: 69075-351

Manaus, Amazonas, Brasil

fabian.ifamdi@gmail.com

Resumo. A segurança do trabalho é um tema bastante discutido nos dias de hoje. A gestão eficiente da saúde do trabalhador evita altas despesas nas organizações. Entre as ferramentas que podem ser utilizadas para auxiliar este processo estão os Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento. Nesta pesquisa, buscou-se avaliar em algumas empresas do Polo Industrial de Manaus (PIM) se há a utilização de Sistemas de Informação ou Gestão do Conhecimento na gestão da Segurança do Trabalho. Os resultados indicaram que um percentual muito baixo de empresas adota estas ferramentas, e o controle das condições de trabalho acaba sendo prejudicada, em razão da utilização de ferramentas ineficientes.

Abstract. The safety at work is a widely discussed topic today. The efficient management of occupational health avoids high costs in organizations. Among the tools that can be used to assist in this process are the Information Systems and Knowledge Management. In this study, we sought to evaluate in some companies in the Industrial Pole of Manaus (PIM) if there is the use of Information Systems and Knowledge Management in the Work Safety management. The results indicated that a very low percentage of companies adopting these tools, and control of working conditions ends up being harmed because of inefficient use of other tools.

Gestão do conhecimento; Gestão de tecnologia da informação.

1. Introdução

De acordo com Almeida e Costa (2008), a gestão da informação tem um impacto concreto na competitividade de um sistema de produção. Em função disso, tem sido objeto de preocupação de estudiosos no assunto. Para as empresas, essa preocupação tem se manifestado através de seus gerentes e executivos. A gestão deve ser desenvolvida incorporando uma ótica diretamente associada aos impactos na competitividade do negócio da organização.

A informação, seu tratamento e uso tem uma relação direta com o funcionamento de uma organização, seja qual for o tipo de produto ou tipo de sistema de produção que envolva essa organização (ALMEIDA e COSTA, 2008).

Segundo Batista (2012), a tecnologia proporciona mudanças drásticas e quebras de paradigma em, basicamente, todas as áreas. Atualmente, para uma empresa em crescimento, ou pelo menos em condições para tanto, é evidente que a aplicação das inovações tecnológicas propicia melhor controle interno das informações no tempo ideal e com a confiabilidade necessária para a sua permanência no mercado.

O objetivo deste trabalho é identificar nas empresas avaliadas se há a utilização de Sistemas de Informação ou Gestão do Conhecimento na gestão da Segurança do Trabalho.

2. Os Sistemas de Informação

Hoje, existem sistemas para as mais diversas aplicações e alguns têm uma visão apenas voltada para a gestão e coleta de dados e outros possuem uma abordagem muito mais ampla. Essa visão ampla inclui processamentos que possam auxiliar no processo de tomada de decisão, desenvolvimento de planejamentos e cenários, acompanhamento do passado e do presente, além da definição de tendências e comportamentos esperados (BATISTA, 2012).

Segundo Almeida e Costa (2008), abordagens básicas para sistemas de informação são:

SIT – sistemas de informação transacional

SIG – sistemas de informação gerencial

SAD – sistemas de apoio a decisão

Os sistemas de informação transacional estão intimamente interligados com as atividades da rotina da empresa. Tratam da automação dos processos operacionais em todo o sistema de produção. Os sistemas de informação gerencial fornecem aos gerentes informações úteis para gerenciar as várias atividades da empresa, com foco na informação, para problemas estruturados (ALMEIDA e COSTA, 2008).

Os sistemas de apoio a decisão suportam a tomada de decisão de face de problemas não estruturados ou semiestruturados, considerando o estilo do decisão. O SAD obtém e processa dados de fontes diferentes, dispõe de flexibilidade de apresentação e operação, realiza a modelagem dos problemas, além de executar análises utilizando softwares específicos, simulações e cenários (Davis, 1985; Sprague e Watson, 1989).

2.1. Sistemas de Informação Transacional e de Informação Gerencial (SIT)

Segundo Almeida e Costa (2008), os sistemas de informação transacional tratam de problemas muito bem estruturados, envolvendo as atividades da rotina da empresa, as transações da empresa. Tratam da automação das tarefas. As transações de um SIT permitem: entrada de dados; processamento e armazenamento; geração e consulta de relatórios. Esses sistemas fornecem suporte a transações em todos os processos de suporte da organização ou mesmo nos processos centrais da função básica da produção. Na manufatura, esses sistemas podem envolver características especiais de tecnologia de automação, com sofisticados e caros mecanismos automáticos de coleta de dados.

2.2. Sistemas de Informação Gerencial (SIG)

Esses sistemas oferecem um conjunto de relatórios resumidos sobre o desempenho da empresa, que são utilizados para a realimentação do planejamento operacional. Eles são desenvolvidos com base no conhecimento específico do negócio, chamado de método de trabalho (BATISTA,2012).

Ainda segundo Batista (2012), tais sistemas, também conhecidos como MIS (*Management Information Systems* – Sistemas de gerenciamento de Informação), lidam principalmente com as informações direcionadas aos gerentes de nível médio na organização.

2.3. Sistemas de Apoio a Decisão (SAD)

De acordo com Almeida e Costa (2008), um sistema de apoio a decisão é um sistema de informação utilizado para dar suporte a um tomador de decisão de qualquer nível, diante de problemas semiestruturados e não estruturados (Davis,1985).

Um SAD pode ser projetado para auxiliar em qualquer dos níveis de organização, contudo sua ênfase está na média ou no mais alto nível da organização, onde os problemas semiestruturados e não estruturados ocorrem com maior frequência. Para os diferentes níveis da organização, existem diferentes tipos de informações e estilos de pessoas; logo, o SAD deve considerar isso (ALMEIDA e COSTA, 2008).

3. Sistemas de Informação e Decisão

De acordo com Almeida e Costa (2008), uma empresa não consegue alcançar seus objetivos se não tiver um processo de tomada de decisão eficaz nem como garantir a eficiência de seus processos de operação. Os sistemas de informação exercem um papel fundamental no alcance desses objetivos. A relação entre decisão e informação surge no próprio conceito para informação, havendo ainda uma clara dependência da informação para a tomada de decisão. Os sistemas de informação e decisão compreendem uma visão integrada de gestão dos sistemas de informação integrados com métodos de apoio a decisão (especialmente de pesquisa operacional) na formação de sistemas de decisão.

Segundo Almeida e Costa (2008), há uma forte relação entre SIG e indicadores gerenciais. Um indicador é uma informação e, portanto, está associado a uma decisão. Geralmente, a decisão a ser tomada após a observação de um indicador é investigar um desvio de comportamento no sistema ou não fazer nada, pois o indicador mostra que o

sistema se comporta como previsto e planejado. Este é um problema estruturado, que consiste no monitoramento periódico (às vezes, continuamente) de condições dos processos da organização.

Quando se fala em indicadores de desempenho ou gerenciais, pretende-se a obtenção de um tipo de informação que apoia a decisão na organização no monitoramento do desempenho do sistema organizacional. Procura-se identificar se os processos estão funcionando com o desempenho planejado. Caso haja desvio, os SIGs indicam, mostrando para cada indicador previamente estabelecido o que está fora do previsto (ALMEIDA e COSTA, 2008).

4. O Planejamento de Sistemas de Informação

As organizações precisam mais do que nunca de processos que permitam decidir pelos SI mais apropriados, o que significa a existência de um alinhamento entre a estratégia do negócio e a estratégia de SI (Almeida e Ramos, 2002). Sem a integração do planejamento de SI com a estratégia da organização, os investimentos realizados podem falhar e não conseguir os benefícios que a organização objetiva.

O investimento em SI pode não implicar automaticamente lucratividade para uma organização, e um erro que usualmente as organizações cometem é querer expressar o retorno desse investimento apenas em valores financeiros. Alguns benefícios do investimento em SI não podem ser avaliados nesses termos, embora tragam benefícios reais para o negócio. O alinhamento do planejamento de SI com a estratégia do negócio é uma forma de maximizar o valor desses investimentos (ALMEIDA e COSTA, 2008).

5. Gestão do Conhecimento

Terra (2001) evidencia a importância da gestão do conhecimento afirmando que são muitos os sinais de que o conhecimento se tornou o recurso econômico mais importante para a competitividade das empresas e dos países e que, apesar da complexidade exigida por uma efetiva gestão do conhecimento, as práticas gerenciais relacionadas a ela estão intensamente associadas a melhores desempenhos.

As organizações enfrentam com frequência problemas de desempenho em seu custo, qualidade, relação com os clientes, e assim por diante, mas entre essas dificuldades existe um problema mais crucial: a incapacidade das organizações de aprender a abster-se de repetir constantemente os mesmos erros (ALMEIDA e COSTA, 2008).

Segundo Rezende (2009), a expressão gestão do conhecimento sugere a transferência formal, porém é sua transferência não estruturada e espontânea que é estimulada pela gestão do conhecimento.

De acordo com Almeida e Costa (2008), para implementar a gestão do conhecimento em uma organização é fundamental reorganizá-la, construindo uma cultura de gestão do conhecimento e criando uma infraestrutura de sistemas de informação que facilite o aprendizado organizacional.

6. A Segurança do Trabalho

Pode-se, resumidamente, afirmar que a Higiene Segurança do Trabalho (HST) é o campo de conhecimento que lida com as doenças e acidentes de trabalho no intuito de

prevenir suas ocorrências. Dessa forma, a Higiene do Trabalho está mais afeita aos médicos do trabalho e aos engenheiros do trabalho do que as questões relacionadas à segurança do trabalho (MÁSCULO,2008).

Ainda segundo Mâsculo (2008), hoje já há a concepção de que a eficiência na produção e a prevenção de doenças estão correlacionadas. As empresas mais dinâmicas, muitas vezes, não só cumprem as leis existentes como adotam programas de ergonomia, ginástica laboral, técnicas de relaxamentos e alongamentos, controle e prevenção de riscos, etc. Elas se preocupam com a qualidade de vida de seus trabalhadores, que em última estância é o elemento essencial na cadeia produtiva.

De acordo com Araújo (2013), a saúde não é um fenômeno isolado para ser definido ou conceituado. Ela está profundamente relacionada com o contexto sociocultural. Varia de acordo com os padrões culturais (conhecimento, crença, moral, lei, costumes, assim como todas as capacidades e hábito, adquiridos pelo ser humano como membro da sociedade).

7. Metodologia

Esta pesquisa, caracterizada como exploratória, foi realizada com a aplicação de um questionário a gestores da área de Segurança do Trabalho, em 20 empresas do Polo Industrial de Manaus. Os gestores foram questionados em relação à utilização de Sistemas de Informação na área de Segurança do Trabalho, bem como se havia a aplicação de Gestão do Conhecimento para aumentar o desempenho dos funcionários em relação à prevenção de acidentes.

A tabela 1 apresenta o questionário aplicado aos gestores:

Tabela 1. Questionário Aplicado

QUESTIONÁRIO (Favor identificar a opção mais próxima da empresa!)				
1	Qual o setor de Atuação da Empresa?	(a) Duas Rodas	(b) Eletroeletrônico	(c) Bebidas
2	Qual a quantidade de Funcionários?	(a) Até 99	(b) A partir de 100	(c) Não sei
3	Qual o perfil de Investimento Total da Empresa?	(a) Até US\$ 1,000,000	(a) Acima US\$ 1,000,000	(c) Não sei
4	A empresa utiliza algum Sistema de Informação na Gestão de Segurança do Trabalho?	(a) Sim	(b) Não	(c) Não sei
5	Você conhece a metodologia da Gestão do Conhecimento?	(a) Sim	(b) Não	(c) Não sei
6	Você aplica Gestão do Conhecimento na Segurança do Trabalho?	(a) Sim	(b) Não	(c) Não sei

8. Resultados e Discussão

A figura 1 apresenta o número de empresas por setor, considerando as empresas avaliadas.

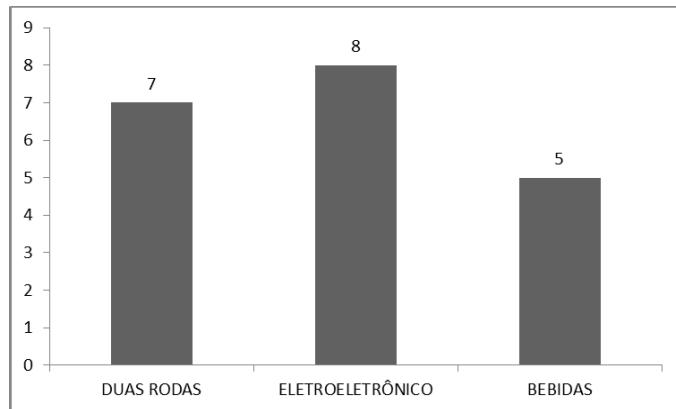


Figura 1. Setor das empresas avaliadas

A maior parte das empresas avaliadas (40%) desenvolvia atividades no setor eletroeletrônico, sendo seguidas pelo setor de duas rodas (35%). O setor de bebidas apresentou o menor percentual em relação ao total de empresas avaliadas (25%). Em relação ao porte das empresas, é possível fazer a classificação a partir da quantidade de funcionários. Assim, 55% das empresas avaliadas foram consideradas Microempresa/Pequena Empresa (até 99 funcionários) e 45% das empresas foram consideradas como Média Empresa/Grande Empresa (a partir de 100 funcionários).

Na figura 2, temos o percentual de empresas que indicou utilizar algum tipo de Sistema de Informação (SI) na gestão da Segurança do Trabalho (ST).

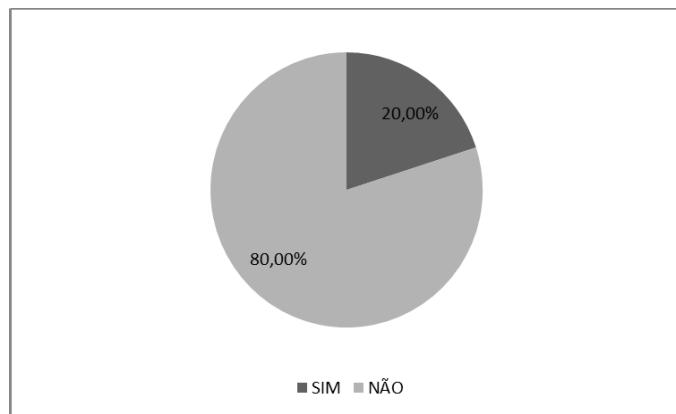


Figura 2. Utilização de SI na gestão de ST

Evidencia-se que um percentual muito baixo de empresas utilizam Sistemas de Informação na Gestão de Segurança do Trabalho, o que acaba dificultando o acompanhamento imediato das condições do ambiente e trabalho e da saúde do trabalhador. Isto, em última estância, pode até refletir no quantitativo de multas que algumas empresas recebem após fiscalizações do Ministério do Trabalho.

Já em relação à Gestão do Conhecimento (GC), um bom número de gestores afirmou já ter tido contato com o tema, principalmente em cursos de Pós-Graduação. A figura 3 indica os percentuais de conhecimento em relação a GC.

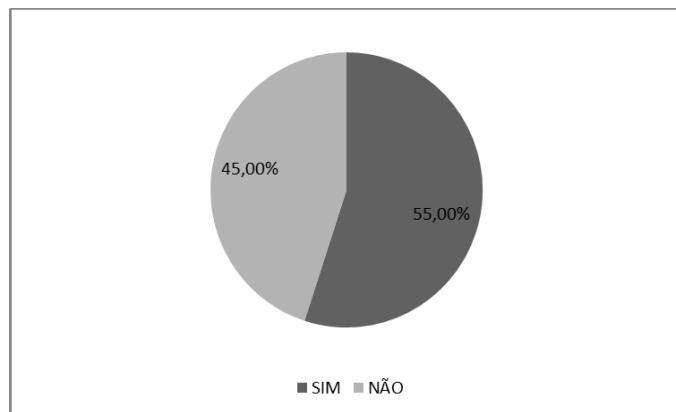


Figura 3. Conhecimento de GC

Pode-se perceber que a Gestão de Conhecimento é um tema que a maioria dos gestores (11 no total), já teve contato. Isto acaba sendo de grande importância, pois demonstra que o assunto não é desconhecido de profissionais que trabalham em grandes empresas, inclusive multinacionais.

Ainda assim, a grande maioria dos gestores não aplica a Gestão do Conhecimento (GC) na Segurança do Trabalho (ST), o que é demonstrado na figura 4.

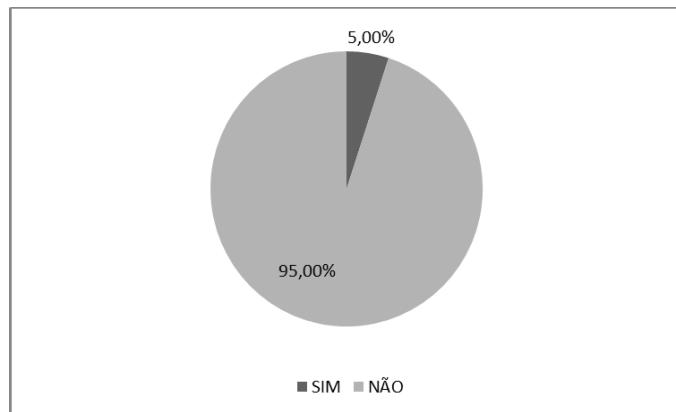


Figura 4. Utilização de GC na ST

A grande maioria dos gestores (95%) afirmou não utilizar a Gestão do Conhecimento na Segurança do Trabalho. Entre os diversos motivos, pode-se destacar (a) a falta de recursos financeiros e tecnológicos para implementar esta metodologia e (b) a dificuldade em multiplicar os conceitos de GC em todos os setores que interferem na área de Segurança do Trabalho (Departamento Pessoal, Almoxarifado, etc.). Isto evidencia a falta de comprometimento de alguns setores e acaba dificultando a gestão de algumas áreas estratégicas da organização.

9. Conclusões

A pesquisa indicou que a maior parte das empresas não utiliza Sistemas de Informação e nem adota Gestão do Conhecimento na área de Segurança do Trabalho. Isto torna menos eficiente o controle de alguns dados, como por exemplo, a maior causa de afastamento entre os trabalhadores. Apesar de muitos gestores indicarem a utilização de planilhas eletrônicas, por exemplo, os Sistemas de Informação podem ser fundamentais na tomada de decisões, em situações que exigem respostas mais rápidas.

A Segurança do Trabalho é um tema de fundamental importância nas empresas que buscam competitividade. Uma boa gestão das condições do ambiente de trabalho e da saúde do trabalhador pode aumentar a produtividade da linha de produção (reduzindo a quantidade de trabalhadores afastados por doenças e acidentes de trabalho) e ainda evitar despesas não programadas (como tratamento médico de trabalhadores afastados e multas do Ministério do Trabalho).

A utilização de Sistemas de Informação e a implementação da Gestão do Conhecimento podem auxiliar de maneira substancial as organizações, tornando o processo mais controlado e estável.

Apesar das conclusões obtidas com esta pesquisa, outras oportunidades de estudo ficam pendentes para trabalhos futuros. Pode-se, por exemplo, tentar relacionar a quantidade de doenças e acidentes de trabalho com a falta de utilização de Sistemas de Informação na área de Segurança do Trabalho. Pode-se ainda fazer um estudo específico sobre Gestão do Conhecimento, identificando qual abordagem poderia ser utilizada de maneira mais eficiente na área de Segurança do Trabalho.

Referências

- ALMEIDA, A.T.; COSTA, A.P.C.S. Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento. In: BATALHA, Mário Otávio (Org.). Introdução à Engenharia da Produção. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- ALMEIDA, A.T.; RAMOS, F.S. (org.). Gestão da informação na competitividade das organizações. 2^a ed.. Editora Universitária UFPE, 2002.
- ARAÚJO, W.T. Manual de Segurança do Trabalho. São Paulo: DCL, 2013.
- BATISTA, E.O. Sistemas de Informação: O uso consciente da tecnologia para o gerenciamento. 2^aed. São Paulo: saraiva, 2012.
- MÁSCULO, F.S. Ergonomia, Higiene e Segurança do Trabalho. In: BATALHA, Mário Otávio (Org.). Introdução à Engenharia da Produção. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- TERRA, J.C. Gestão do Conhecimento: aspectos conceituais e estudo exploratório sobre as práticas das empresas brasileiras. In: Gestão estratégica do conhecimento. São Paulo: Atlas, 2001.
- REZENDE, S.C.A. Princípios da Gestão do Conhecimento Aplicados à Segurança do Trabalho: Um Estudo em uma Empresa de Grande Porte no setor de Higiene e Limpeza. In: XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador: 2009.

Modelagem e simulação de um motor de indução trifásico aplicado a um veículo elétrico

Modeling and simulation of a three-phase induction motor applied to an electric vehicle

Moura, M¹, Carvalho, A. C¹, Jesus, D¹, Baruti, D.T¹, Silva, N.C;A¹, Santos, S.C¹, Ribeiro, S.D¹, Bulzico, V.A¹, Dias, C. Gustavo²

¹ Universidade Nove de Julho (Engenharia Elétrica/ Ciências Exatas – UNINOVE)
(Av. Dr. Adolfo Pinto, 109, Barra Funda – São Paulo (SP) – Brasil)

² Universidade Nove de Julho (PPGI/ Mestrado e Doutorado – UNINOVE)
(Avenida Francisco Matarazzo, 612, Barra Funda – São Paulo (SP) – Brasil)

bonydesouza@gmail.com, danilojserra@hotmail.com, dtbelt@gmail.com,
marcelo.moura@metrosp.com.br, alvesnilton2005@gmail.com,
samuel-p4@hotmail.com, samydavid_ribeiro@hotmail.com,
vaugusto@hotmail.com, diascg@uni9.pro.br

Resumo. *Este artigo apresenta uma modelagem matemática e a simulação computacional de um motor de indução trifásico aplicado a um veículo elétrico. O trabalho foi dividido em duas partes, sendo a primeira o levantamento dos parâmetros do motor de indução trifásico, de modo a reproduzir o seu circuito elétrico equivalente, e a segunda parte consistiu na acoplagem de tal modelo no esquema de um veículo elétrico, cujo modelo matemático está disponível na ferramenta de software Matlab/Simulink®. O modelo motor/veículo ora desenvolvido permitiu simular algumas condições operacionais do motor e também avaliar o comportamento do veículo em algumas situações adversas, como alterações na velocidade do vento e na inclinação da pista.*

Abstract. *This paper presents a mathematical modelling and a computational simulation of a three-phase induction motor applied to an electric vehicle. The work was divided into two parts, with the first one by determining the induction motor parameters, in order to reproduce its equivalent electrical circuit, and the second part was the coupling of such model in an electric vehicle scheme, whose mathematical model is available in the Matlab/Simulink software. The model now developed allowed simulate some operating conditions of the motor and also evaluate vehicle performance in some adverse situations, such as changes in wind speed and runway slope.*

Área Temática: Simulação computacional.

1. Introdução

A modelagem matemática e a simulação de um sistema físico real permite o conhecimento do seu comportamento dinâmico e é comumente utilizada em problemas de engenharia, a fim de reproduzir diferentes condições de funcionamento de tal sistema, e ainda evitar riscos e custos proibitivos quando da sua construção (Bazzo e Pereira, 2006).

O aumento da procura pelos automóveis no Brasil irá certamente demandar uma quantidade crescente de energia nos próximos anos, o que torna o uso da eletricidade no setor de transportes uma interessante alternativa aos combustíveis fósseis utilizados atualmente, tanto sob o ponto de vista estratégico, quanto ambiental (Baran, 2010). Recentemente, o conselho federal alemão Bundesrat, votou pela proibição dos motores de combustão interna naquele país até 2030, de modo que, a partir daquele ano, todos os carros vendidos na Alemanha deverão ter motores alimentados a eletricidade, hidrogênio ou outras fontes de energia limpa (Tecnoblog, 2016).

Neste sentido, cabe destacar que os veículos elétricos tornaram-se um tema relevante no cenário mundial, dada a sua importância e potencial uso em sistemas utilizando propulsão e tração elétrica, tais como: veículos pesados (ônibus), veículos leves e/ou veículos industriais para transporte de cargas, tração metro-ferroviária (trem e metrô), propulsão de embarcações (navios), entre outras.

Do ponto de vista dos motores de indução trifásicos (MIT), pode-se destacar a possibilidade de simulação computacional de tais máquinas a partir de modelos matemáticos disponíveis na literatura, como aqueles publicados por (Fitzgerald et al, 2008) e (Krause et al, 2002). Muitos desses arranjos matemáticos permitem conhecer o comportamento do motor não apenas em regime permanente, mas também em situações de partida da máquina.

No campo da pesquisa, deve-se destacar os trabalhos desenvolvidos por alguns pesquisadores, especialmente os modelos capazes de simular o comportamento dinâmico dos veículos elétricos, em conjunto com um motor de indução trifásico, sob determinadas condições operacionais, como é o caso dos estudos publicados por (Ahmed e Bhutia, 2015), (Tabbache et al, 2013) e (Terras et al, 2010). O trabalho publicado por Ahmed (2015), por exemplo, empregou um MIT de alta rotação.

Deste modo, e frente ao acima exposto, o presente trabalho tem como objetivo principal desenvolver uma modelagem matemática de um motor de indução trifásico, para uma aplicação em tração elétrica. Tal modelo, motor e veículo elétrico, permitirá conhecer o comportamento do conjunto sob determinados cenários, como alterações na velocidade do vento e também mudanças na inclinação da pista.

2. Metodologia de pesquisa

O trabalho empregou uma metodologia orientada para a simulação computacional do motor de indução com o modelo de um veículo elétrico, dividida nas seguintes fases: i) levantamento dos parâmetros do circuito elétrico equivalente de um MIT; ii) aplicação dos parâmetros no modelo matemático do MIT; iii) simulação do MIT, a fim de avaliar o seu comportamento; iv) acoplamento do modelo do MIT com a modelagem matemática de um veículo elétrico disponível no software Matlab/Simulink®; e v) simulação do modelo para alguma condições operacionais do motor/veículo.

3. Modelo matemático do motor de indução trifásico

No presente trabalho, optou-se pelo uso de um motor de indução trifásico, uma vez que este apresenta menor custo e menor índice de manutenção, além do fato de apresentar maior disponibilidade no mercado de um modo geral. Tal motor também foi empregado nos estudos desenvolvidos por (Terras, 2010) e (Tabbache, 2013). No estudo ora proposto foram utilizados dados de ensaio em vazio e rotor bloqueado para um motor do fabricante WEG, com a potência nominal de 40 CV, dados estes obtidos de um laudo de ensaio técnico de laboratório e de um guia de especificação de motores (WEG, 2016). A tabela 1 mostra os parâmetros do motor usado neste trabalho.

Tabela 1 – Parâmetros do motor de 40 CV usados nas simulações

PARÂMETRO	VALOR
Tipo	Motor de indução trifásico
Potência	40 CV
Frequência	60Hz
Tensão	220/380 Vca
Corrente	59,10 A (ligado em estrela)
Velocidade	1770 rpm
Conj. Nominal	161 Nm
Momento de inércia	0,37207 kgm ²
Corrente de partida	498 A
Ip/In	8,4
Categoria	N

Como destacado por (Fitzgerald, 2008), o cálculo do desempenho de um motor de indução trifásico pressupõe o conhecimento dos parâmetros do seu circuito elétrico equivalente. Vale frisar que, os circuitos equivalentes podem ser usados para estudar não apenas o comportamento elétrico da máquina, mas também as características eletromecânicas do motor de indução. A informação sobre o ramo de magnetização, por exemplo, pode ser obtida através de um teste em vazio que é feito pela aplicação de uma tensão trifásica equilibrada ao motor, que não está acoplado a sua carga. Informações a respeito das resistências dos enrolamentos e das reatâncias de dispersão são obtidas de um teste com o rotor bloqueado e teste como motor em vazio, como sugerido por (Fitzgerald, 2008), (Del Toro, 2001). Deste modo, foram encontrados os seguintes resultados para os parâmetros do motor em questão:

Tabela 2 – Parâmetros para o circuito elétrico equivalente.

R _r (Ohm) (Rotor)	L _{LS} (Ohm) (Estator)	L _{LR} (Ohm) (Rotor)	L _m (Ohm) (Magnetiz.)
0,1834	0,0008875	0,000437	0,02833

O estudo inicial do motor foi realizado tomando por base um circuito elétrico equivalente monofásico, conforme ilustrado na figura 1a (Fitzgerald, 2008). Em seguida, optou-se por utilizar um modelo matemático mais robusto, tal como apresentado por (Krause, 2002). Trata-se de um modelo introduzido em 1920 por R. Park, conhecido por transformada de Park. Tal modelo permitiu estudar os efeitos de um circuito trifásico, como aquele

encontrado nos MIT's, por um sistema bifásico, denominados em eixo direto e em quadratura (Krause, 2002). A figura 1b ilustra o principal arranjo deste modelo considerando um enrolamento para o estator e outro para o rotor.

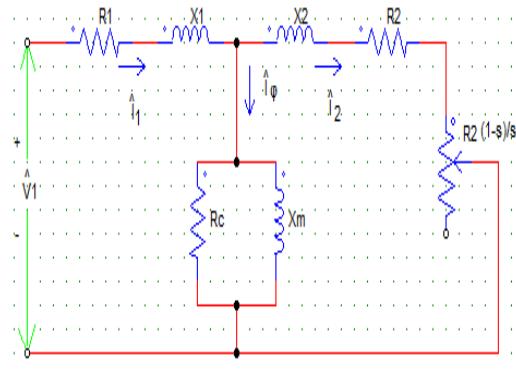


Figura 1a. Circuito elétrico equivalente monofásico

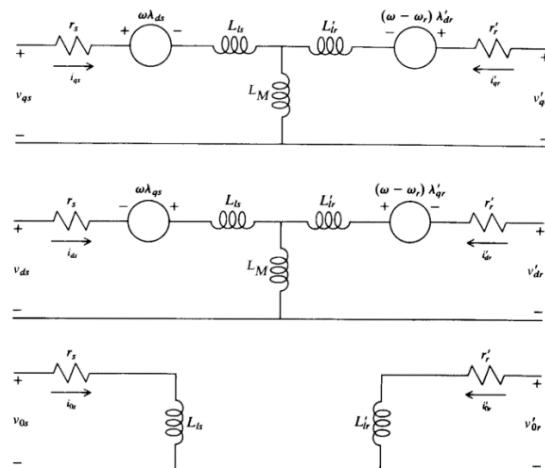


Figura 1b. Circuito elétrico equivalente usando o eixo dq0 (Transform. de Park)

As equações de corrente, tensão e fluxo do MIT são aquelas sugeridas por (Krause, 2002). As equações 1 a 4 mostram, por exemplo, as equações de tensão usadas na presente simulação, tanto para o estator quanto para o rotor da máquina.

$$v_{qs} = r_s i_{qs} + \frac{\omega}{\omega_b} \psi_{ds} + \frac{p}{\omega_b} \psi_{qs} \quad (1)$$

$$v_{ds} = r_s i_{ds} - \frac{\omega}{\omega_b} \psi_{qs} + \frac{p}{\omega_b} \psi_{ds} \quad (2)$$

$$v'_{qr} = r'_r i'_{qr} + \left(\frac{\omega - \omega_r}{\omega_b} \right) \psi'_{dr} + \frac{p}{\omega_b} \psi'_{qr} \quad (3)$$

$$v'_{dr} = r'_r i'_{dr} - \left(\frac{\omega - \omega_r}{\omega_b} \right) \psi'_{qr} + \frac{p}{\omega_b} \psi'_{dr} \quad (4)$$

Equações – Tensões do modelo dq0

Onde:

v_{qs} – Tensão no eixo em quadratura do estator

v_{ds} – Tensão no eixo direto do estator

v'_{qr} – Tensão no eixo em quadratura do rotor

v'_{dr} – Tensão no eixo em direto do rotor

4. O modelo do veículo elétrico e o seu acoplamento ao MIT

O modelo matemático do veículo elétrico empregado neste trabalho é aquele disponível no software Matlab/Simulink, como ilustra as figuras 2a e 2b. Neste caso, o modelo leva em conta, por exemplo, a massa do veículo, o número de rodas por eixo e ainda a distância entre eixos. A área frontal do veículo também é considerada, a fim de avaliar a força de

arrasto aerodinâmico do corpo. O ângulo beta é a inclinação do veículo em relação à superfície de deslocamento.

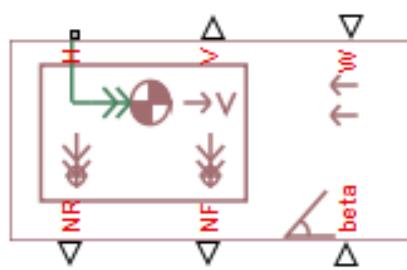


Figura 2a. Modelo do corpo de um veículo elétrico disponível no Matlab

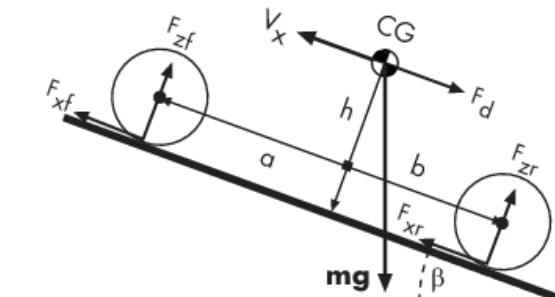


Figura 2b. Forças consideradas no modelo do veículo elétrico (centro de massa)

A figura 3 ilustra o modelo final do MIT e do veículo elétrico implementado na ferramenta do Matlab/Simulink®.

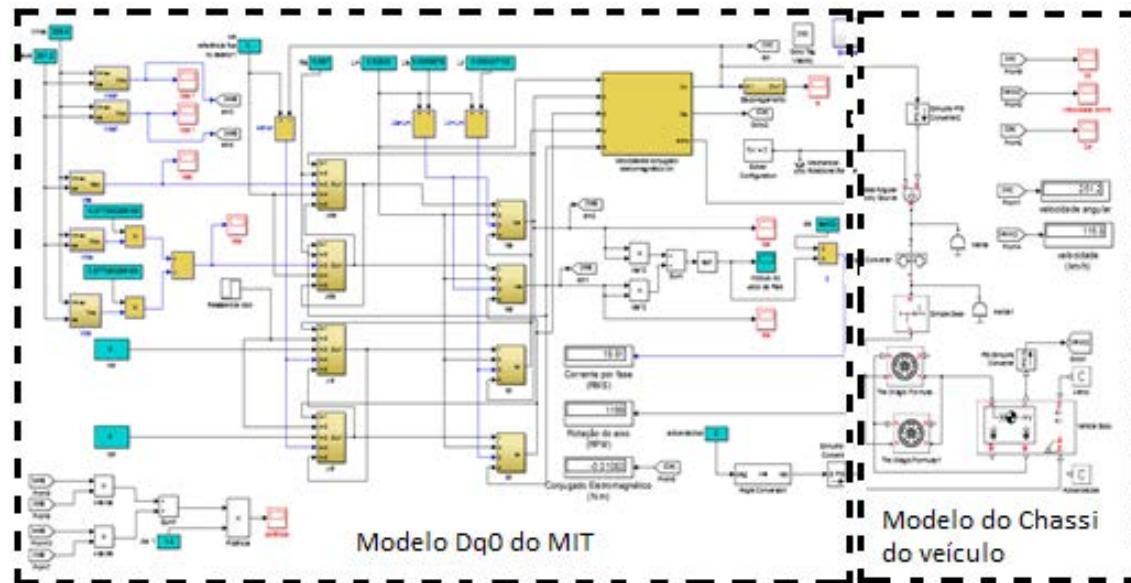


Figura 3. Modelo completo criado no software Matlab/Simulink

5. Resultados da simulação

O conjunto motor e veículo foi simulado no ambiente Matlab/Simulink para algumas condições operacionais do sistema, considerando alterações na inclinação da pista e na velocidade do vento. As figuras 4, 5 e 6, mostram o comportamento do veículo face à variação da velocidade do motor, ou seja, para uma alteração na sua frequência de alimentação, mantendo-se a velocidade do vento constante em 10 m/s. Nesses casos a inclinação da pista foi mantida em zero grau.

O tempo de simulação foi de 30s, e é possível notar o aumento na velocidade do veículo com o incremento na frequência de alimentação do MIT, no caso 20 Hz, 40 Hz e 60 Hz.

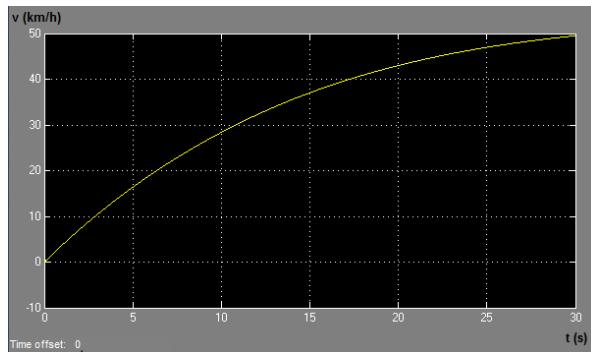


Figura 4. Velocidade do veículo ($f = 20$ Hz, $t = 30$ s, velocidade do vento = 10 m/s e inclinação da pista = 0°).

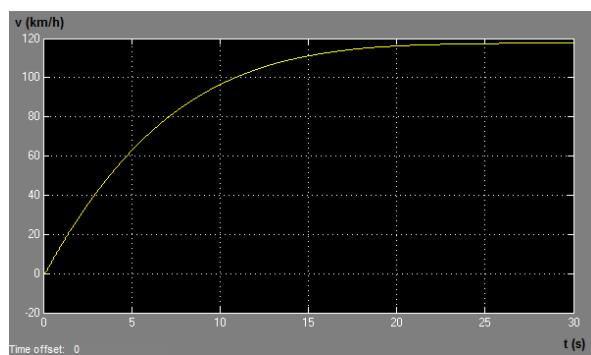


Figura 5. Velocidade do veículo ($f = 40$ Hz, $t = 30$ s, velocidade do vento = 10 m/s e inclinação da pista = 0°).

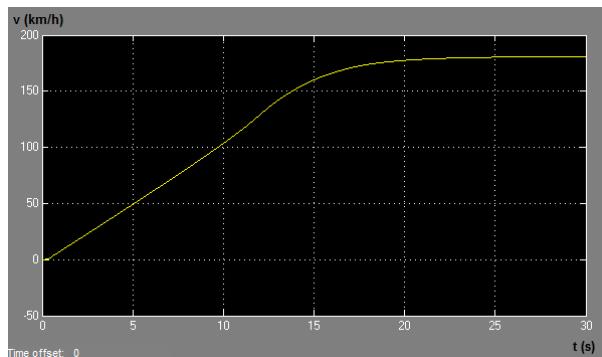


Figura 6. Velocidade do veículo ($f = 60$ Hz, $t = 30$ s, velocidade do vento = 10 m/s e inclinação da pista = 0°).

A figura 7 ilustra uma redução na velocidade do veículo, quando comparada à mesma frequência de operação do MIT, ou seja, em 40 Hz (figura 5), uma vez que ocorreu um incremento na velocidade do vento para 30 m/s. Neste caso ocorre uma maior resistência mecânica devido à área frontal em contato com o ar, enquanto o veículo se desloca.

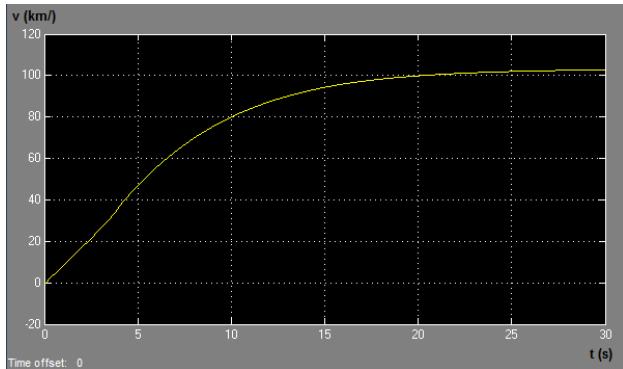


Figura 7. Velocidade do veículo ($f = 40$ Hz, $t = 30$ s e velocidade do vento = 30 m/s)

As figuras 8 e 9 mostram a resposta da velocidade do veículo conforme a variação da inclinação da pista, ou seja, com uma inclinação negativa ocorreu um aumento na sua velocidade, como se o veículo estivesse numa descida e com a aplicação de um ângulo positivo a velocidade passou a ser menor, pois significa que agora a pista é um aclive aumentando a resistência oferecida ao veículo, logo provocando uma redução na sua velocidade.

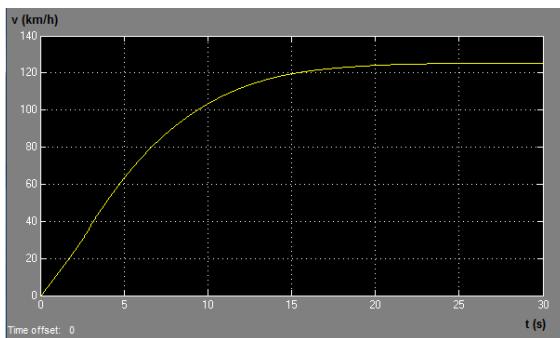


Figura 8. Velocidade do carro ($f = 40$ Hz, $t = 30$ s, velocidade do vento = 10 m/s e inclinação da pista = -2°).

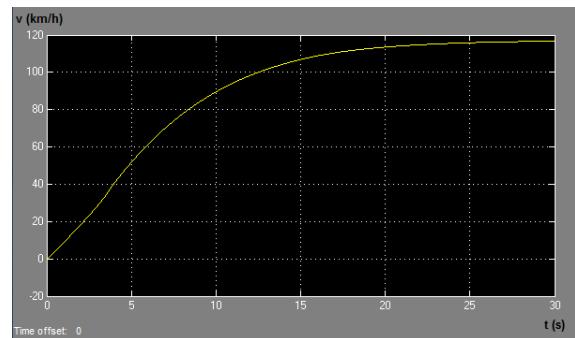


Figura 9. Velocidade do carro ($f = 40$ Hz, $t = 30$ s, velocidade do vento = 10 m/s e inclinação da pista = $+2^\circ$)

6. Conclusão

O presente trabalho apresentou a modelagem matemática de um motor de indução trifásico em conjunto com o modelo de um veículo elétrico, disponível no Matlab/Simulink®, capaz de simular o comportamento do conjunto em determinadas condições ou cenários operacionais.

O levantamento dos parâmetros de um motor de indução contribuiu para a modelagem final do MIT, usando a abordagem de Park e também avaliar a sua performance frente ao modelo do veículo escolhido e situações de velocidade do vento variável, além de alterações na inclinação da pista. Estudos adicionais deverão ser empregados no sentido de controlar a velocidade do veículo, através de um controle robusto do acionamento do motor de indução trifásico, para diversas condições de carga.

Referências

- Ahmed, A.; Bhutia, D. (2015). “Propulsion System Design and Sizing of an Electric Vehicle”. IEEE International Journal of Electronics and electrical Engineering. Vol. 3, nº1, February, p.14-18.
- Baran, R.; Legey L. F. L.(2010). “Veículos elétricos: história e perspectivas no Brasil.” BNDES, XIII Congresso brasileiro de energia.
- Bazzo, W.A.; Pereira, L.T.V (2006). “Introdução à Engenharia”, UFSC, Florianópolis.
- Del Toro, Vincent. (2011). “Fundamentos de Máquinas Elétricas”. Rio de Janeiro: LTC.
- Fitzgerald, A. E.; Kingsley, C. JR., Umans, S. D. (2008). “Máquinas Elétricas”. 6. Ed. São Paulo: Bookman.
- Krause, Paul C. et. al. (2002). “Analysis of Electric Machinery and Drive Systems”, IEEE Press.
- Tabbache, B. et al. (2013). “A Power Methodology for Electric Vehicle Traction Motors.” Praise Whorth Prize.
- Tecnoblog. (2016). Disponível em: <<https://tecnoblog.net/202088/alemanha-banir-motor-combustao-interna/>> Acesso em: 23 de outubro de 2016.
- Terras, J. M.; Neves, A.; Sousa, D. M.; Roque, A. (2010). “Estimation of the Induction Motor Parameters of an Electric Vehicle”. IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference, September, pp. 1-6.
- Terras, J. M. F.; Neves, A.; Sousa, D. M.; E Roque, A. (2010). “Modelling and Simulation of a Commercial Electric Vehicle”. 13th International IEEE Conference on Intelligent Transportation System (ITSC), pp. 1588-1593.
- WEG. Motores elétricos: guia de especificação. (2016) Disponível em: <<http://www.weg.net/files/products/WEG-guia-de-especificacao-de-motores-eletricos-50032749-manual-portugues-br.pdf>> Acesso em: 02 de maio de 2016.

O uso de técnicas inteligentes no controle de um gerador síncrono de pólos salientes

The use of intelligent techniques in control of a salient-pole synchronous generator

Dias, C.G.¹, Garcia, T.A.A.F.², Romio, E.²

¹ Universidade Nove de Julho (PPGI/ Mestrado e Doutorado – UNINOVE)
(Avenida Francisco Matarazzo, 612, Barra Funda – São Paulo (SP) – Brasil)

² Universidade Nove de Julho (Diretoria de Ciências Exatas – UNINOVE)
(Avenida Doutor Adolfo Pinto, 109, Barra Funda – São Paulo (SP) – Brasil)
diascsg@uni9.pro.br, taafg@hotmail.com, eduardoromio@hotmail.com

Resumo. O presente artigo aborda o uso de técnicas inteligentes, a fim de controlar a excitação de um gerador síncrono de pólos salientes, normalmente encontrado em Usinas Hidrelétricas. A metodologia proposta compara as características operacionais de um gerador hipotético quando excitado por um regulador de tensão convencional e aquelas obtidas por um sistema de excitação modelado com a lógica fuzzy e outro com uma rede neural artificial. As abordagens de controle foram avaliadas, usando um modelo matemático implementado no software Matlab/Simulink, tomando por base o tempo de resposta de cada regulador de tensão e o sobressinal obtido em condições de carga variável para o gerador operando no modo isolado.

Abstract. This paper describes the use of intelligent techniques, in order to control the excitation of a salient pole synchronous generator, usually found in hydropower plants. The proposed methodology compares the operational characteristics of a hypothetical generator when excited by a conventional voltage regulator, as well as the use of an excitation system modeled with fuzzy logic and other one with artificial neural network. These control approaches have been evaluated, using a mathematical model implemented in the Matlab/Simulink software, taking into account the settling time of each voltage regulator and the overshoot signal obtained in variable load conditions for generator working in the isolated mode.

Áreas temáticas. Simulação computacional, Técnicas de análise de fenômenos e processos.

1. Introdução

Nos dias de hoje há uma preocupação importante e crescente quanto ao uso mais racional da energia, bem como com a geração de novos recursos renováveis em nosso planeta. As Usinas Hidrelétricas, como no caso do Brasil, são fontes de energia elétrica renováveis e responsáveis em grande medida pela maior fatia da energia entregue ao consumidor final.

Neste contexto, deve-se ressaltar ainda que o uso de equipamentos eletrônicos e sistemas de controle automatizados operam hoje no sentido de melhorar a operação das usinas, além de estabelecer um funcionamento mais seguro para todo o sistema de potência de um país alimentado por tal fonte de energia.

Deste modo, o estudo detalhado dos sistemas de controle, como apresentado por (OGATA, 1990), é de fundamental importância no sentido de otimizar o controle de um sistema físico desejado.

No âmbito da operação de uma usina, alguns trabalhos, como aqueles propostos por (ARDANUY et al, 2006) e (SILVA, 2003), tem demonstrado interesse especial no controle de velocidade de uma turbina e ao mesmo tempo no funcionamento dos chamados reguladores automáticos de tensão. Em (SILVA, 2003), por exemplo, uma modelagem é proposta para o controle e a simulação de uma micro Usina Hidrelétrica na Amazônica, contemplando o estudo e a implementação das leis de controle que regem um regulador de velocidade e o seu sistema hidráulico, assim como um regulador de tensão para o gerador síncrono daquela usina.

Os sistemas de excitação são responsáveis por estabelecer a tensão interna do gerador síncrono, e o regulador de tensão, como parte deste sistema, tem como função garantir que a tensão gerada e a potência reativa do gerador variem de forma desejada, dentro dos limites estabelecidos pelo sistema elétrico de potência. Deste modo, dada a importância de tal equipamento para a operação do gerador, alguns pesquisadores investiram na modelagem e na implementação de técnicas capazes de otimizar o funcionamento do regulador de tensão. Os trabalhos desenvolvidos por (SHI et al, 1993) e (HASAN et al, 1994) abordaram o uso da lógica *fuzzy* no controle de um gerador síncrono de potência nominal igual a 5kVA, operando em um barramento infinito. A lógica *fuzzy* também foi empregada nos estudos apresentados por (HIYAMA et al, 1996) e (HOANG et al, 1996), especialmente para implementar um sistema estabilizador de tensão (sigla PSS em inglês), normalmente encontrado nos reguladores automáticos de tensão. Os sistemas estabilizadores devem garantir a correta operação dos geradores para uma ampla condição operacional da máquina, incluindo distúrbios e transitórios que surgem no sistema elétrico. Trabalhos mais recentes, como aqueles propostos por (BENSENOUCI et al, 2006) e (DEVARAJ et al, 2009) combinaram mais de uma técnica de inteligência artificial, como as redes neurais artificiais e *Simulating Annealing* (AS), a fim de otimizar o controle de um gerador síncrono, ou ainda o uso da lógica *fuzzy* combinada com um típico controlador PID (proporcional, integral e derivativo) (Farouk et al, 2012). Face ao exposto, e tomando por base a relevância do controle de um gerador síncrono, o presente trabalho abordou o uso das redes neurais artificiais e da lógica *fuzzy* no controle de um gerador síncrono, conectado em modo isolado, a fim de comparar o seu desempenho com aquele oferecido por um regulador de tensão convencional, ou seja, operando por uma regra de controle do tipo PID.

2. As redes neurais artificiais

As redes neurais artificiais (RNA) são modelos matemáticos inspirados no funcionamento do cérebro humano e com a capacidade de executar tarefas cognitivas (Haykin, 1998). Tais modelos são hoje empregados em uma série de aplicações que vão desde problemas financeiros até sistemas de apoio a decisão na área da saúde, entre outras no campo da engenharia, por exemplo. A Figura 1 ilustra a arquitetura típica de um neurônio artificial.

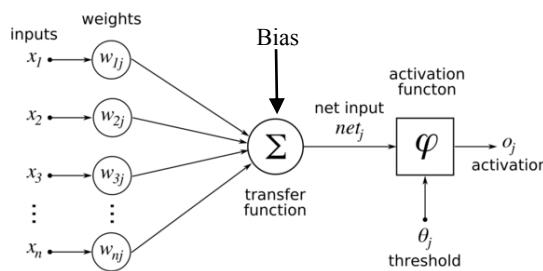


Figura 1 – Representação típica de um neurônio artificial

As principais equações que definem o neurônio artificial são:

$$net_j = \sum_{j=1}^n (w_j \times x_j) + bias \quad (1)$$

$$o_j = \varphi(net_j) \quad (2)$$

Onde: x_j são parâmetros de entrada do modelo, w_j são os pesos do neurônio (ponderação), Bias é um sinal de bias e o_j é a saída do neurônio.

Para o presente trabalho, uma rede neural do tipo Perceptron Multicamadas, com 5 entradas e uma saída, foi empregada no sentido de prover a excitação do gerador para diversas condições de carga ativa e reativa (Figura 2).



Figura 2 – Estrutura da rede neural usada para excitação do gerador

3. A lógica fuzzy

A lógica *fuzzy*, a exemplo do que ocorre na comunicação humana, trabalha no sentido de capturar as incertezas e imprecisões presentes em um dado contexto e/ou problema. Pode-se afirmar que, a lógica *fuzzy* permite que sistemas eletrônicos, tais como os computadores, “raciocinem” como os humanos. O raciocínio *fuzzy* está fundamentado

no uso da teoria dos conjuntos da teoria de conjuntos, a fim de manipular a combinação de entradas e saídas. Em outras palavras, ela permite o mapeamento da(s) entrada(s) e seus efeitos na(s) saída(s), a exemplo do que ocorre com as funções de transferência na teoria de sistemas lineares (Simões e Shaw, 2014). A propriedade fundamental da lógica *fuzzy* é que a função de pertinência $\mu_A(x)$ tem todos os valores dentro do intervalo $[0,1]$. Isso significa que um elemento pode ser membro parcialmente de um conjunto, indicado por um valor fracionário dentro do intervalo numérico. Deste modo, a teoria de conjuntos *fuzzy* é baseada no fato de que os conjuntos existentes no mundo real não possuem limites precisos. A Figura 3 ilustra um típico controle baseado na lógica *fuzzy*.

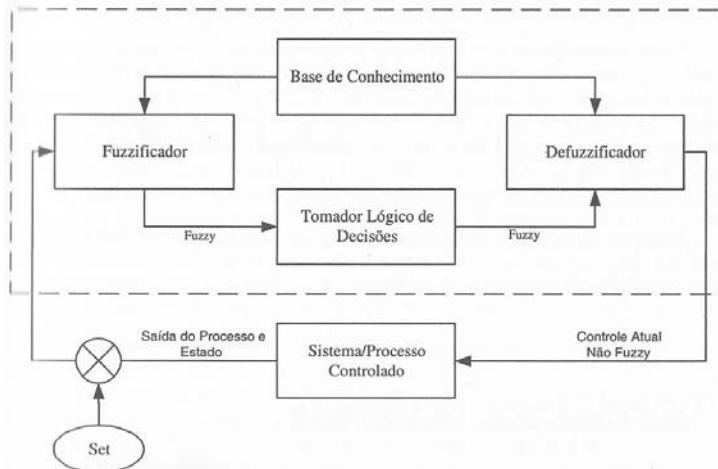


Figura 3 – Estrutura geral de um controle fuzzy

Fonte: (Weber e Klein, 2003)

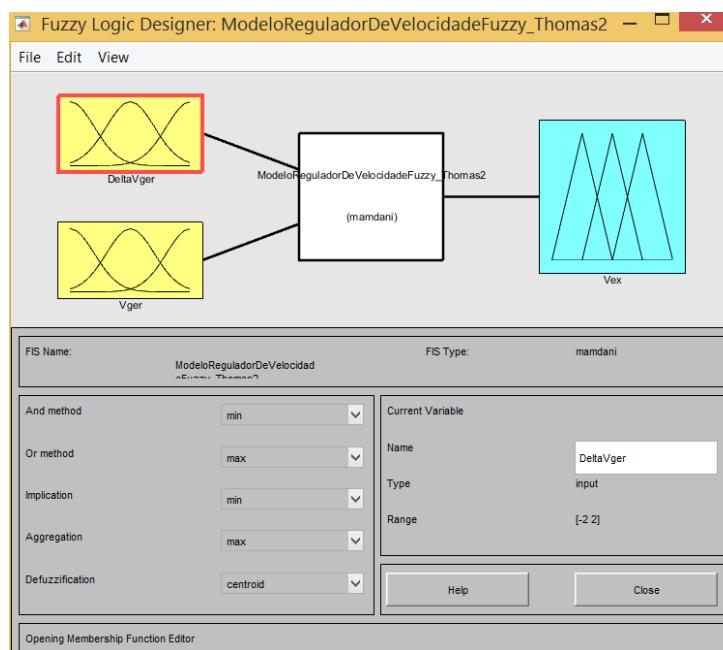


Figura 4 – Modelagem do regulador de tensão fuzzy

No presente trabalho foi empregado o mecanismo de inferência de Mamdani e o método Centroid de defuzzificação, como ilustra a Figura 4. Para a referida modelagem, foi utilizado o toolbox de lógica *fuzzy* disponível na ferramenta Matlab. Pode-se observar as duas entradas empregadas no modelo, no caso a tensão terminal do gerador e a sua variação de tensão. O modelo contou ainda com um total de 189 regras na sua base de conhecimento.

4. Resultados

O modelo matemático de um gerador síncrono hipotético de potência nominal em torno de 82 MVA e uma turbina foram implementados no Matlab/Simulink®, bem como os modelos do regulador de tensão neural, fuzzy e convencional, a fim de comparar o desempenho em cada abordagem. Deve-se salientar que o tempo de simulação foi de 200s e que a variação de carga no gerador ocorreu da seguinte forma: o gerador partiu em vazio, ou seja, sem carga, e não excitado.

Quanto a rotação na turbina alcançou um valor aproximado de 90% da rotação nominal, iniciou-se a excitação da máquina, no caso em 11s. Neste momento o gerador passou a gerar uma tensão terminal, porém sem carga. No instante igual a 30s, uma carga equivalente a 0,8pu de potência ativa e 0,41pu de potência reativa foram aplicadas ao gerador até o instante igual a 60s. Neste momento, uma nova carga foi aplicada ao gerador, neste caso equivalente a 0,9 pu e -0,3pu. Os resultados simulados em cada caso são apresentados a seguir.

4.1. Resultados obtidos com um regulador de tensão neural

Uma RNA do tipo Perceptron Multi-Camadas foi empregada, usando o algoritmo de treinamento Back-Propagation. Os dados para treinamento da RNA foram obtidos a partir da simulação do regulador de tensão convencional, implementado no ambiente do Simulink. A topologia que apresentou o melhor resultado levou em conta o uso de 20 neurônios na primeira camada escondida e 28 neurônios na segunda camada. A única saída da RNA é a tensão de excitação para o gerador também em uma grandeza na forma de p.u. (por unidade). As entradas da rede neural foram a corrente do estator da máquina, a potência reativa, a potência ativa, a corrente de campo e a tensão terminal do gerador.

A Figura 5 ilustra uma simulação computacional para o regulador de tensão neural modelado neste trabalho, na condição de carga variável conforme descrito anteriormente.

Os resultados apresentados na Figura 5 mostram que o regulador neural foi capaz de manter a tensão terminal do gerador em 1pu (no caso em 13.8 kV), portanto constante, mesmo em condições de variação de cargas ativa e reativa. Por outro lado, nota-se uma oscilação importante e um sobressinal quando da variação de carga no gerador, algo bastante indesejado para o sistema de excitação da máquina.

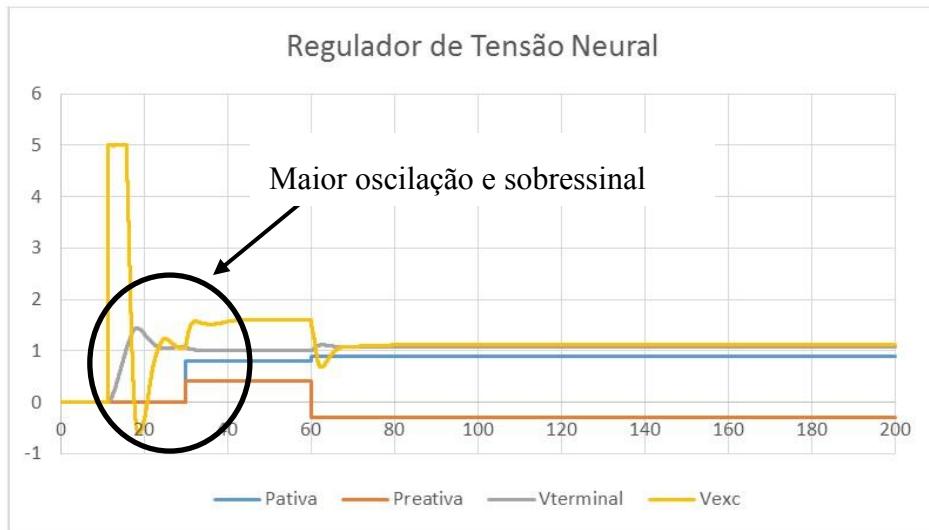


Figura 5 – Regulador de tensão neural aplicado na excitação do gerador

4.2. Resultados obtidos com um regulador de tensão fuzzy

A Figura 6 mostra os resultados alcançados com um regulador fuzzy. É possível notar que tal regulador apresentou menor oscilação e sobressinal quando comparado ao regulador neural, por exemplo, mas deve-se destacar que o RT fuzzy não foi capaz de manter a tensão terminal do gerador em 1 p.u. com as variações de carga solicitadas. Pode-se observar que no intervalo de tempo entre 40 s e 60s a tensão terminal no gerador ficou abaixo de 1 p.u., mais precisamente em torno 0,87 p.u., logo em uma condição de subtensão, bastante desfavorável para manter o gerador em sincronismo com a rede.

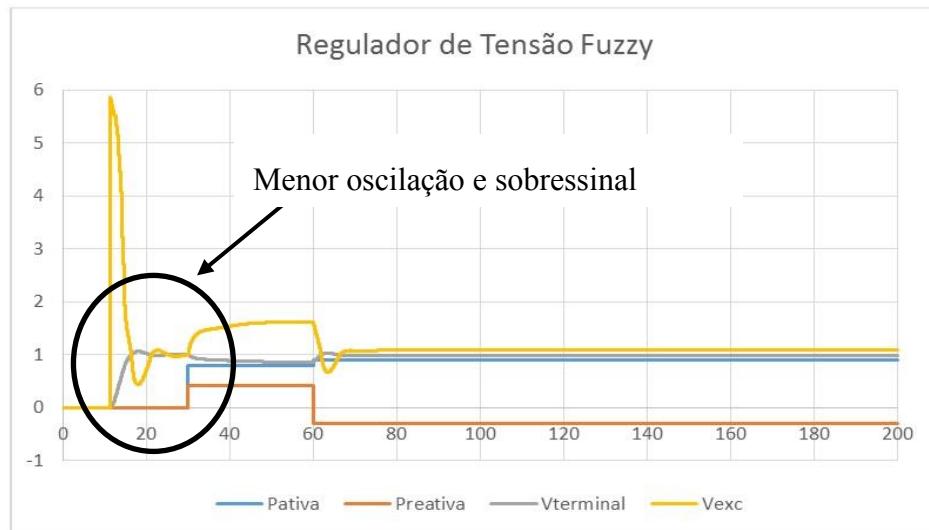


Figura 6 – Regulador de tensão fuzzy aplicado na excitação do gerador

4.3. Resultados obtidos com o uso de um regulador de tensão convencional (PID)

A Figura 7 mostra o uso de um regulador de tensão convencional, devidamente projetado para o gerador hipotético em questão. Nota-se que tal regulador foi capaz de

manter a tensão terminal do gerador próximo de 1 p.u., todavia, houve uma maior oscilação na tensão de excitação, face às variações de carga, quando comparado, por exemplo, aos reguladores neural e fuzzy.

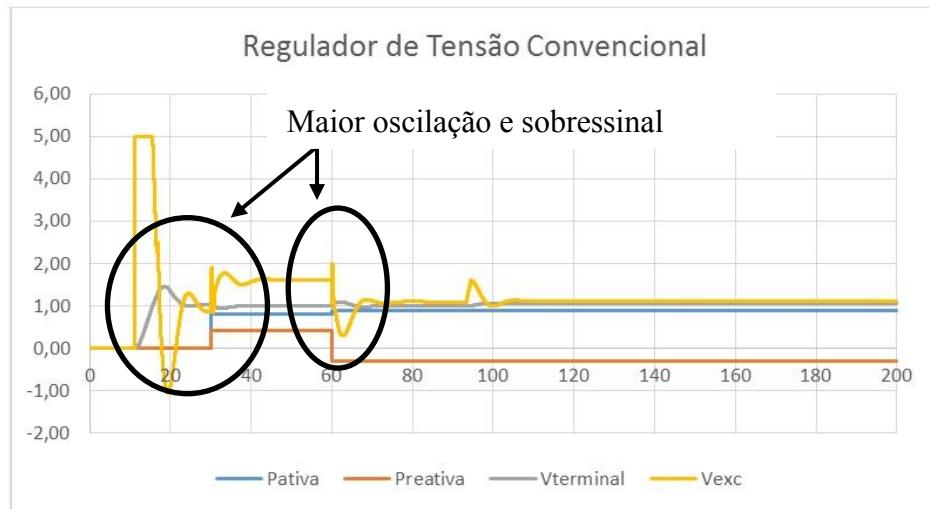


Figura 7 – Regulador de tensão convencional aplicado na excitação do gerador

Finalmente, a Tabela 1 resume as principais grandezas obtidas no período de 40 a 60s.

Tabela 1 – Resultados obtidos para os três reguladores no intervalo de 40 a 60s

Regulador	Sobressinal (%)	Tensão terminal (pu)	Tempo de resposta (s)
Convencional	3,6%	~ 1 p.u.	~ 9 s
Fuzzy	Não presente	~0,87 p.u.	> 10 s
Neural	Não presente	~1 p.u.	~ 2 s

5. Conclusões

O presente trabalho abordou o uso das redes neurais artificiais e da lógica fuzzy na modelagem do regulador de tensão para um gerador síncrono de polos salientes, e a comparação do seu desempenho frente àquele obtido por um regulador convencional. Os resultados obtidos mostraram que o regulador neural permitiu um controle mais suave para a tensão terminal do gerador, especialmente pela ausência de sobressinal e ainda mantendo um tempo de resposta adequado para todo o sistema, ou seja, próximo de 2s. Os resultados mostraram também que os modelos neural e convencional foram capazes de manter a tensão terminal do gerador em torno de 1 p.u., o que não ocorreu com o modelo fuzzy, mesmo sob variações de carga e condições do gerador subexcitado. Neste caso a carga reativa solicitada ao gerador é negativa. De todo o modo, torna-se necessária uma investigação mais criteriosa para ambos os modelos inteligentes, a fim de avaliar o desempenho do gerador não apenas para uma carga isolada, mas também conectado ao sistema elétrico nacional ou a uma rede mais ampla.

Referências

- Ardanuy, J.F.; Wilhelmi, J.R.; Mora, J.J.F.; Perez, J.I. (2006) “Variable-speed hydro generation: operational aspects and control”. IEEE Transactions on Energy Conversion, Vol. 21, No. 2, June.
- Bensenouci, A. and Ghany, A.M.A. (2006) “Simulated Annealing Optimized and Neural Networks Self-Tuned PID Voltage Regulator for a Single-Machine Power System” Annual Conference on IEEE Industrial Electronics, IECON 2006, pp. 241-246, November.
- Devaraj, D. and Selvabala, B. (2009) “Real-coded genetic algorithm and fuzzy logic approach for real-time tuning of proportional-integral-derivative controller in automatic voltage regulator system”, IET Generation, Transmission & Distribution, Vol.3, No. 7, p. 641-649.
- Farouk, N. and Bingqi, T. (2012) “Application of self-tuning fuzzy PID controller on the AVR system”, International Conference on Mechatronics and Automation, p. 2510 – 2514, August.
- Hasan, A. J. and Ula, A.H.M.S. (1994) “Design and implementation of a fuzzy controller based automatic voltage regulator for a synchronous generator”, IEEE Transactions on Energy Conversion, p. 293-298, September.
- Haykin, S. (1998) ‘Neural networks: a comprehensive foundation’, 2nd ed.; Prentice Hall: NJ, USA.
- Hiyama, T.; Miyazaki, K. and Satoh, H. (1996) “A fuzzy logic excitation system for stability enhancement of power systems with multi-mode oscillations”, IEEE Transactions on Energy Conversion, p. 449-454, Vol. 11, No. 2, June.
- Hoang, P. and Tomsovic, K. (1996) “Design and analysis of an adaptive fuzzy power system stabilizer”, IEEE Transactions on Energy Conversion, p. 455-461, Vol. 11, No. 2, June.
- Ogata, K. (1990). Engenharia de Controle Moderno. PHB, São Paulo.
- Shi, J.; Herron, L.H and Kalam, A. (1993) “Design and implementation of a PC-Based automatic voltage regulator and fuzzy logic power system stabilizer”, IEE 2nd International Conference on Advances in Power Control, Operation and Management, p. 293-298, December.
- Silva, J.C.L.V. (2003) “Modelagem, controle e simulação da dinâmica eletromecânica de uma micro usina hidrelétrica na Amazônica”, Dissertação de Mestrado, Instituto Militar de Engenharia.
- Simões, M.G.; Shaw, I.S (2014) “Controle e modelagem fuzzy”, Blucher, São Paulo.
- Weber, L.; Klein, P.A.T (2003). “Aplicação da lógica fuzzy em software e hardware”, ULBRA, RS.

Modelagem e simulação computacional aplicadas na avaliação do consumo de cal em uma planta de tratamento de água

Modelling and computational simulation applied in the lime consumption evaluation in a water treatment plant

Dias, C. G.¹, Sousa, C. M¹, Santos, F.C.R^{1,2}, Librantz, A.F.H¹

¹Universidade Nove de Julho (PPGI/ Mestrado e Doutorado – UNINOVE)
(Avenida Francisco Matarazzo, 612, Barra Funda – São Paulo (SP) – Brasil)

²Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo- Sabesp, São Paulo, Brazil
diascsg@uni9.pro.br, crisaosousa@hotmail.com, fcrodrigues@sabesp.com.br,
librantz@uninove.br

Resumo. *Este artigo apresenta uma modelagem matemática e uma simulação computacional do controle de pH orientadas para a gestão do consumo de cal em uma estação de tratamento de água. Uma faixa de dados históricos da planta de tratamento foi utilizada para definir o comportamento de cada entrada, bem como as perturbações do processo, utilizando o software MATLAB/ Simulink. Os resultados apresentados permitem identificar não somente uma condição presente, mas também prever novas condições operacionais, no intuito de estimar os melhores parâmetros para o processo e reduzir os custos relacionados ao consumo de cal, responsável pelo controle do pH em estações de tratamento de água.*

Abstract. *This paper presents a mathematical modelling and a computational simulation of a pH control for lime consumption management in a drinking water treatment plant. A range of historical data was used to define the behavior of each input and disturbances of the process, using the MATLAB/Simulink software. The present results allow predicting not only the present scenario but also new operational conditions, in order to estimate the better process parameters and reduce some costs related to the lime consumption, responsible for pH control in water treatment plants.*

Áreas temáticas. Simulação computacional. Técnicas de análise de fenômenos e processos. Ferramentas de apoio à decisão.

1. Introdução

O processo de neutralização de pH, ou mais especialmente o controle do pH, é uma tarefa crucial em uma grande variedade de aplicações industriais, tais como a indústria química, a área da engenharia biotecnológica e ainda nas estações de tratamento de água (ETA).

Anais do Seminário em Tecnologia da Informação Inteligente – SetIIP 2018
O pH, por definição, é o valor logarítmico de atividade de íons de hidrogênio em uma solução aquosa ou uma medida da acidez ou alcalinidade de uma solução (HERMANSSON e SYAFIIE, 2015). Em termos de valores numéricos, uma solução com um pH igual a 7 é neutro e para uma solução alcalina, este valor é maior do que 7. Em uma solução ácida, o valor do pH é inferior a 7.

O controle da neutralização do pH é um dos principais problemas nas plantas de tratamento de água, particularmente devido às suas características predominantemente não-lineares. (ABDULLAH; KARSITI; IBRAHIM, 2012).

Nos últimos anos, muitos pesquisadores estudaram estratégias de controle do pH e métodos para resolver ou minimizar a sua forte não-linearidade (ABDULLAH; KARSITI; IBRAHIM, 2012).

O trabalho de (SHOBANA e PANDA, 2012) desenvolveu um esquema de duplo controle no processo de pH, a fim de obter um bom desempenho para a rejeição de carga, particularmente quando ocorre alterações simultâneas no valor de referência do processo e nas perturbações. Esta solução foi proposta para ultrapassar algumas desvantagens normalmente encontradas nos sistemas convencionais de PID (Proporcional Integral Derivativo).

Um modelo de Wiener-Laguerre foi usado para avaliar o processo de neutralização de pH como uma estrutura não linear do modelo de controle por prognóstico, com base no algoritmo sequencial quadrático de programação. Esta solução foi concebida considerando uma operação do processo do pH com um valor de referência distinto (MAHMOODII; POSHTAN; MOTLAGH; MONTAZERI, 2009). A identificação do modelo de Wiener e o controle preditivo também foram aplicados no processo de neutralização do pH, mas, neste caso, utilizou-se de uma solução efluente ao controle (GÓMEZ; JUTAN; BAYENS, 2004).

Um esquema de controle de previsão não linear multimodal foi aplicado para descrever e lidar com as não-linearidades de um processo de controle do pH na indústria. Esta abordagem incluiu uma ação integral em paralelo ao controlador para compensar estados não monitorados (HERMANSSON e SYAFIIE, 2015). Nesse caso, por exemplo, matérias orgânicas naturais dissolvidas e presente neste tipo de produto podem causar problemas relevantes para o controle do processo. Nesta situação ainda, um passo de coagulação deve ser aplicado para maximizar a remoção de matéria orgânica dissolvida na água, mas alguns coagulantes são capazes de modificar o pH final, especialmente depois da coagulação melhorada (XIE; WANG; LEEUWEN; ZHAO; XING; CHOW, 2012).

Uma aplicação de reposição e controle híbrido foi aplicada em uma linha no processo de pH, de modo a testar o desempenho de um controlador de reposição para um sistema não linear com distúrbios (CARRASCO e BAÑOS, 2012). Em alguns casos, um processo de pH requer um sistema de monitoramento e controle on-line devido aos seus aspectos altamente não-lineares (JACOBS; HEWKN; PHILL; WHILE, 1980) e (APARNA, 2014).

Outros estudos levaram em conta a utilização de técnicas de inteligência artificial no sentido de melhorar o controle de pH, em particular para fins preditivos e de adaptação e/ou estratégia de otimização (TAN; LU; LOH; TAN, 2005) e (NAVGHARE e BODHE, 2009).

Uma modelagem matemática foi desenvolvida por (DIAS et al, 2016) na avaliação do controle do processo de pH em uma planta de tratamento de água - ETA, com o propósito

Anais do Seminário em Tecnologia da Informação Inteligente – SetI 2016
de avaliar determinadas condições operacionais da planta, para uma ampla faixa de alteração de pH, e especialmente a variação de dosagem da solução de leite de cal capaz de manter o valor de pH dentro dos limites estabelecidos. Esta é um dos parâmetros importantes no referido controle, dado o seu grande volume consumido diariamente.

Com base no acima exposto, e tomando por base o modelo desenvolvido por (DIAS et al, 2016), o objetivo deste trabalho consiste na modelagem e na simulação de um controle de pH, para uma ETA real, a fim de avaliar o volume da solução de leite de cal consumido na referida planta em diversas condições operacionais do processo.

2. Metodologia

No presente artigo algumas variáveis do processo da ETA foram escolhidas para desenvolver o seu modelo matemático, a exemplo da abordagem sugerida por (DIAS et al, 2016). Tais variáveis foram identificadas considerando o seu impacto no controle do pH para a ETA em questão, situada na região metropolitana de São Paulo, com uma vazão nominal em torno de $33\text{m}^3/\text{s}$. O primeiro passo consistiu em identificar as variáveis do processo de acordo com o comportamento do pH desejado. Neste caso, alguns parâmetros considerados como relevantes para o processo foram selecionados, quais sejam: a dosagem de cloro, a dosagem de flúor no final do tratamento processo, o fluxo de água bruta, a turbidez da água e a dosagem da solução de leite de cal.

Em seguida foi escolhido um intervalo de dados históricos da aludida ETA, armazenados em um sistema de controle de supervisão e aquisição de dados (SCADA). Este sistema está em operação na planta em questão, tal como mostrado na Figura 1. Esta tela do sistema SCADA mostra o controle da dosagem de cal para o pH da água potável. Nesta tela, é possível ajustar ainda o valor de referência para o controlador automático de frequência da bomba de cal, assim como outras grandezas tais como o fluxo de cal, a dosagem de cal e a frequência das bombas de dosagem.

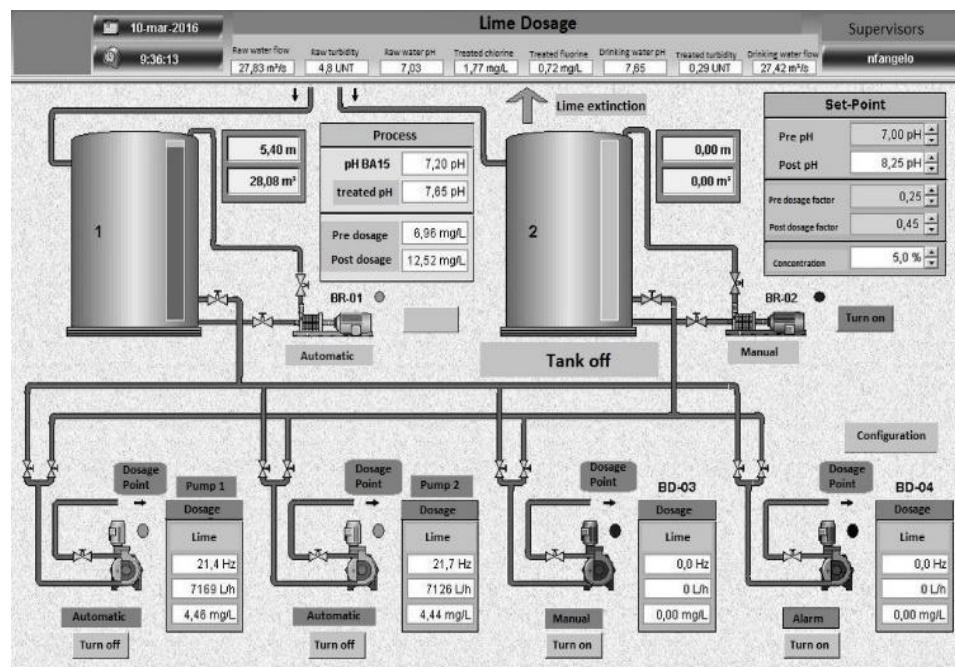


Figura 1- Tela do supervisório SCADA para monitoramento e dosagem da cal

Cabe salientar que, a metodologia ora empregada utilizou um conjunto de amostras em que o pH foi controlado em modo automático. Na continuidade dos estudos, os dados foram carregados no software MATLAB® e executados os comandos necessários para determinar o comportamento (função de transferência) de cada entrada e a sua respectiva variável de saída. Neste caso, a variável de saída é o pH medido. Foram utilizados os seguintes comandos:

- Comando "iddata": cria um objeto de dados para encapsular os dados de entrada / saída e as suas propriedades:

$$\text{DAT} = \text{iddata}(Y, U, Ts) \quad (1)$$

Onde: Y = output, U=input and Ts = interval amostral

- Comando "tfest": Esta função do MATLAB estima uma função de transferência em tempo contínuo, sys, usando dados em tempo ou no domínio da frequência, DAT obtido a partir de comando "iddata", e contém pólos NP, como segue:

$$\text{sys} = \text{tfest}(\text{DAT}, np) \quad (2)$$

A figura 2 mostra a função de transferência obtida para o cloro, por exemplo, usando os comandos iddata e tfest. O mesmo procedimento foi adotado para obter a função de transferência das demais grandezas.

$$\frac{10.02s^2 + 0.001286s + 1.812e-6}{s^3 + 2.256s^2 + 0.0002781s + 3.959e-7}$$

Função de transferência Cloro

Figura 2- Função de transferência obtida para a variável cloro usando os comandos iddata e tfest

Vale frisar que, o modelo apresentado na figura 3 foi desenvolvido por (DIAS et al, 2016) e utilizado no presente trabalho, de modo a avaliar o comportamento não apenas do volume de cal consumido, mas também da dosagem de cloro, da variação da turbidez e da operação de alguns equipamentos da ETA no processo de controle do pH, tais como as bombas de cal e a bomba de flúor.

Finalmente, vale informar que, o procedimento final para avaliar os resultados do presente método consistiu em calcular o erro entre o volume da solução de leite de cal estimado e aquele calculado com base nos dados experimentais.

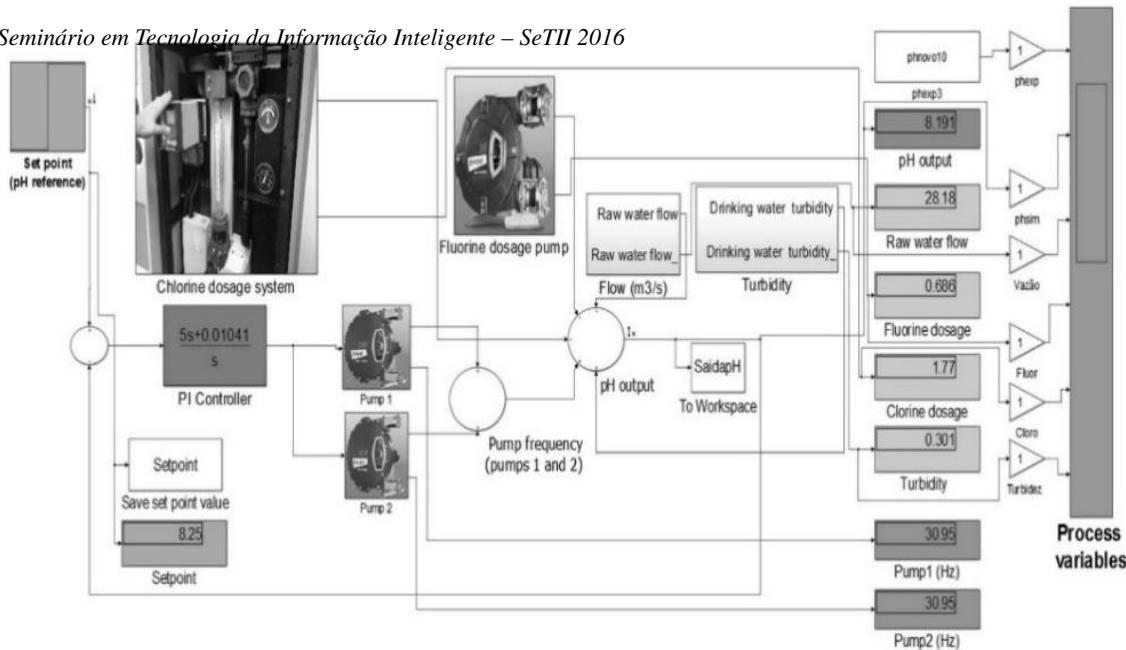


Figura 3. Modelagem do processo no software MATLAB/Simulink®

3. Resultados e discussões

Esta seção mostra os resultados e a discussão acerca do consumo da solução de leite de cal usando o modelo matemático proposto por (DIAS et al, 2016). Em cada caso, as condições iniciais foram usadas para iniciar a simulação e prosseguir com a validação experimental. A seguir são apresentadas as condições para cada cenário:

1º Cenário: neste caso foram selecionadas as condições iniciais de dosagem de cloro igual a 1.86 mg/L, uma dosagem de flúor igual a 0.654 mg/L, uma vazão da água bruta em 17.24 m³/s e turbidez igual a 0.33.

A figura 4 ilustra o volume da solução de leite de cal consumido durante o período de simulação, no caso em 440 min. Nota-se algumas variações, porém, utilizando um valor médio de toda a simulação de acordo com a tabela 1, houve uma boa aproximação entre os resultados simulados e aqueles obtidos da planta, ou seja, comparando com os dados reais do processo.

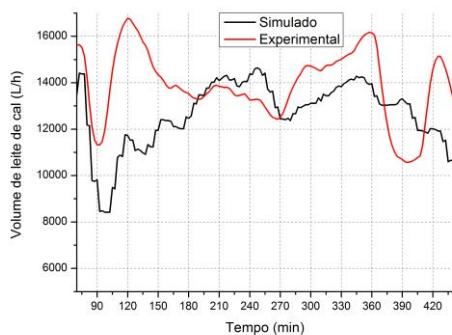


Fig. 4. Volume da solução de leite de cal (L/h)

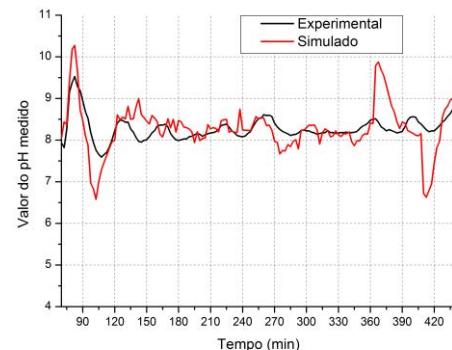


Fig. 5. Valor do pH medido

Anais do Seminário em Tecnologia da Informação Inteligente – Set/2016
Por sua vez, a figura 5 mostra a evolução do pH nas duas condições, experimental e simulado, no mesmo período apontado ilustrado na figura 4. Nota-se também uma boa relação entre os valores simulado e real.

Para o caso acima, considerou-se uma vazão de 7125 L/h, para uma frequência da bomba de cal em 22 Hz. Deste modo, com as duas bombas operando naquela frequência, a vazão de leite de cal será da ordem de 14250 L/h.

A tabela 1 mostra os valores médios encontrados para cada caso, em um total de 149 amostras, para um período de 6h de simulação, e um erro menor do que 10% entre os dois casos.

Tabela 1. Valores médios obtidos para o volume de cal consumido

	<i>Dados simulados</i>	<i>Dados experimentais</i>
Valor médio de volume de solução de leite de cal (L/h) em 6h	12682,85	13887,45
Erro médio (L/h)	9,49%	

Com os dados acima, e levando-se em consideração a densidade para a solução do leite de cal, pode-se estimar o consumo do referido insumo em diversas condições operacionais.

2º Cenário: neste caso foram selecionadas as condições iniciais de dosagem de cloro igual a 1.76 mg/L, uma dosagem de flúor igual a 0.691 mg/L, uma vazão da água bruta em 27.03 m³/s e turbidez igual a 0.272 NTU.

A tabela 2 mostra os valores médios encontrados para este segundo caso, em um total de 1000 amostras, para um período de aproximadamente 17 minutos de simulação, e um erro inferior a 2% entre os casos simulado e real.

Tabela 2. Valores médios obtidos para o volume de solução de leite de cal consumido

	<i>Dados simulados</i>	<i>Dados experimentais</i>
Valor médio de volume de solução de leite de cal (L/h) em 16,6 min	17570,54	17286,35
Erro médio absoluto (L/h)	1,6%	

4. Conclusões

O presente trabalho empregou uma modelagem matemática apresentada por (DIAS et al, 2016) e uma simulação computacional do controle de pH orientadas para a gestão do consumo de cal em uma estação de tratamento de água. Os dados obtidos de um sistema SCADA permitiu modelar não apenas as grandezas do processo, como as perturbações, mas também equipamentos de dosagem, como as bombas de cal e flúor. O estudo foi capaz de mostrar que o modelo empregado possui uma boa aproximação frente ao comportamento da planta e ainda uma capacidade importante em estimar o volume da

Anais do Seminário em Tecnologia da Informação Inteligente – Seti 2016 soluções de leite de cal consumida em diversas condições operacionais. Novos estudos deverão ser realizados no sentido de minimizar este consumo, como o uso de técnicas de inteligência artificial e/ou outras métricas de apoio à decisão para a operação da ETA.

Referências

- Abdullah, N.H.S., Karsiti, M.N., Ibrahim, R. (2012). “A review of pH neutralization process control”. 4th International Conference on Intelligent and Advanced Systems, pp. 594-598.
- Aparna V. (2014). “Development of automated pH monitoring & control system through USB data acquisition”. 6th IEEE Power India International Conference (PIICON), pp.1-6.
- Carrasco, J., Baños, A. (2012). “Reset control of an industrial in-line pH process”. IEEE Transactions on Control Systems Technology 4, pp. 1100-1106.
- Dias,C.G.; Santos, F. C. R. ; Librantz, A.F.H ; Sousa, C. M. ; Silva, L. C. (2016) “Improving Process Management in a Water Treatment Plant Using Control Modelling”. IFIP Advances in Information and Communication Technology, v. 1, pp. 9-16.
- Gómez, J.C., Jutan, A., Baeyens, E. (2004). “Wiener model identification and predictive control of a pH neutralization process”. IEE Proceedings – Control Theory and Applications 3, pp. 329-338.
- Hermansson, A.W., Syafie, S. (2015). “Model predictive control of pH neutralization processes: A review”. Control Engineering Practice 45, pp. 98-109.
- Hermansson, A.W., Syafie, S. (2014). “Control of pH neutralization system using nonlinear model predictive control with I-controller”. IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), pp. 853-857.
- Jacobs, O.L.R., Hewkin, P.F., Phil, D., While, C. (1980). “Online computer control of pH in an industrial process”. IEE Proceedings – Control Theory and Applications, pp.161-168.
- Mahmoodi, S., Poshtan, J., Motlagh, M.R.J., Montazeri, A. (2009). “Nonlinear model predictive control of a pH neutralization process based on Wiener-Laguerre model” Chemical Engineering Journal 146, pp. 328-337.
- Shobana, S., Panda, R.C. (2012). “Control of pH process using double-control scheme.” Nonlinear Dynamics 3, pp. 2267-2277.
- Tan, W.W., Lu, F., Loh, A.P., Tan, K.C. (2005). “Modelling and control of a pilot pH plant using genetic algorithm”. Engineering Applications of Artificial Intelligence 18, pp. 485-494.
- Xie, J., Wang, D., Leeuwen, J. V., Zhao, Y., Xing, L., Chow, C.W.K. (2012). “pH modelling for maximum dissolved organic matter removal by enhanced coagulation”. Journal of Environmental Sciences 2, pp. 276-283.

Inteligência Computacional em *Serious Games*: um estudo de caso para identificar padrões em um jogo para crianças com transtorno de aprendizagem

Andreia Miranda Domingues¹, Marcia A. S. Bissaco³, Sidnei Alves de Araújo^{1,2}

¹ Diretoria dos Cursos de Informática – Curso de Ciência da Computação, Universidade Nove de Julho, UNINOVE, São Paulo, SP, Brasil

² Programa de Pós-graduação em Informática e Gestão do Conhecimento (PPGI), Universidade Nove de Julho, UNINOVE, São Paulo, SP, Brasil

³ Núcleo de Pesquisas Tecnológicas – Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica, Universidade de Mogi das Cruzes, UMC, Mogi das Cruzes, SP, Brasil

{andreia.amd, saraaujo}@uni9.pro.br, mbissaco@gmail.com

Resumo. Neste trabalho foram conduzidos experimentos que possibilitaram a aplicação de técnicas de Inteligência Artificial na Mineração de Dados em um serious game para crianças com transtorno de aprendizagem. Foram realizadas tarefas de classificação e de geração de regras de associação, sendo que na tarefa de classificação o objetivo era investigar a existência de padrões que pudesse levar ao agrupamento dos diferentes perfis de jogadores. Para isso, foi empregado o algoritmo de árvore de decisão J48, por meio da ferramenta WEKA. Os dados registrados são referentes à interação de 20 crianças com um serious game educativo, que tem como cenário um zoológico virtual tridimensional, desenvolvido com características que agradam às preferências de crianças com cerca de 9 anos de idade, a fim de auxiliar e de motivar a aprendizagem delas. Os resultados obtidos sugerem que é possível descobrir padrões nos perfis de jogadores do serious game sob análise, permitindo identificar algumas características que auxiliam a classificar os jogadores em grupos por meio do perfil, tal como gênero, tempo para jogar e acertos para palavras específicas do jogo. Essas características possibilitarão o aperfeiçoamento e o enriquecimento deste jogo a fim de torná-lo adaptável aos diferentes perfis de jogadores.

Abstract. In this work it were conducted experiments that enabled the application of Data Mining Techniques in a serious game for children with learning disorder. They were performed classification tasks and generation of association rules, and at classification stage the aim was to investigate the existence of standards to grouping different player profiles. Thus, it was used the Decision Tree J48 algorithm using WEKA tool. The data recorded are related to the interaction of 20 children with a serious educational game. The game is a three-dimensional virtual zoo, which was developed with features that appeal to the preferences children about 9 years old in order to assist and motivate their learning. The results suggest that it is possible to discover patterns in the profiles of players serious educational game under analysis,

allowing to identify some characteristics that help to rank players in groups through the profile, such as gender, time to play and arrangements for specific words game. These characteristics will enable the improvement and enrichment of this game to make it adaptable to different player profiles.

Áreas temáticas. Inteligência computacional, Reconhecimento de padrões, Ferramentas de apoio à decisão.

1. Introdução

O transtorno da aprendizagem é definido como um transtorno psicológico que tem início geralmente na primeira infância e compromete o desenvolvimento de funções ligadas à maturação biológica do sistema nervoso central, tal como o desenvolvimento da linguagem antes mesmo dela ser posta em evidência. Segundo o Manual de Diagnóstico e Estatística das Perturbações Mentais - 5a edição (DSM-5TM, 2013), 30% das crianças em idade escolar apresentam transtorno da aprendizagem (código 315.00).

Esse transtorno pode diminuir com a idade, porém, déficits mais leves na leitura, na expressão escrita e nas habilidades matemáticas podem persistir na idade adulta (DSM-5TM, 2013). Contudo, essas crianças não são incapazes de aprender, pois possuem preservadas as integridades intelectuais e a capacidade de aprendizado (SANTOS et al., 2013). Especialistas em educação acreditam que essa intervenção pedagógica deve considerar a utilização de *serious games* educativos, pois quando joga, a criança age espontaneamente e, motivada pelo desafio, utiliza todo o conhecimento adquirido além de também criar novos esquemas mentais à medida que continua jogando (Castro et al., 2013).

Os *serious games* são jogos que possuem propósitos e conteúdos específicos e que podem aplicar tecnologia ao ensino incluindo elementos lúdicos e de entretenimento (Torres, 2011). Durante o processo de aprendizagem, os *serious games* educativos permitem que as crianças explorem a sua imaginação em um ambiente estimulante e motivador em busca de textos com real significado para elas (Logan et al., 2011). Um *serious game* educativo pode ter impacto sobre as habilidades das crianças e ser potencialmente útil para os professores frente ao conjunto dos recursos disponíveis nessas ferramentas (Hughes et al., 2013).

O desenvolvimento de *serious games* educativos permite adaptar o ensino aos diferentes perfis psicológicos das crianças. Eles auxiliam as crianças na apropriação de uma postura ativa, pois são motivadas pelo desafio e pelas características lúdicas que os jogos proporcionam.

Palma et al. (2013) menciona a importância de se analisar o perfil dos jogadores em idade escolar por meio da observação dos seus hábitos e motivações durante a interação com esse tipo de jogo, bem como considerar as diferenças entre os gêneros e por quanto tempo eles jogam. Desse modo, seria possível o desenvolvimento de *serious games* que se adaptem ao perfil dos jogadores. A análise de dados dos jogos, como uma ferramenta de tomada de decisão, permite o reconhecimento dos padrões de comportamento dos jogadores, possibilitando melhorar o design, a qualidade, bem como prever os seus erros para previamente redirecionar os jogadores (Leitão, 2013).

Inteligência computacional é uma área da computação que considera as aplicações baseadas na capacidade humana de resolver problemas seguindo o raciocínio humano. Quando aplicada em *serious games*, a inteligência computacional pode ser capaz de orientar a coleta de dados quanto ao percurso do jogador de modo a oportunizar o uso de inferências baseadas em aspectos da cognição humana (Marques, 2016). Um dos métodos de aplicação da inteligência computacional é a Mineração de Dados (MD) definida como um processo de exploração e análise de dados, empregando algoritmos estatísticos e de inteligência artificial, com intuito de descobrir padrões ou regras que permitam uma melhor compreensão da informação contida no conjunto de dados analisado (Carvalho, 2005).

Existem diferentes tarefas de MD, sendo as principais: classificação, descoberta de regras de associação e agrupamento de dados. A classificação visa examinar o conjunto de dados de entrada e produzir descrições das características destes dados para cada classe (Fayyad et al., 1996). As regras de associação descrevem os padrões descobertos na forma de regras de alto nível do tipo SE...ENTÃO. Normalmente, os algoritmos empregados nessa tarefa produzem uma grande quantidade de regras e cabe ao usuário selecionar aquelas que ele julga serem mais úteis para uma determinada aplicação. Por fim, tarefa de agrupamento ou *clustering* tem como objetivo agrupar os dados de um conjunto de dados em dois ou mais grupos, empregando alguma medida de similaridade entre os valores das variáveis que constituem cada padrão do conjunto.

As técnicas e algoritmos mais comuns em MD são: Árvores de Decisão (AD), Redes Neurais Artificiais (RNA), Algoritmos Genéticos (AG), Lógica Fuzzy, *K-Means*, Máquinas de Vetores-Suporte e Redes Bayesianas. ADs e RNAs são técnicas muito poderosas e amplamente utilizadas em tarefas de classificação e associação (Mitchell, 1997). As ADs são preferíveis nessas tarefas, em muitos casos, devido ao fato do conhecimento adquirido ser representado por meio de regras que facilitam o entendimento do usuário. Por outro lado, as RNAs têm a importância devida ao fato de serem capazes de fazer generalizações e lidarem bem com ruídos.

Nesse contexto, inferências a partir dos perfis dos jogadores possibilitariam um enriquecimento do jogo, no sentido de torná-lo adaptável ao perfil de cada jogador. Não obstante, o tutor poderia utilizar-se destas inferências para melhor orientação, acompanhamento e avaliação de cada jogador.

Neste trabalho investiga-se a descoberta de informações em um *serious game*, desenvolvido para crianças com transtorno da aprendizagem, que estratifiquem características dos perfis delas por meio da aplicação de técnicas de inteligência computacional em tarefas de MD.

2. Metodologia

Neste trabalho foram conduzidos experimentos que possibilitaram a aplicação de técnicas de MD em um *serious game* educativo. Para realização dos experimentos empregou-se o Software WEKA (Hall et al., 2009), uma ferramenta que disponibiliza diversos algoritmos provenientes da estatística e da inteligência artificial e, por isso, é amplamente utilizada pela comunidade científica em tarefas de MD. Foram realizadas tarefas de classificação e de geração de regras de associação utilizando o algoritmo de AD conhecido como J48.

A classificação teve como objetivo investigar a existência de padrões que pudessem levar ao agrupamento dos diferentes perfis de jogadores. Não obstante, com as regras de associação, procurou-se descobrir associações e correlações entre os dados visando derivar novos conhecimentos a partir do conjunto de dados analisado.

O *serious game* educativo analisado, cuja tela de abertura é ilustrada na Figura 1, possui como cenário um zoológico virtual tridimensional e foi desenvolvido com características que agradam às preferências de crianças com cerca de 9 anos de idade, a fim de auxiliar e motivar a aprendizagem delas.



Figura 1. Tela de Abertura do jogo

Ele trabalha a capacidade linguística de identificar palavras considerando nomes de animais, sendo eles, Rinoceronte, Elefante, Girafa, Zebra, Urso e Leão (Figura 2).



Figura 2. Interação com o jogo: identificação do nome dos animais

Na implementação do jogo foram utilizados os softwares Blender 3D, Python e GIMP possibilitando o desenvolvimento de uma interface gráfica tridimensional (3D) para proporcionar maior imersão. Também foram utilizadas cores para dicas visuais que auxiliam o jogador na solução dos desafios propostos.

Foram convidadas 20 crianças, com escolaridade entre 2º e 3º ano, para interagir com o jogo sem tempo pré-determinado. Foram coletados o tempo gasto pelos jogadores para atingir o objetivo do jogo e a pontuação ponderada para identificar se o jogador acertou sendo na primeira (1 ponto), segunda (0,5 ponto) ou terceira (0 ponto) tentativa.

O primeiro passo foi realizar o processo de extração, limpeza e tratamento dos dados brutos extraídos do jogo para compor o conjunto de dados a ser analisado pelos algoritmos de MD. Para tanto, foram considerados os dados dos 20 jogadores que interagiram com o jogo por um período entre 5 e 28 minutos, os quais são apresentados mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores ponderados considerando o desempenho dos jogadores durante a interação deles com o jogo

Crianças	Rinoceronte	Elefante	Girafa	Zebra	Leão	Urso	Tempo (min)
1	0,5	0,0	0,5	0,5	1,0	0,0	6
2	0,0	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0	18
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	22
4	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0	0,0	20
5	0,5	0,0	1,0	1,0	1,0	0,5	6
6	0,0	0,0	0,5	0,0	0,5	0,5	28
7	0,0	1,0	0,5	0,5	1,0	1,0	8
8	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	6
9	0,5	0,0	1,0	0,5	1,0	0,5	8
10	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	17
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16
12	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,5	15
13	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	0,0	5
14	0,5	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	6
15	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	28
16	0,5	0,5	1,0	1,0	0,5	0,0	23
17	1,0	0,5	0,0	0,0	1,0	1,0	6
18	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	5
19	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	5
20	0,0	0,0	0,5	0,0	1,0	1,0	15

* 1,0 = Acertou na primeira tentativa ** 0,5 = Acertou na segunda tentativa *** 0 = Errou na segunda tentativa

Os dados da Tabela I representam os desempenhos dos jogadores durante as suas interações com o jogo, isto é, esses valores foram ponderados de acordo com o número de tentativas deles para formar os nomes dos seis animais. Ela mostra também o tempo gasto pelas crianças depois da primeira e segunda tentativa para formar os nomes dos seis animais, que variou entre 5 e 28 minutos.

3. Resultados

Na aplicação de técnicas de MD no *serious game* para crianças com transtorno de aprendizagem, o algoritmo J48 permitiu identificar alguns padrões durante a interação delas com o jogo.

A análise realizada com os dados da interação dos jogadores até finalizar o jogo, ou seja, considerando todas as palavras e selecionando o atributo Tempo, demonstra que foi

possível classificar corretamente 80% dos dados (Figura 3). O coeficiente Kappa descreveu a precisão e confiabilidade dos dados com escore de 0,67%, o que representa uma concordância substancial – faixa entre 0.61 e 0.80 (Kundel e Polansky, 2003).

==== Stratified cross-validation ===			
==== Summary ===			
Correctly Classified Instances	16	80	%
Incorrectly Classified Instances	4	20	%
Kappa statistic	0.6721		
Mean absolute error	0.1927		
Root mean squared error	0.3625		
Relative absolute error	45.2904 %		
Root relative squared error	78.1897 %		
Total Number of Instances	20		

Figura 3. Dados estatísticos da classificação considerando o atributo Tempo

A Figura 4 apresenta a árvore gerada nessa mesma análise, ou seja, considerando o atributo tempo. É possível observar que dos jogadores que acertaram a palavra Leão na primeira tentativa, a maioria deles são crianças com 8 anos de idade.

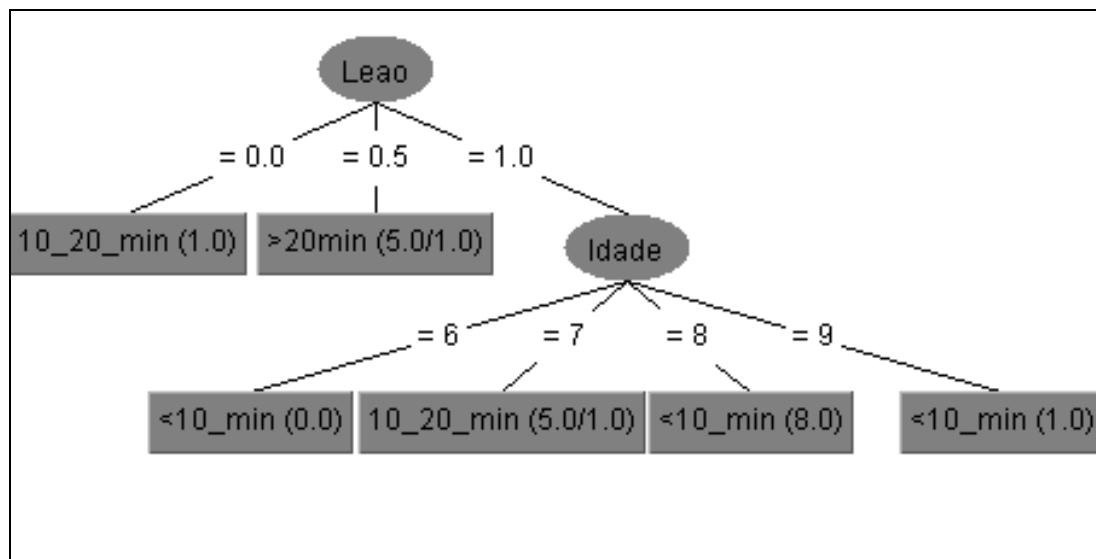


Figura 4. Árvore de decisão gerada considerando o atributo “Leão”

Ao analisar os dados da interação dos jogadores considerando palavras específicas, observou-se, por exemplo, que aquelas que acertaram a palavra Leão na primeira tentativa finalizaram o jogo em menos de 10 minutos.

Além disso, observa-se que a maioria dos meninos finalizou o jogo em menos de 10 minutos enquanto que a maioria das meninas finalizou entre 10 e 20 minutos (Figura 5).

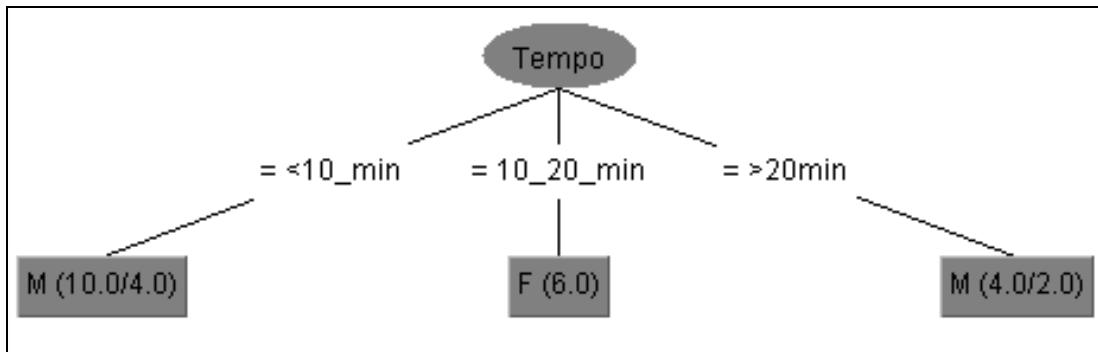


Figura 5. Árvore de decisão gerada considerando o atributo “Tempo”

Ainda considerando o desempenho dos jogadores para o atributo Leão (Figura 6) foi possível classificar corretamente 90% dos dados observando o coeficiente Kappa com escore de 0,74% considerada uma concordância substancial.

==== Stratified cross-validation ===				
==== Summary ===				
Correctly Classified Instances	18	90	%	
Incorrectly Classified Instances	2	10	%	
Kappa statistic	0.7436			
Mean absolute error	0.12			
Root mean squared error	0.2683			
Relative absolute error	36.699 %			
Root relative squared error	67.19 %			
Total Number of Instances	20			

Figura 6. Dados estatísticos da classificação considerando o atributo Leão

Embora o conjunto de dados do experimento seja pequeno, os resultados sugerem relevância nos dados analisados e motiva a realização de novos experimentos em conjuntos de dados maiores a fim de investigar o modelo, mantendo as mesmas variáveis.

4. Conclusões

Os resultados obtidos sugerem que é possível descobrir padrões nos perfis de jogadores do *serious game* educativo analisado, permitindo identificar algumas características que auxiliam a classificar os jogadores em grupos por meio do perfil, tal como gênero, tempo para jogar e acertos para palavras específicas do jogo. Essas características possibilitarão o aperfeiçoamento e o enriquecimento deste jogo a fim de torná-lo dinâmico e adaptável aos diferentes perfis de jogadores.

Também é possível utilizar o método de análise, proposto nesse trabalho, para aprimorar outros serious games tornando-os capazes de inferir sobre o comportamento dos jogadores de modo a conduzi-los diretamente às fases condizentes ao seu nível de aprendizagem.

Referências

- Carvalho, L. A. V. (2005). “Datamining: A mineração de dados no marketing, medicina, economia, engenharia e administração”. Rio de Janeiro: Ciência Moderna.
- Castro, M. V.; Bissaco, M. A. S.; Panccioni, B. M.; Rodrigues, S. C. M.; DOMINGUES, A. M. (2014). *Effect of a Virtual Environment on the Development of Mathematical Skills in Children with Dyscalculia*. Plos One, v. 9, p. e103354.
- Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., Smyth, P., Uthurusamy, R. (1996). *Advances in knowledge discovery and data mining*. American Association for Artificial Intelligence. Menlo Park: MIT Press.
- Hall, M., Frank, E., Holmes, G., Pfahringer, B., Reutemann, P., Witten, I. H. (2009). *The WEKA Data Mining Software: An Update*. SIGKDD Explorations, v. 11, n. 1, p. 10-18.
- Hughes JA, Phillips G, Reed P (2013). *Brief exposure to a self-paced computer-based reading programme and how it impacts reading ability and behaviour problems*. PloS One 8(11):e77867.
- Kundel, H. L. e Polansky M. (2003). “Measurement of observer agreement 1. Radiology” 228.2: 303-308.
- Leitão, R. (2013). Aprendizagem baseada em jogos: realidade aumentada no ensino de sólidos geométricos. 2013. Tese de Doutorado.
- Logan S, Medford E, Hughes N (2011). *The importance of intrinsic motivation for high and low ability readers' reading comprehension performance*. Learn Individ Differ 21(1): 124-128.
- Marques, C. V. M, et al. (2016). Games Inteligentes: Investigação Científica por Jogos Computacionais. Revista de Informática Aplicada v. 11.1.
- Mitchell, T. M. (1997). “Machine Learning”. New York: McGraw-Hill.
- Palma, N. M. e Ramos J. L. (2013). “Atividade física, obesidade e videojogos ativos na Escola: estudo de hábitos e práticas de jogos em jovens do ensino básico e secundário”. Videojogos 2013: Arte em jogo.
- Santos, I. J. dos, Frighetto A. M. e Santos J. C. dos. (2013). Dislexia: Uma Dificuldade Na Aprendizagem. Nativa-Revista de Ciências Sociais do Norte de Mato Grosso 1.2.
- Torres, R. S. (2011). *Applying entertaining aspects of serious game in medical training: Systematic review and implementation*. Virtual Reality (SVR). XIII Symposium on. IEEE.

Como a Gestão do Conhecimento e a Capacidade Inovativa, moderadas pelas TICs, afetam a eficiência organizacional: a proposição de modelo

How the Knowledge Management and the Innovation Capability moderated by TIC affect the organization efficiency: the model proposition

Ernani Marques da Silva¹, Marcos Vinícius Cardoso²

¹ Universidade Nove de Julho (Mestrado e Doutorado em Informática e Gestão do Conhecimento)

Avenida Francisco Matarazzo, 612, Barra Funda – São Paulo (SP) - Brasil

² Universidade Nove de Julho (Mestrado e Doutorado em Informática e Gestão do Conhecimento)

Avenida Francisco Matarazzo, 612, Barra Funda – São Paulo (SP) - Brasil

ernani@athem.net.br, mvcardoso@uni9.pro.br

Resumo. *Esse artigo tem como objetivo compreender como a Gestão do Conhecimento e a Capacidade Inovativa, moderada pelas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), afetam a Eficiência organizacional. A cultura, estrutura e estratégia são aspectos de uma empresa possuem uma interpelação muito próxima. E esses aspectos precisam ser alterados para que o Conhecimento auxilie na busca de vantagens competitivas. A criação e compartilhamento do conhecimento contribuem para ampliar o desempenho e a inovação. A ampliação do foco na inovação é chave para a competitividade. E a inovação de produto é materializar conhecimento tecnológico em um novo produto ou melhoria de produto existente. Através de estudo de caso pode-se explorar como as TICs moderam o relacionamento Gestão do Conhecimento afetando a Capacidade de Inovação e esta, por sua vez, afetando a eficiência da empresa.*

Abstract. *This article aims to understand how the Knowledge Management and Innovative Capacity, moderated by Information and Communication Technologies (ICT) affect organizational efficiency. The culture, structure and strategy are aspects of a company have a very close interpellation. And these aspects need to be changed so that the knowledge assist in the search for competitive advantage. The creation and sharing of knowledge contribute to increase performance and innovation. Broadening the focus on innovation is key to competitiveness. And product innovation is to materialize technological knowledge in a new product or improving an existing product. Through case study can explore how ICT Sober knowledge management relationship affecting innovation capacity and this, in turn, affecting the company's efficiency.*

Palavras-chave Gestão do Conhecimento, Inovação, Eficiência Organizacional.

1. Introdução

O avanço constante da competição global, com a rápida integração das economias e o rompimento de fronteiras dos produtos, dos mercados e das preferências dos consumidores, tem forçado as empresas buscar cada vez mais a precisão na formulação de suas prioridades estratégicas e competitivas (Lucato et al., 2015). E com esse objetivo, é fundamental que a organização faça gestão eficaz do conhecimento, passando pela geração e manutenção de capacidade de inovação, para conseguir adaptar continuamente sua estratégia organizacional a um novo ambiente econômico e social.

Para tal, a capacidade de inovação e gestão eficaz do conhecimento têm se mostrado como elementos críticos para sustentar a estratégia ampla das organizações na sua busca por maior diferencial competitivo e eficiência organizacional (Wick e Leon, 1993) destacam que quanto mais uma empresa promove um ambiente em que os funcionários são capazes de aprender, amplia-se a probabilidade da empresa ser mais produtiva e rentável.

As empresas elaboram as respectivas estratégias para serem desenvolvidas, implementadas e acompanhadas por meio de sua estrutura organizacional. O nível de sucesso, ao se colocar o pensamento estratégico em ações, dependerá tanto da estrutura e da cultura da organização além da maneira com a qual a empresa gerencia o conhecimento e o transforma em capacidade de inovação. Tanto o gerenciamento do conhecimento, quanto a sua capacidade inovativa, poderá sofrer impactos positivos ou negativos da própria estrutura da empresa quanto de ferramentas de tecnologia de informação e conhecimento (TIC), além de impactos do próprio pensamento estratégico. Afinal, é de fundamental importância que haja um ambiente propício para tal (Cardoso, 2013).

Os Recursos Organizacionais, considerados nesse artigo, foram limitados a Estratégia, Estrutura e Cultura da Firma. Sendo a Estratégia a forma como a empresa interage com o ambiente competitivo; a Estrutura a configuração estipulada para conduzir as de forma centralização ou descentralizada; e a Cultura os valores e crenças da empresa. Esses recursos demandam, usam, criam, ou formam outros recursos da firma como as tecnologias da informação e comunicação (TIC) o Conhecimento e a capacidade de criar e inovar.

A utilização eficaz das TICs e a gestão eficaz do conhecimento depende fortemente de outros componentes e é exatamente daí que surge o problema que a pesquisa visa responder é: qual a estrutura de um modelo de análise que leva em conta as características organizacionais (estrutura, cultura, estratégia), a gestão do conhecimento e a capacidade inovativas moderadas pelas TIC's no atingimento da eficiência organizacional?

2. Referencial Teórico

O referencial teórico abaixo permite a melhor contextualização dos termos utilizados no âmbito presente trabalho.

2.1. A Estratégia Organizacional

A Estratégia Organizacional se refere um plano da organização para interagir com o ambiente competitivo de forma a alcançar metas organizacionais (Daft, 1995). Estratégia organizacional tem sido um tema central na literatura e está intimamente relacionada ao desempenho organizacional (Govindarajan e Fisher, 1990; Manvondo, 1999; Rapert, Lynch e Suter, 1996; Smith, Guthrie e Chen 1986). A forma como a estratégia é elaborada (e implementada) poderá gerar influência, ou ser influenciada durante a implantação, pela estrutura organizacional. Uma estrutura descentralizada poderá ter dificuldades em consolidação de informações sobre a implementação tática das ações.

2.2. A Estrutura Organizacional

A Estrutura Organizacional indica uma configuração permanente de tarefas e atividades (Skivington e Daft, 1991). Centralização refere-se à medida em que o poder de decisão está concentrado nos mais altos níveis da organização (Caruana, Morris e Vella, 1998). A maior parte dos estudiosos concordaram que uma estrutura organizacional descentralizada é propícia para a eficácia organizacional (Schminke, Ambrose e Cropanzano, 2000).

Organizações estruturadas de maneira descentralizada promovem a comunicação (Burns e Stalker, 1961) e possibilita a satisfação e motivação dos colaboradores (Dewar e Werbel, 1979). A maneira com a qual a organização está estruturada, ajudará, dentre outros componentes, a moldar a cultura da empresa. Esta, por sua vez, poderá influenciar também nas próprias ações estratégicas sendo conduzidas como por exemplo o comprometimento com as ações sendo implementadas de maneira mais efetiva.

2.3. A Cultura Organizacional

A Cultura Organizacional está relacionada suposições, valores e normas compartilhadas (Schein, 1985). A cultura organizacional é uma fonte sustentável de vantagens competitivas (Barney, 1991). Algumas dimensões culturais da organização foram identificadas e validadas como habilitadoras para efetividade organizacional: adaptabilidade, consistência, envolvimento e missão. Há na literatura uma ligação indicações positivas da implicação da cultura organizacional à gestão do conhecimento. Já O'Reilly (1989) identificou um papel muito importante da cultura organizacional para facilitar a inovação. A cultura organizacional também pode ser compreendida como sendo o produto resultante um contínuo processo de aprendizagem construído de maneira social (Costa, 2012).

A utilização das ferramentas da organização é bastante impactada pela cultura. A qualidade das informações incluídas, por exemplo, em ferramentas de tecnologia da informação e comunicação está diretamente relacionada as atitudes das pessoas que as utilizam. As atitudes, em conjunto, ajudam também a compor a cultura da própria organização.

2.4. As Ferramentas de Tecnologia da Informação e Comunicação

Ferramentas de tecnologia da informação e comunicação (TIC) são “ferramentas e processos para distribuir, armazenar e recuperar informações úteis às várias áreas da

empresa, tais como hardware (conjunto de dispositivos), software (conjunto de programas ou aplicativos), banco de dados (conjunto organizado de registros que armazenam dados e associações entre eles), redes (sistema de conectividade) e comunicações (sistema de envio e recebimento de mensagens)” (Turban, 2003). As TIC's são componentes importantes para a gestão do conhecimento eficaz, podendo facilitar armazenamento, combinações, análises e disseminação do conhecimento produzido ao longo do tempo pela empresa.

2.5. A Gestão do Conhecimento

Gestão do Conhecimento é um processo sistemático e integradora de coordenar toda a organização em busca de grandes objetivos organizacionais (Rastogi, 2000). O Conhecimento organizacional precisa ser gerenciado de maneira eficaz (Davenport e Prusak, 1998), afinal, o elemento escasso, que até então era os recursos financeiros, passou a ser o conhecimento. Os estudiosos em geral concordam que as práticas de gestão do conhecimento precisam se encaixar com o contexto organizacional, a fim de criar uma vantagem competitiva (Davenport e Prusak, 1998). A ligação entre a gestão do conhecimento e desempenho nível organizacional não foi suficientemente estabelecida. Apesar crenças na contribuição da gestão do conhecimento para a eficácia organizacional, medir a gestão do conhecimento é tarefa não trivial. E a relação entre os processos de gestão do conhecimento e eficácia organizacional não foi estudada adequadamente (Davenport e Prusak, 1998), Shin (2004).

As TIC's e as práticas de gestão do conhecimento buscam capacitar a empresa a ser eficaz na consecução de seus objetivos, agregando valor aos produtos e serviços ofertados aos clientes e capacitando-a assim a enfrentar a concorrência (Gaspar, 2010).

2.6. Capacidade Inovativa

A capacidade de inovação tem como objetivo o desenvolvimento de conceitos, e também identificar as capacidades que são necessárias de forma que possibilite e capacite a organização para o inovar (Guan e Ma, 2003; Forsman, 2011; Alves et al, 2011). Há diversos tipos de capacidades organizacionais como por exemplo capacidade de desenvolvimento tecnológico, capacidade operacional, capacidade administrativa e gerencial e capacidade de transacionar (Zawislak et al., 2012). Ainda conforme Zawislak et al (2012), para ser inovativa, ao menos uma das capacidades precisa preponderar.

A capacidade de inovação relaciona-se ao grau de conhecimento, habilidades e atitudes dos respectivos colaboradores (Länsisalmi, Mika e Marko, 2004); e também à capacidade ao crescimento da organização ao longo prazo (Yang, 2012). E a inovação é definida pela geração de sucesso, desenvolvimento e implementação de novas e inovadoras ideias, que introduzem novos produtos, processos e / ou estratégias a uma empresa ou aumenta atual produtos, processos e / ou estratégias que conduzam ao sucesso comercial e uma possível liderança de mercado e criação de valor para as partes interessadas, impulsionando o crescimento econômico e melhorar os padrões de vida (Katz, 2006).

2.7. Eficiência Organizacional

O desempenho da organização pode ser considerado como sendo o processo através do qual a empresa mensura a eficiência e a eficácia das ações (Neely, 1995). O ato de controlar e quantificar o desempenho auxilia na criação de subsídios que vão auxiliar o processo de tomada de decisão, que possibilitará, também, executar o ato de projetar e interpretar os cenários futuros permitindo ampliar a eficiência e a competitividade corporativa (Natal, 2005).

Pindyck e Rubinfeld (1994) destacam a importância da eficiência como otimização de recursos, e diminuição de desperdícios, através da melhor utilização dos recursos para atender às necessidades e os desejos de partes interessadas e organizações. A eficiência é a melhor combinação possível dos insumos e métodos necessários durante o processo de produção, de modo que seja gerado o máximo nível de produtos (Peña, 2008). De fato a eficiência organizacional é o grau com o qual uma empresa realiza seus objetivos e metas (Daft, 1995). Lee e Choi (2003) consideram a eficiência organizacional como o grau de percepção dos membros da empresa para o sucesso global, participação de mercado, rentabilidade, taxa de crescimento e inovatividade da organização em comparação aos principais concorrentes.

3. A Relação dos Recursos Corporativos (o inter-relacionamento)

A figura 1 apresenta um esquema, simplificado, de como alguns recursos da corporação, foco desse artigo, podem se relacionar até gerar alguma influência à eficiência organizacional.

Os recursos organizacionais definem a utilização das TICs. Assim, de acordo com as necessidades da empresa, a implementação das TICs poderá ser otimizada em prol das necessidades da mesma; e a empresa fará uso de acordo com tais necessidades e conforme uma cultura estabelecida (P1). Estrutura Organizacional descentralizada pode gerar eficiência organizacional, porém estruturada dessa maneira pode acarretar algum prejuízo à Gestão do Conhecimento eficiente (proposição P4). Da mesma forma, a Estratégia Organizacional, quando pensada e planejada de modo a tirar proveito do conhecimento organizacional, influenciará positivamente na Gestão do Conhecimento Organizacional (proposição P4).

A Cultura Organizacional, da maneira análoga, poderá influenciar como a Gestão do Conhecimento é tratada de forma eficiente dentro da organização ou não. Muitas organizações não se preocupam, ou acreditam que se preocupam, com o conhecimento criado dentro da organização. Todavia, se não houver uma cultura que incentive e promova a Gestão eficaz do Conhecimento, o mesmo poderá ficar centralizado na memória dos colaboradores de maneira individual (proposição P4).

Esses elementos corporativos, por sua vez, também poderão gerar influência nas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), como por exemplo uma estrutura organizacional descentralizada pode demandar maiores recursos de TIC, por outro lado poderá usar de maneira ineficiente as TICs consideradas não estratégicas ao departamento. Há organizações que, ao efetuar o respectivo planejamento estratégico, desconsideram as necessidades relacionadas à TIC ou falham ao dar direcionamento estratégico à TI o que representará falhas à Governança da Tecnologia de Informação. Já

em relação à Cultura Organizacional, a mesma pode influenciar o como as TIC's são bem utilizadas, o compartilhamento é efetuado, a sobrecarga de informação é administrada e significados múltiplos são reduzidos.

As TICs também exercem um papel fundamental na Gestão do Conhecimento, possibilitando que o conhecimento seja capturado, utilizado, trocado, acumulado e compartilhado (proposição P2). As TICs como ferramentas que possibilitem a coleta, organização, classificação a combinação de informações melhorando a capacidade de inovação da Organização (proposição P3). Essa possibilidade é bastante utilizada através das ferramentas de mineração de dados. Já a Eficiência Organizacional também se beneficia das TICs como por exemplo processos mais rápidos, enxutos, fluxos inteligentes e agilidade em processos de tomadas de decisão.

A Gestão eficaz do conhecimento pode alavancar a capacidade inovativa da corporação (proposição P5) ao auxiliar em processos de coleta, organização, classificação, conexão e disponibilização do conhecimento adquirido em prol de estímulos focados à inovação, podendo ser inovação para lançamento de novos produtos, melhoria de produtos existentes, identificação de oportunidades, necessidades de clientes, novos mercados, etc. Também, poderá auxiliar na eficiência organizacional em processos de tomada de decisão, lições aprendidas, estratégias mal implementadas, modificação de modus operandi, etc.

A Capacidade de Inovação também possui uma ligação direta à Eficiência Organização (proposição P6) ao auxiliar na implementação de mudanças organizacionais relacionadas à diversos possíveis aspectos, como por exemplo: novos produtos, novas linhas de produtos, novos processos produtivos, novas parcerias, novos mercados, aplicação de novas tecnologias, alterações em produtos e serviços existentes, etc.

Estas conexões foram apenas para ilustrar uma gama mais ampla de possibilidades de inter-relacionamento possível, todavia há ligações diretas orientadas exatamente pela Eficiência Organizacional; como por exemplo uma organização que possui uma eficiência aquém do esperado e, por conta disso, resolve efetuar melhoria nesse aspecto. Esse direcionamento poderá contribuir para alterações na própria estrutura organizacional, na estratégia e a própria cultura incubada na organização. Modificações essas que podem influenciar diretamente na arquitetura das TIC's de maneira que possam impactar, positivamente, ampliando a Gestão do Conhecimento e Capacidade de Inovação de forma que a eficiência corporativa possibilite melhorias importantes para a competitividade no mercado.

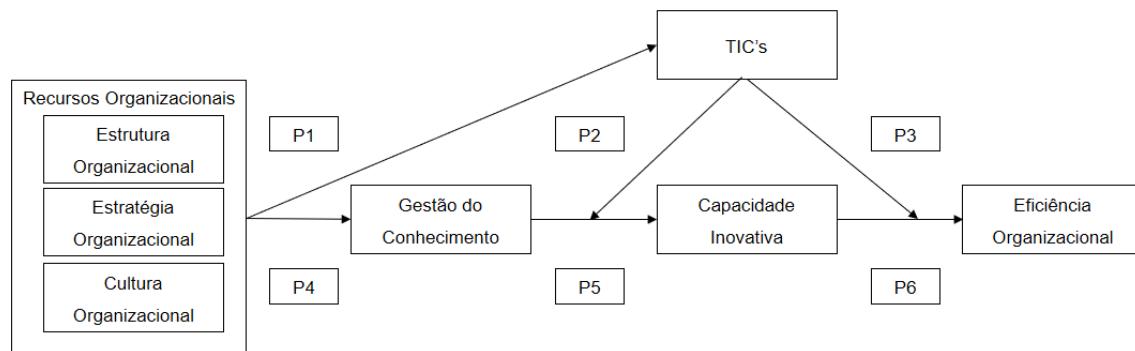


Figura 1. Ligação entre recursos Organizacionais e Eficiência Organizacional

4. Considerações Finais

O Framework proposto busca vincular os efeitos das decisões sobre os recursos organizacionais sobre a eficiência da organização, quando essa utilizasse de gestão do conhecimento para ampliar sua capacidade inovativa. Para que se atinja melhores resultados neste processo é imprescindível a utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação que permitam o melhor desenvolvimento destas atividades. O modelo deve passar por uma fase de validação qualitativa com gestores para um melhor entendimento destas relações. Podendo haver na sua aplicação melhoria na eficiência e definição dos recursos de TI.

Referências

- Barney, J.B. (1991) "Firm resources and sustained competitive advantage." *Journal of Management*, Houston, v. 17, n.1, p. 99–120.
- Burns T; Stalker M. (1961) "The management of innovation." London: Tavistock Publications.
- Caruana, A., Morris, M.H., e Vella, A.J. (1998) "The effect of centralization and formalization on entrepreneurship in export firms." *Journal of Small Business Management*, v. 36, n. 1, p. 16.
- Cardoso, M. V. (2013). "A proposição de um modelo de análise para a indústria criativa de videogames no Brasil". Tese doutorado. Universidade de São Paulo.
- Costa, R.M. et al. (2012) "Ambiente Interno Para Inovação Em Uma Empresa De E-Commerce", *revista de administração e inovação*, v. 9, n. 2, p. 05-31.
- Daft, R.L. (1995) "Organization theory and design". St. Paul: West Publishing.
- Davenport, T.H., e Prusak, L. (1998) "Working knowledge: How organizations manage what they know." Harvard Business Press.
- Dewar, R. e Werbel J. (1979) "Universalistic and contingency predictions of employee satisfaction and conflict." *Administrative science quarterly*, p. 426-448.
- Gaspar, M. A. (2010). "Gestão do conhecimento em empresas atuantes na indústria de software no Brasil: um estudo das práticas e suas influências na eficácia empresarial." Tese doutorado. Universidade de São Paulo.
- Govindarajan, V. e Fisher, J. (1990) "Strategy, control systems, and resource sharing: Effects on business-unit performance.". *Academy of Management journal*, v. 33, n. 2, p. 259-285.
- Katz, B. (2007). The integration of project management processes with a methodology to manage a radical innovation project (Doctoral dissertation, Stellenbosch: University of Stellenbosch).
- Lee, H. e Choi, B. (2003) Knowledge Management Enablers, Processes, and Organizational Performance: An Integrative View and Empirical Examination, *Journal of Management Information Systems*, 20:1, p. 179-228.

- Lucato, W.C. e Vieira Junior, M. (2009) “Uma proposta conceitual para a medida do grau de competitividade de uma empresa.”. Revista Produção Online, v. 9, n. 1, p. 146-169.
- Lucato, W. C. et al. (2015) “Effective management of international technology transfer: insights from the Brazilian textile industry.”. Gestão & Produção, v. 22, n. 1, p. 213.
- Manvondo, Felix T. (1999) “Environment and strategy as antecedents for marketing effectiveness and organizational performance.”, Journal of strategic marketing, v. 7, n. 4, p. 237-250.
- Natal, A. C. (2005), Medição de Desempenho Logístico: Práticas das grandes empresas no Brasil. Dissertação de mestrado em Administração, COPPEAD-UFRJ, Rio de Janeiro.
- Neely, A., Gregory, M., & Platts, K., (1995) Performance measurement system design: A literature review and research agenda. International Journal of Operations and Production Management, 15(4), 80-116
- O'Reilly, C. (1989) “Corporations, culture, and commitment: Motivation and social control in organizations.” California Management Review, v. 31, n. 4, p. 9-25.
- Pindyck, R. S e Rubinfeld, D. L. (1994) Microeconomia: teoria microeconômica. Makron Books, São Paulo.
- Rapert, M.I., Lynch, D. e Suter, T. (1996) “Enhancing functional and organizational performance via strategic consensus and commitment.” Journal of Strategic Marketing, v. 4, n. 4, p. 193-205.
- Rastogi, P. N. (2000) “Knowledge management and intellectual capital—the new virtuous reality of competitiveness.” Human systems management, v. 19, n. 1, p. 48.
- Schein, E.H. (1985) “Organizational culture and leadership: A dynamic view, Human Resource Management”, v. 24, n. 3, p. 370-375.
- Shin, M. (2004) “A framework for evaluating economics of knowledge management systems.” Information & management, v. 42, n. 1, p. 179-196.
- Schminke, M., Ambrose, M.L. e Cropanzano, R.S. (2000) “The effect of organizational structure on perceptions of procedural fairness.” Journal of Applied Psychology, v. 85, n. 2, p. 294.
- Skivington, J.E. e Daft, R.L. (1991) “A study of organizational framework and process modalities for the implementation of business-level strategic decisions.” Journal of Management Studies, v. 28, n. 1, p. 45-68.
- Smith, K.G., Guthrie, J.P., e Chen, M. (1986) “Miles and Snow's Typology of Strategy, Organizational Size and Organizational Performance”. In: Academy of Management proceedings. Academy of Management, p. 45-49.
- Turban, E. (2003) “Administração de tecnologia da informação.” Rio de Janeiro. Campus.
- Zawislak, P. A., Cherubini Alves, A., Tello-Gamarra, J., Barbeaux, D., & Reichert, F. M. (2012). Innovation capability: from technology development to transaction capability. Journal of technology management & innovation, 7(2), 14-27.

Um processo de Gestão do Conhecimento do Cliente com apoio de ferramentas da Web 2.0

Proposal of a process of Customer Knowledge Management with the support of Web 2.0 tools

Huoston Rodrigues Batista¹, Dr. Marcos Vinicius Cardoso²

¹ Uninove (Programa de Pós-Graduação em Informática e Gestão do Conhecimento)

Av. Francisco Matarazzo 612, Bloco A, São Paulo, SP – Brasil

² Uninove (Programa de Pós-Graduação em Informática e Gestão do Conhecimento)

Av. Francisco Matarazzo 612, Bloco A, São Paulo, SP – Brasil

3

huoston@uni9.pro.br, mvcardoso@uni9.pro.br

Resumo. O objetivo deste trabalho é apresentar o estágio atual de desenvolvimento de uma proposta de framework para gestão do conhecimento do cliente que possa ser aplicada em Micro e Pequenas Empresas (MPE) com o intuito de capturar, tratar e aplicar o conhecimento proveniente do cliente com a utilização de técnicas de engajamento, afim de melhorar produtos e/ou serviços com apoio de ferramentas da Web 2.0. A utilização do Engajamento configura uma abordagem inovadora, já que sua aplicação para a Gestão do Conhecimento é escassa na literatura, mas seu potencial como fator-chave para viabilizar a captura do cliente em diversos momentos é interessante. A contribuição deste trabalho reside na relação entre o Engajamento do Consumidor e a Gestão do Conhecimento, relação da qual poderá se obter, além da validação do processo, um pressuposto para permitir com que as PMEs possam utilizar de forma mais racional as ferramentas da Web 2.0.

Abstract. The aim of this work is to present the current stage of development of a framework proposal for Customer Knowledge Management that can be applied in Micro and Small Enterprises (SMEs) with the purpose of capture, process and apply the obtained knowledge of the customer applying engagement techniques in order to improve products and/or services with the support of Web 2.0 tools. The use of Engagement techniques represents an innovative approach, since its application for knowledge management is scarce in the literature, but the potential as a key factor to stimulate the customer at various moments is interesting. The contribution of this work resides in the relationship between the Customer Engagement and Knowledge Management, resulting not only in the validation of the process, but also on a model to allow SMEs can use more rationally Web 2.0 tools.

Áreas temáticas. Gestão do Conhecimento, Gestão do Conhecimento do Cliente, Web 2.0, Engajamento do Cliente.

1. Introdução

A Gestão do Conhecimento tem atraído muita atenção por parte do mercado e da academia nas últimas décadas. Este processo é muito importante em Micro e Pequenas Empresas (PMEs), tipo de negócios que muitas vezes não possuem um gerenciamento das áreas dos seus negócios e não investem em ferramentas administrativas ou até mesmo de relacionamento com seus clientes. Segundo dados do SEBRAE, as Micro e Pequenas Empresas (PME) já são as principais geradoras de riqueza no comércio no Brasil, respondendo por 27% do PIB brasileiro (53,4% do PIB deste setor), 52% dos empregos com carteira assinada e 40% dos salários pagos (Sebrae, 2014). Os dados são relevantes e justificam a preocupação com o potencial e a saúde deste importante setor da economia e seu principal ativo: o cliente.

O conhecimento proveniente do cliente pode suportar o desenvolvimento de novos produtos, facilitar a identificação de oportunidades de mercados, aumentar a duração e qualidade do relacionamento entre o cliente e a marca e trazer benefícios para ambos. Com o intuito de estimular o consumidor a ceder conhecimento em diversos momentos do processo, este trabalho propõe a aplicação de técnicas de engajamento do consumidor, mais especificamente o envolvimento cognitivo, envolvimento comportamental e envolvimento emocional do consumidor. Para capturar, filtrar e armazenar, pretende-se utilizar o apoio de ferramentas da Web 2.0, tais como redes sociais e outras ferramentas que priorizem a interatividade com o usuário.

O objetivo deste trabalho é propor um framework que possa ser aplicado em PMEs para gerir o conhecimento do cliente com o intuito de capturar, tratar e aplicar tal conhecimento visando a melhoria de produtos ou serviços de Micro e Pequenas Empresas.

2. Referencial teórico

2.1. Gestão de conhecimento

Conhecimento pode ser definido como o processo de transformação de dados em informação e informação em conhecimento (Davenport & Prusak, 2000). A Gestão do Conhecimento (GC) pode ser compreendida como um processo de apoio. Devido ao caráter universal do conhecimento, a princípio, qualquer processo de negócio pode ser transformado em um "processo de Gestão do Conhecimento", envolvendo etapas tais como a criação, disseminação e aplicação do conhecimento (Gebert, Geib, Kolbe, & Brenner, 2003). A Gestão do Conhecimento focada no cliente é usada, sobretudo, para aumentar a receita, reduzir riscos potenciais e evitar a produção de produtos que não correspondem às necessidades dos clientes, além de seu potencial para melhoria de serviços prestados pela empresa a seus clientes. Ela contribui para ampliar a compreensão mútua entre empresa e clientes.

Os processos de Gestão do Conhecimento do Cliente (GCC), que incluem a aquisição, análise e aplicação de conhecimento do cliente, podem ajudar as organizações a capturar, analisar, compartilhar e aplicar conhecimento proveniente do cliente (Lin, Su, & Chien, 2006). Através destes processos, as empresas são capazes de transformar dados em informação e informação em conhecimento útil e aplicável a seus modelos de negócios, desenvolvendo assim, competências de gestão do conhecimento orientadas a seus clientes (Campbell, 2003).

2.2. Gestão de conhecimento do cliente (GCC)

Nos últimos anos, o conhecimento do cliente teve seu valor reconhecido por estudiosos enquanto disciplina e, além disso, como fonte estratégica fundamental para o sucesso de qualquer empresa (Rowley, 2002; Campbell, 2003; Rollins & Halinen, 2005), seja com o intuito de proporcionar inovação, facilitar a abertura de novos mercados e oportunidades de negócios ou suportar o gerenciamento de longo prazo com os clientes (Darroch & McNaughton, 2003). A gestão do conhecimento pressupõe a captura eficaz, compartilhamento e difusão do conhecimento no âmbito das organizações.

Ativos de conhecimento são elemento importante de criação de valor para uma empresa, e podem ser constituídos de informações do cliente a respeito dos produtos, mercado e fornecedores ou até mesmo suas inclinações pessoais sobre um produto em desenvolvimento (Rowley, 2002). Para o propósito deste trabalho, três estratégias de GCC utilizadas pelas organizações utilizam para gerenciar o conhecimento do cliente são consideradas: (1) gestão de conhecimento para os clientes (Taylor & Baker, 1994; Horovitz, 2000; Davenport & Klahr, 1998; García-Murillo & Annabi, 2002), (2) gestão do conhecimento dos clientes (García-Murillo & Annabi, 2002; Salomann, Dous, Kolbe, & Brenner, 2005; Zanjani, Rouzbehani, & Dabbagh, 2008; Thomke & Hippel, 2002; Tidd, Bessant, & Pavitt, 2005; Sigala, 2012; Bulearca & Bulearca, 2010), e (3) gestão do conhecimento sobre os clientes (Davenport, Harris, & Kohli, 2001; Gebert et al., 2003; Salomann et al., 2005).

2.3. Engajamento do cliente

Brodie, Hollebeek, Juric, & Ilic (2011) definem o engajamento do cliente como um estado psicológico, alcançado a partir de experiências e interações dos clientes com um agente ou objeto focal (como uma marca ou produto, por exemplo) com processos que possuem características dinâmicas, com base no valor gerado a partir de uma cocriação, e cuja perspectiva é multidimensional (cognição, emoção e comportamento). Hollebeek (2011) afirma que engajamento tem a ver com o nível de motivação individual relacionada à marca e que, por sua vez, é sensível ao estado de espírito do indivíduo.

Para os propósitos deste trabalho, pretende-se conceituar o engajamento do cliente como um processo de quatro etapas: absorção (envolvimento cognitivo) (L. Hollebeek, 2011; Roderick J. Brodie, Ilic, Juric, & Hollebeek, 2013), participação (envolvimento comportamental) (Kumar et al., 2010; Vivek, Beatty, & Morgan, 2012), compartilhamento de emoções (envolvimento emocional) (L. D. Hollebeek, 2011; Vivek, 2009) e, finalmente, a construção de relacionamentos (engajamento social) (Roderick J. Brodie et al., 2013; L. D. Hollebeek, Glynn, & Brodie, 2014). Com o objetivo de capturar, tratar e filtrar o conhecimento proveniente do cliente, propõe-se a aplicação de ferramentas que permitam a interação do usuário, tais como as mídias sociais, conhecidas como Web 2.0, e conceituadas a seguir.

2.4. Tecnologias da Web 2.0

As tecnologias da Web 2.0 proporcionam formas dinâmicas de interação entre pessoas e negócios (O'reilly, 2005). O termo Web 2.0 possui relação direta com as expressões “ler e escrever”, “criar e compartilhar”, “curtir e comentar”, “criação de conteúdo pelo usuário”, e muitos outros termos que representam o nível de interação que esta tecnologia proporciona (O'reilly, 2007). Todos estes termos só são possíveis e

aplicáveis graças à característica principal da Web 2.0, que permite com que as pessoas interajam de formas nunca antes imagináveis com conteúdos e outras pessoas, proporcionando com que colaborem, se comuniquem e produzam conteúdo, ao invés de simplesmente consumi-lo (Newman, Chang, Walters, & Wills, 2016).

Harrison & Barthel (2009) denotam que o que há de mais genuíno sobre o fenômeno da Web 2.0 tem a ver com a propensão dos usuários em construir conteúdos e compartilhá-los nos mais variados ambientes da web. O comportamento dos usuários com relação ao conteúdo representa uma verdadeira revolução, na qual os usuários passam a envolver-se no processo criativo através da produção e distribuição de conteúdos por meio de aplicações da Web 2.0 (Thackeray, Neiger, Hanson, & McKenzie, 2008).

Esta nova perspectiva corrobora as ideias de Tapscott & Williams (2008), que argumentam que a nova Web é participativa e envolve pessoas socializando, criando e compartilhando conteúdos, ao invés de apenas receberem informações de forma estática, como ocorria até então. Além disso, vemos em (O’reilly, 2007) a defesa da posição crítica que as tecnologias da Web 2.0 desempenham na criação de aplicações que suportam e a interação com os usuários e estimulam a criação e compartilhamento de informações e conhecimentos.

3. Desenvolvimento do Framework

O objetivo deste trabalho é apresentar o estágio atual de desenvolvimento de uma proposta de framework para gestão do conhecimento do cliente que possa ser aplicada em Micro e Pequenas Empresas (MPE) com o intuito de capturar, tratar e aplicar o conhecimento proveniente do cliente afim de melhorar produtos e/ou serviços. O framework é composto por quatro fases e envolve a aplicação de métodos de engajamento com apoio de ferramentas da Web 2.0 para estimular o compartilhamento, apoiar a coleta, o tratamento e a disseminação do conhecimento do cliente no âmbito da instituição., conforme indica a Figura 1.

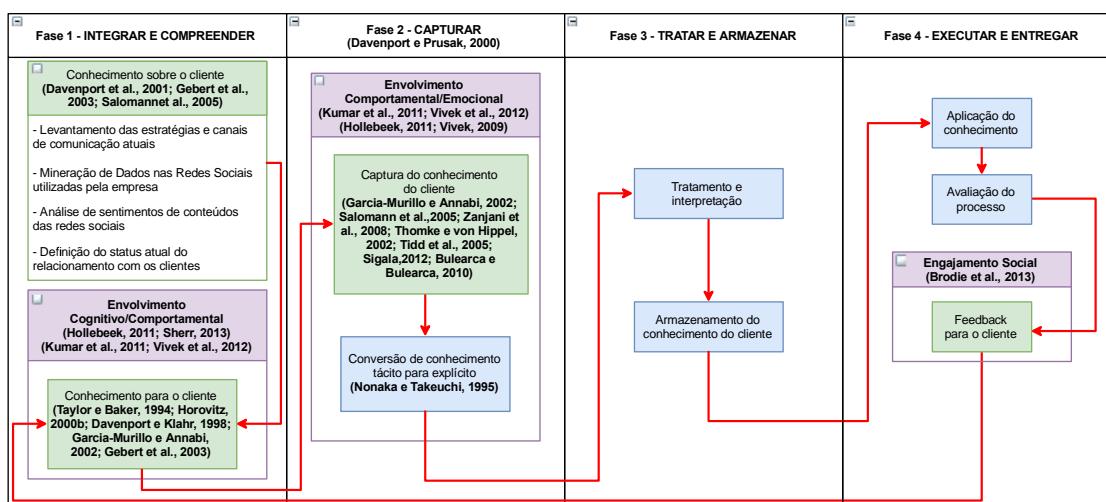


Figura 1. Framework para GCC com apoio de ferramentas da Web 2.0

A seguir, detalha-se cada uma das quatro fases do framework, bem como seus principais objetivos:

Integrar e Compreender: Nesta faze, propõe-se que sejam levantadas as estratégias de comunicação atualmente adotadas pela empresa, bem como a definição do status atual do relacionamento com o cliente. Para isto, propõe-se a aplicação de levantamentos de dados secundários, utilizando a mineração de opiniões e análise de sentimentos das redes sociais utilizadas como canais de comunicação com os clientes. Sugere-se que o papel do engajamento nesta fase seja cognitivo e comportamental, já que, neste momento, a ideia é prover o cliente de informações para que o mesmo possa formar uma opinião sobre a empresa, produto ou serviço.

Capturar: Nesta fase, propõe-se a captura do conhecimento do cliente de forma direta ou através de meios interativos através da web, com possível emprego de redes sociais para cumprir tal objetivo. Os usuários poderão ser convidados a participar através de seus perfis em redes sociais.

Tratar e Armazenar: O processo de gestão requer que o conhecimento seja devidamente tratado e armazenado, para que só então, seja difundido e aplicado. O tratamento pressupõe filtrar e selecionar o que é relevante e aplicável para a empresa.

Executar e Entregar: Esta é a fase onde o conhecimento que foi capturado, tratado e armazenado é aplicado para melhoria de produtos ou serviços. Consta nesta fase um processo chamado *Feedback para o Cliente*. Este processo visa dois aspectos: retroalimentar o cliente com conhecimento e informá-lo sobre como aquilo que foi capturado está sendo aplicado para a melhoria efetiva de produtos e serviços.

5. Considerações finais

Davenport & Prusak (2000) definem a GC como recurso fundamental e um componente do capital intelectual da organização, o que os levou a definir GC como a perspectiva integradora entre sistemas de informação e recursos humanos. A GCC pode trazer benefícios diretos como, por exemplo, a possibilidade de captura de conhecimento proveniente do cliente para posterior aplicação e melhoria de produtos e serviços, bem como benefícios secundários, mas não menos importantes, como a fidelização e aumento da lealdade dos clientes. A utilização do Engajamento configura uma abordagem inovadora, já que sua aplicação para a Gestão do Conhecimento é escassa na literatura, mas seu potencial como fator-chave para viabilizar a captura do cliente em diversos momentos é interessante. Este framework precisa ser avaliado e maturado antes de sua aplicação, mas a proposta tem potencial por ser pautada por técnicas e metodologias consagradas pela literatura científica.

Como próximos passos, sugere-se que o framework seja aplicado em Pequenas e Médias empresas, tendo como objetivo levantar os fatores que afetam positiva e negativamente sua aplicação. Do ponto de vista teórico, acredita-se que a contribuição deste trabalho reside na relação entre o Engajamento do Consumidor e a Gestão do Conhecimento, relação da qual poderá se obter, além da validação do processo, um pressuposto para permitir com que as PMEs possam utilizar de forma mais racional as ferramentas da Web 2.0, aumentando sua eficiência e, consequentemente, sua competitividade. Outro aspecto fundamental deste trabalho está no apelo pelo melhor

relacionamento entre as empresas e seus maiores ativos: os clientes. Sendo assim, pretende-se reforçar o uso das redes sociais como simples ferramentas de comunicação, mas também formas de explorar o conhecimento do consumidor.

Referências

- Brodie, R. J., Hollebeek, L. D., Juric, B., & Ilic, A. (2011). Customer Engagement: Conceptual Domain, Fundamental Propositions, and Implications for Research. *Journal of Service Research*, 14(3), 252–271. <https://doi.org/10.1177/1094670511411703>
- Brodie, R. J., Ilic, A., Juric, B., & Hollebeek, L. (2013). Consumer engagement in a virtual brand community: An exploratory analysis. *Journal of Business Research*, 66(1), 105–114. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2011.07.029>
- Bulearca, M., & Bulearca, S. (2010). Twitter: a viable marketing tool for SMEs? *Global business and management research*, 2(4), 296.
- Campbell, A. J. (2003). Creating customer knowledge competence: managing customer relationship management programs strategically. *Industrial marketing management*, 32(5), 375–383.
- Darroch, J., & McNaughton, R. (2003). Beyond market orientation: Knowledge management and the innovativeness of New Zealand firms. *European Journal of Marketing*, 37(3/4), 572–593. <https://doi.org/10.1108/03090560310459096>
- Davenport, T. H., Harris, J. G., & Kohli, A. K. (2001). How do they know their customers so well? *MIT Sloan Management Review*, 42(2), 63.
- Davenport, T. H., & Klahr, P. (1998). Managing Customer Support Knowledge. *California Management Review*, 40(3), 195–208. <https://doi.org/10.2307/41165950>
- Davenport, T. H., & Prusak, L. (2000). *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know* (2nd edition). Boston, Mass: Harvard Business Review Press.
- García-Murillo, M., & Annabi, H. (2002). Customer Knowledge Management. *The Journal of the Operational Research Society*, 53(8), 875–884. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2601365>
- Gebert, H., Geib, M., Kolbe, L., & Brenner, W. (2003). Knowledge-enabled customer relationship management: integrating customer relationship management and knowledge management concepts[1]. *Journal of Knowledge Management*, 7(5), 107–123. <https://doi.org/10.1108/13673270310505421>
- Harrison, T. M., & Barthel, B. (2009). Wielding new media in Web 2.0: exploring the history of engagement with the collaborative construction of media products. *New Media & Society*, 11(1–2), 155–178.
- Hollebeek, L. (2011). Exploring customer brand engagement: definition and themes. *Journal of Strategic Marketing*, 19(7), 555–573. <https://doi.org/10.1080/0965254X.2011.599493>
- Hollebeek, L. D. (2011). Demystifying customer brand engagement: Exploring the loyalty nexus. *Journal of Marketing Management*, 27(7–8), 785–807. <https://doi.org/10.1080/0267257X.2010.500132>

- Hollebeek, L. D., Glynn, M. S., & Brodie, R. J. (2014). Consumer Brand Engagement in Social Media: Conceptualization, Scale Development and Validation. *Journal of Interactive Marketing*, 28(2), 149–165. <https://doi.org/10.1016/j.intmar.2013.12.002>
- Horovitz, J. (2000). Information as a service to the customer. In *Competing with Information: A Manager's Guide to Creating Business Value with Information Content* (p. 35–53). Chichester, England: John Wiley & Sons. Recuperado de <http://www.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-0471899690.html>
- Kumar, V., Aksoy, L., Donkers, B., Venkatesan, R., Wiesel, T., & Tillmanns, S. (2010). Undervalued or Overvalued Customers: Capturing Total Customer Engagement Value. *Journal of Service Research*, 13(3), 297–310. <https://doi.org/10.1177/1094670510375602>
- Lin, Y., Su, H.-Y., & Chien, S. (2006). A knowledge-enabled procedure for customer relationship management. *Industrial Marketing Management*, 35(4), 446–456. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2005.04.002>
- Newman, R., Chang, V., Walters, R. J., & Wills, G. B. (2016). Web 2.0—The past and the future. *International Journal of Information Management*, 36(4), 591–598. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.03.010>
- O'reilly, T. (2005). What Is Web 2.0. Recuperado 5 de setembro de 2015, de <http://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html>
- O'reilly, T. (2007). What is Web 2.0: Design patterns and business models for the next generation of software. *Communications & strategies*, (1), 17.
- Rollins, M., & Halinen, A. (2005). Customer knowledge management competence: Towards a theoretical framework. In *Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences* (p. 240a–240a). IEEE. Recuperado de http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=1385729
- Rowley, J. (2002). Eight questions for customer knowledge management in e-business. *Journal of Knowledge Management*, 6(5), 500–511. <https://doi.org/10.1108/13673270210450441>
- Salomann, H., Dous, M., Kolbe, L., & Brenner, W. (2005). Rejuvenating Customer Management: How to Make Knowledge For, From and About Customers Work. *European Management Journal*, 23(4), 392–403. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2005.06.009>
- Sebrae. (2014). Participação das micro e pequenas empresas. Recuperado 20 de setembro de 2016, de <http://www.sebrae.com.br/>
- Sigala, M. (2012). Social networks and customer involvement in new service development (NSD): The case of www.mystarbucksidea.com. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 24(7), 966–990. <https://doi.org/10.1108/09596111211258874>
- Tapscott, D., & Williams, A. D. (2008). *Wikinomics: how mass collaboration changes everything*. New York: Portfolio. Recuperado de <http://www.myilibrary.com?id=866334>
- Taylor, S. A., & Baker, T. L. (1994). An Assessment of the Relationship Between Service Quality and Customer Satisfaction in the Formation of Consumers' Purchase Intentions. *Journal of Retailing*, 70(2), 163–178.

- Thackeray, R., Neiger, B. L., Hanson, C. L., & McKenzie, J. F. (2008). Enhancing Promotional Strategies Within Social Marketing Programs: Use of Web 2.0 Social Media. *Health Promotion Practice*, 9(4), 338–343. <https://doi.org/10.1177/1524839908325335>
- Thomke, S., & Hippel, E. von. (2002). Customers as Innovators: A New Way to Create Value. *Harvard Business Review*. Recuperado de <https://hbr.org/2002/04/customers-as-innovators-a-new-way-to-create-value>
- Tidd, J., Bessant, J. R., & Pavitt, K. (2005). *Managing innovation: integrating technological, market and organizational change* (3rd ed). Hoboken: Wiley.
- Vivek, S. D. (2009). *A scale of consumer engagement*. The University of Alabama TUSCALOOSA. Recuperado de http://acumen.lib.ua.edu/content/u0015/0000001/0000096/u0015_0000001_0000096.pdf
- Vivek, S. D., Beatty, S. E., & Morgan, R. M. (2012). Customer Engagement: Exploring Customer Relationships Beyond Purchase. *The Journal of Marketing Theory and Practice*, 20(2), 122–146. <https://doi.org/10.2753/MTP1069-6679200201>
- Zanjani, M. S., Rouzbehani, R., & Dabbagh, H. (2008). Proposing a conceptual model of customer knowledge management: a study of CKM tools in British dotcoms. *management*, 7(8), 19.

**ALGORITMOS DE TRATAMENTO DE CURVAS PARA
DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE GERADORES SÍNCRONOS
ATRAVÉS DO ENSAIO DE RESPOSTA EM FREQUÊNCIA
UTILIZANDO METODOLOGIA COM INVERSOR DE FREQUÊNCIA E
REDES NEURAIS**

**ALGORITHMS OF CURVES TREATMENT FOR PARAMETERS
DETERMINATION OF SYNCHRONOUS GENERATORS THROUGH
THE FREQUENCY RESPONSE TEST USING A FREQUENCY
INVERTER AND NEURAL NETWORKS**

Luiz H. D. Kornrumpf¹, Silvio I. Nabet²

¹ Universidade de São Paulo (PEA/Sistemas de potencia)
Av. Prof. Luciano Gualberto, 380, Butantã - São Paulo – SP - Brasil

¹ Universidade de São Paulo (PEA/Sistemas de potencia)
Av. Prof. Luciano Gualberto, 380, Butantã - São Paulo – SP - Brasil

luiz.kornrumpf@usp.br, nabeta@pea.usp.br

Resumo. O ensaio de resposta em frequência em geradores síncronos vem ganhando espaço nas últimas décadas, porém o alto custo dos equipamentos empregados para realização do ensaio ainda é um empecilho, tanto para fabricantes como para consumidores finais. Este trabalho tem por objetivo complementar trabalhos anteriores, através do uso de uma combinação de algoritmos de tratamento de dados, que tratam os resultados concebidos através dos ensaios, onde a proposta é a utilização de equipamentos de baixo custo.

Abstract. The frequency response test on synchronous generators is becoming more popular over recent decades but the high cost of the equipment employed in conducting the test is still a stumbling block for both manufacturers and end-consumers. This paper aims at complementing previous studies by using a combination of data processing algorithms that treat the results from the tests, where the proposal is the use of low-cost equipment

Máquinas síncronas, Máquinas elétricas, Ensaios elétricos, Redes neurais

1 Introdução

O Brasil possui uma matriz energética composta em sua grande maioria por hidro geradores, 61% da potência total instalada (BIG, 2016). Composto em sua grande maioria por máquinas síncronas, torna-se inegável a importância de tais máquinas para o país.

Decorridos mais de dois séculos dos princípios nos estudos de máquinas síncronas (Blondel, 1913) (Adkins, 1957), entre outros, é possível afirmar que esta tecnologia se encontra bem embasada e amplamente estudada. Com os avanços tecnológicos, capacidade e velocidade de processamento de dados, através das últimas décadas, é possível o desenvolvimento de modelos mais complexos, que representam a máquina elétrica com maior fidelidade. Ainda é possível que análises sejam realizadas em diversas situações de operação da máquina síncrona e assim melhorar e garantir sua estabilidade durante a operação, esta que é regulada por rigorosos contratos de fornecimento de energia.

Devido ao elevado custo, a prototipagem de máquinas de grande porte torna-se inviável, sendo que em muitos casos o protótipo torna-se o produto final. Por essa razão a simulação através de modelos que reproduzam com fidelidade o funcionamento da máquina síncrona é indispensável, tanto nas fases de projeto quanto na operação.

Por meio de ensaios consagrados, como curva de saturação em vazio e curto-círcuito trifásico abrupto, é possível a determinação de diversos parâmetros que são utilizados nos modelos equivalentes das máquinas síncronas. No entanto tais ensaios não são recomendados para máquinas síncronas com tempo de operação elevado devido ao estresse magnético provocado pelo ensaio, que pode propiciar risco a máquina síncrona.

Nesse cenário, os ensaios estáticos, como o ensaio de resposta em frequência, SSFRT (Standstill frequency response test), onde um sinal de baixa amplitude, com uma banda de frequência que varia na ordem de mili-Hertz até algumas centenas de Hertz (IEEE115, 2009) é aplicado a uma série de configurações dos enrolamentos de campo e armadura da máquina síncrona, que tem seu rotor posicionado segundo orientação do eixo que deseja-se realizar as medições e depois bloqueado para que mantenha a posição. Através dos resultados obtidos no ensaio é possível o desenvolvimento de modelos de ordem superior, mais detalhados, bem como a observação de diversas situações de operação da máquina síncrona.

Dessa forma neste trabalho é proposta uma metodologia de ajuste de curva para obtenção de parâmetros da máquina síncrona ensaiada com um arranjo de baixo custo (Souza, 2011).

Por não oferecer estresse magnético à máquina síncrona e ainda fornecer reatâncias, tanto no eixo direto, como no eixo em quadratura, tanto em regime permanente como nos regimes transitórios e subtransitórios, o ensaio estático de resposta em frequência é de fundamental interesse tanto para fabricantes de máquinas síncronas, quanto para proprietários de geradores síncronos.

2 Ensaios tradicionais

2.1 Ensaio de curto circuito trifásico brusco

O ensaio de curto circuito trifásico brusco é considerado um ensaio tradicional aplicado a geradores síncronos, para obtenção de parâmetros elétricos, seja em regime permanente, transitório ou subtransitório, porém somente é possível a obtenção de parâmetros relativos ao eixo direto do gerador síncrono.

Coloca-se o gerador em vazio, subexcitado e em velocidade síncrona (IEEE 115, 2009), então curto circuita-se as três fases do enrolamento de armadura simultaneamente e registra-se o comportamento das correntes de fase e através desse registro é possível a obtenção das reatâncias de eixo direto X_d , X'_d e X''_d .

As desvantagens desse tipo de ensaio são, o estresse eletromecânico ao qual o gerador síncrono é submetido e não ser possível a obtenção de parâmetros no eixo de quadratura.

2.2 2.1 Ensaio de rejeição de carga

Por meio do ensaio de rejeição de carga é possível a obtenção de parâmetros tanto no eixo direto quanto no eixo em quadratura, isto pode ser feito analisando o alinhamento do fluxo magnético entre estator e rotor no momento de realização do ensaio.

Para realização do ensaio o gerador deve estar conectado à rede fornecendo potência reativa, indutiva ou capacitativa. Então repentinamente desconecta-se o gerador e através da queda de tensão nos terminais e da corrente de campo, são obtidos X_d , X'_d , X''_d , T_d0 e T''_d0 para o eixo direto e X_q e X''_q para o eixo em quadratura. É costume realizar o ensaio com eixo arbitrário, monitorando o ângulo de carga e depois realizar a separação. As desvantagens desse ensaio estão na regulagem da tensão de excitação em níveis constantes e também o monitoramento do ângulo de carga.

3 Ensaio em Frequência

3.1 Ensaio de resposta em frequência com rotor em repouso

É um método no qual é possível estimar parâmetros do gerador síncrono, tanto no eixo direto como no eixo em quadratura. Com o rotor em repouso e travado, aplica-se sinal de baixa potência nos enrolamentos do gerador síncrono e os parâmetros são obtidos através de funções de transferência obtidas no ensaio, (Bortoni, 1998).

Um gerador de funções é utilizado para fornecer tensões alternadas com um range de frequência que varia de 0.001 Hz até 1000 Hz e através de um sistema de aquisição de dados são obtidos valores de tensão e corrente.

Os parâmetros do gerador síncrono são obtidos através de indutâncias operacionais $L_d(s)$ e $L_q(s)$. Após o ensaio é necessário a utilização de algoritmos de aproximação de curva para igualar as constantes de tempo com os valores obtidos do ensaio.

3.2 Ensaio de resposta em frequência em tempo real

No ensaio de resposta em frequência em tempo real o gerador síncrono é colocado em operação com valores nominais, com alta impedância o que garante a estabilidade do sistema. Aplicam-se então sinais senoidais à excitação do gerador e diversos parâmetros são monitorados. Através de parâmetros calculados do gerador e técnicas de minimização de diferenças os parâmetros do modelo são obtidos.

3.3 Impedâncias operacionais

Por meio das impedâncias operacionais é possível representar o gerador síncrono de maneira alternativa, evitando assim relacionar grandezas rotóricas como correntes de campo e amortecimento. (Concordia, 1951)

Por meio do desenvolvimento matemático utilizando a teoria do dublo-eixo chega-se as seguintes equações:

$$\Psi_d = G(s)e_{fd} - L_d(s)i_d \quad (1)$$

$$\Psi_q = -L_q(s)i_q \quad (2)$$

$G(s)$, $L_d(s)$ e $L_q(s)$, representam funções de transferência.

$$L_d(s) = \frac{\psi_d}{i_d} \Big|_{efd=0} \quad (3)$$

$$L_q(s) = \frac{\psi_q}{i_q} \quad (4)$$

$$G(s) = \frac{\psi_d}{e_{fd}} \Big|_{id=0} \quad (5)$$

Porém devido a necessidade do fluxo concatenado essa formulação não é muito aplicável, então funções de transferência adicionais e impedâncias operacionais são necessárias (IEEE 115, 2009):

$$Z_d(s) = R + sL_d(s) = \frac{e_d}{i_d} \Big|_{efd=0} \quad (6)$$

$$Z_q(s) = R + sL_q(s) = -\frac{e_q}{i_q} \quad (7)$$

$$G(s) = \frac{e_d}{se_{fd}} \Big|_{id=0} \quad (8)$$

$$sG(s) = \frac{i_{fd}}{i_d} \Big|_{efd=0} \quad (9)$$

$$Z_{afo} = \frac{e_{fd}}{i_d} \Big|_{ifd=0} \quad (10)$$

$$Z_{fao} = \frac{e_d}{i_{fd}} \Big|_{id=0} \quad (11)$$

Agora tem-se relações que são dependentes de grandezas que podem ser medidas nos enrolamentos de armadura e campo. As impedâncias operacionais de eixo direto e de quadratura agora dependem de suas tensões e correntes e função da frequência.

$$L_d(s) = \frac{(1 + T'_d s)(1 + T''_d s)}{(1 + T'_{d0} s)(1 + T''_{d0} s)} L_d \quad (12)$$

$$L_q(s) = \frac{(1 + T''_q s)}{(1 + T''_{q0} s)} L_q \quad (13)$$

$$G(s) = \frac{(1 + T_{kd} s)}{(1 + T'_{d0} s)(1 + T''_{d0} s)} \frac{L_{ad}}{R_{fd}} \quad (14)$$

Então é possível trabalhar os polos e zeros da função relacionando os ao diagrama abaixo. (Adkins, 1957)

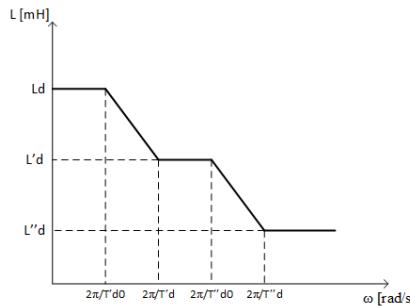


Figura 1. Diagrama de Bode para $L_d(s)$

Do diagrama (figura 1.) é possível extrair os valores de L_d em baixas frequências no primeiro patamar, os valores de $L'd$ em frequências médias no patamar intermediário e os valores de $L''d$ em frequências altas no terceiro e último patamar.

4 Metodologia experimental

Para o experimento foi utilizado um inversor de frequência de uso comercial em substituição ao gerador de frequências visando a redução de custos no ensaio. Um filtro passa-baixa foi implementado no circuito para redução de harmônicos devido ao uso do inversor e para aquisição de dados, foram utilizados equipamentos comuns de laboratório. (Souza, 2011)

O Gerador síncrono ensaiado tem potência de 2 kVA, $n_n = 1800$ rpm, $f = 60$ Hz conectada em duplo-estrela com tensão e corrente nominais nessa configuração: 230 V e 5 A.

4.1 Resultados do ensaio

Foram obtidos um total de 35 pontos de medição, frequência, tensão e correntes. Com os valores de tensão e corrente é possível obter-se a impedância da armadura.

$$Z_{arm} = \frac{V_{arm}}{I_{arm}} \quad (15)$$

Para a impedância de eixo direta é necessário considerar apenas uma bobina do enrolamento, então:

$$Z_d = \frac{Z_{arm}}{2} \quad (16)$$

Considerando a resistência do enrolamento sem variação de temperatura durante a realização do ensaio e, portanto, sem alteração em seu valor, é possível a determinação da reatância de eixo direto por:

$$X_d = \sqrt{Z_d^2 - R_d^2} \quad (17)$$

A indutância é definida por:

$$L_d = \frac{X_d}{\omega} \quad (18)$$

Por uma limitação do inversor de frequência, o range de frequências adotado no ensaio vai de 0.7 Hz até 120 Hz.

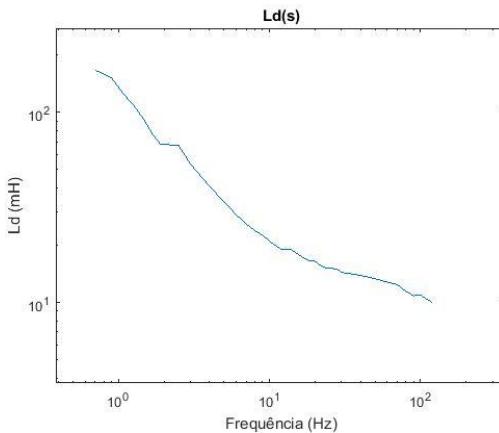


Figura 2. Resultado ensaio poucos pontos

Ao comparar-se a figura 2 com o diagrama de bode da figura 1, não é possível definir os patamares para identificação dos parâmetros. Faz-se necessário a utilização de um algoritmo de ajuste de curva para a identificação dos parâmetros.

4.2 Algoritmo de ajuste de curva

Desenvolveu-se um algoritmo utilizando redes neurais com a finalidade de, dentro do intervalo de dados, aumentar o número de pontos produzidos pelo ensaio, visando uma melhor convergência na comparação com a curva modelo gerada pela equação 12.

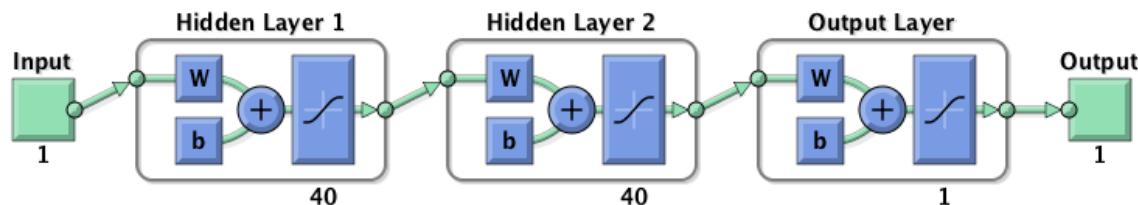


Figura 3. Diagrama da rede neural utilizada

Essa rede neural foi estruturada da seguinte forma conforme figura 3, composta de 1 camada de entrada, composta com 1 neurônio. Uma primeira camada intermediária, composta de 40 neurônios. Uma segunda camada intermediária, composta também por 40 neurônios e 1 camada de saída composta por um único neurônio. Sendo as variáveis do problema atribuídas a rede conforme tabela 1.

Tabela 1. Definição de entradas e saídas da rede neural.

Entrada	Saída
Frequência	Ld (indutância operacional de eixo direto)

O tipo de rede utilizada foi a *feed-forward backpropagation* (Nunes, 2011) (Haykin, 2001) e a função de treinamento foi a *Gradient descent with momentum and adaptive*

learning rate backpropagation. Utilizando o software Matlab® a rede foi treinada com um conjunto de dados equivalente a 88% da base de dados. Ao término de cada treinamento a rede era simulada com os dados de entrada dos 12% de dados restantes da base de dados, e a saída da rede neural (L_d) era comparada com o valor de L_d obtido no ensaio pertencente aos 12% da massa de dados restante. Esse processo foi repetido até que o erro entre os dados fornecidos pela rede treinada e os 12% da massa de dados atingisse valor inferior a 2%. Após o processo de treinamento, novos pontos de frequência foram gerados aleatoriamente. Estes pontos serviram como novos pontos de entrada da rede.

Foi desenvolvida uma rotina em Matlab® que compara os valores gerados pela rede neural com os valores provenientes da equação 12, calculando o erro quadrático entre eles, através do somatório de todos os erros quadráticos utilizou-se então um algoritmo de otimização utilizando algoritmo genético que tem por função a otimização desse erro, alterando os parâmetros $T'd$, $T''d$, $T'd0$, $T''d0$ presentes na equação 12.

Com o objetivo de avaliar o treinamento da rede neural, foi retirada uma amostra aleatória do conjunto de dados originais, essa amostra não participou do treinamento e através dessa amostra mediu-se o erro entre os dados gerados pela rede neural e os dados que foram deixados de fora do treinamento. Treinou-se a rede até que estes erros fossem reduzidos, em valores absolutos à 0,5 p.u.

Após o treinamento da rede foi gerado um novo conjunto de dados, esse maior que o original, porém dentro do mesmo intervalo do conjunto original.

5 Testes e Resultados

Por meio do processo de otimização, utilizando o algoritmo genético e o controle de erro são apresentados os seguintes resultados e a comparação com os valores obtidos em ensaios tradicionais.

Tabela 2. Ensaios tradicionais x Ensaio em frequência com algoritmo de ajuste de curva.

Método	$T'd0(s)$	$T'd(s)$	$T''d0(s)$	$T''d(s)$
Ensaio de Curto-Círculo Trifásico Abrupto	0,0692	0,0120	0,0083	0,0060
Ensaio Estático de Resposta em Frequência com ajuste de curva	0,057	0,01	0,0094	0,0042

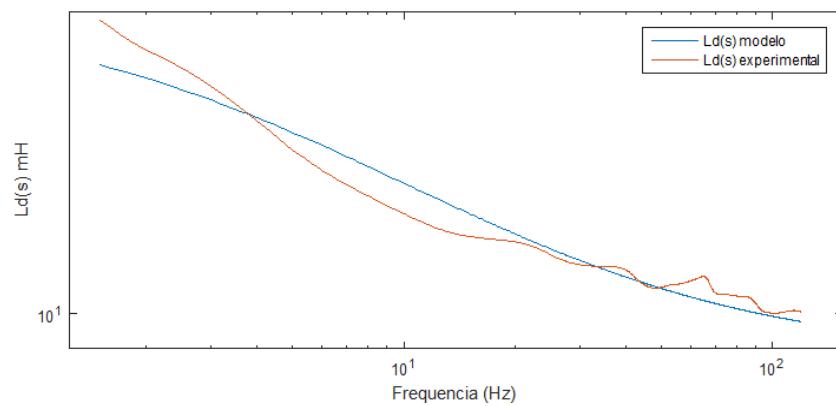


Figura 4. Curvas experimental e modelo

6 Conclusão

A metodologia de ensaio de resposta em frequência proposta pela norma IEEE 115 – 2009, utiliza equipamentos específicos e de elevado custo, já a metodologia proposta utilizando o inversor de frequência de uso comercial (Souza, 2011) para gerar os sinais se noidais necessários para realização do ensaio reduz o custo do ensaio com equipamentos. Porém a utilização de equipamentos de menor qualidade, requer que os resultados do ensaio sejam tratados por uma combinação de algoritmos que conseguem suprir de maneira satisfatória o uso de equipamentos não específicos para determinado fim. A proposta do trabalho foi atendida, já que ao compararmos os valores das constantes de tempo com valores obtidos em ensaios tradicionais encontram-se dentro de valores aceitáveis para a proposta.

Referências Bibliográficas

- BIG (2016). Banco de informações de geração, <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>, Agosto.
- IEEE 115 - 2009 (2010). Test Procedures for Synchronous Machines. IEEE, New York.
- Adkins, B. (1957). The General Theory of Electrical Machines. Chapman and Hall, London.
- Blondel, A. E., (1913), Synchronous Motors and Converters: theory and methods of calculation and tests, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Souza, M. (2011). Determinação de Parâmetros de Máquinas Síncronas pelos Ensaios de Resposta em Frequência: Proposta de metodologia com inversor de frequência, Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo
- Bortoni, E. C. (1998). Modelagem de máquinas síncronas de polos salientes empregando técnicas de resposta em frequência. Tese Doutorado, Uninversidade de São Paulo.
- Concordia, C. (1951). Synchronous machines: theory and performance. John Wiley & Sons, London.
- Haykin, S. (2001). Redes neurais: princípios e prática. Bookman, Porto Alegre.
- da Silva, I. N., Flauzino R. A., Spatti D. H. (2011) Redes Neurais Artificiais para Engenharia. Artliber, São Paulo.

Geração de Números Aleatórios para Aplicação em Simulador de Eventos Discretos

Renato Alves Ferreira¹, Fábio Henrique Pereira

¹Programa de Pós-Graduação em informática e Gestão de Conhecimento - Universidade Nove de Julho

Avenida Francisco Matarazzo nº 612 – Bairro Água Branca, São Paulo - SP, Brasil
CEP: 05001-100

prof.renatoaf@uni9.pro.br, fabio@pea.usp.br

Resumo: O objetivo deste trabalho é compreender o comportamento da geração de números aleatórios com distribuição exponencial em dispositivos móveis e avaliar a possibilidade da utilização desses números em aplicação de modelagem e simulação computacional baseada em ambientes reduzidos e limitados em comparação aos computadores convencionais e, em uma próxima etapa, realizar uma análise comparativa entre os números aleatórios obtidos no experimento em ambiente reduzido dos dispositivo móveis, com outros números gerados a partir de aplicativos em computadores convencionais.

Abstract: The objective of this work is to understand the behavior of random number generation with exponential distribution in mobile devices and to evaluate the possibility of using these numbers in the application of modeling and computational simulation based on reduced and limited environments in comparison to conventional computers and, in a next step, perform a comparative analysis between the random numbers obtained in the reduced environment of mobile device, with other numbers generated from applications on conventional computers.

1. INTRODUÇÃO

Na teoria de filas, onde é possível estimar demandas e detectar gargalos tanto na chegada quanto no atendimento e gerar números aleatórios é pré-requisito indispensável e também para outras aplicações de modelagem e simulação computacional. De acordo com Guizzardi G. e Wagner G (2012), “O modelo de processo conceitual para o sistema de fila é desencadeado na Chegada do Cliente e em seguida enviado ao Departamento de Atendimento”. A modelagem e simulação tem sido usada em diversas áreas com o objetivo de compreender processos e sistemas, simular cenários, otimizar variáveis, identificar gargalos, dentre outros (ANDRADE at al, 2014). A imprevisibilidade de um numero ou uma seqüência de números imprevisíveis é que determina uma maior ou menor eficiência de sua aleatoriedade. Busca-se algoritmos que dificulte ou ainda torne

incapaz de se prever qual o numero seguinte. Há ocasiões em que se deseja modelos em que essa aleatoriedade seja formada por números exclusivos sem repetição por um período determinado ou indeterminado. Em outros momentos, essa repetição é indiferente e até bem vinda e esperada em alguns modelos de simulação, como no caso em que se pretende prever o tempo de intervalo entre chegadas de pessoas em um posto de atendimento. Um modelo pode ser definido como uma representação das relações dos componentes de um sistema, sendo considerada como uma abstração, no sentido em que tende a se aproximar do verdadeiro comportamento do sistema (CHWIF e MEDINA, 2010). Baseado na aleatoriedade dos números, pode-se esperar naturalmente que os tempos sejam iguais em vários momentos. Na geração de números aleatórios usando recursos computacionais, esbarra-se em limitações inerentes ao próprio hardware e software, já que em geral os computadores são determinísticos, quer dizer que, o mesmo programa executado mais de uma vez com todas as entradas idênticas irá produzir saídas idênticas. Por essa razão, os números gerados por computador recebem o nome de pseudo-aleatórios, ou seja, a imprevisibilidade não é conseguida sem o auxilio de fatores externos e não é algo que o computador consiga produzir por si só. Nesse contexto, o presente trabalho visa demonstrar o comportamento de uma aplicação desenvolvida em linguagem Java e executada em dispositivos móveis com sistema Android, para a geração de números pseudo-aleatórios com distribuição exponencial e realizar um comparativo do comportamento dos números gerados com relação a outros dois aplicativos gerados em ambientes com computadores convencionais, dentro do mesmo contexto, sendo eles um aplicativo desenvolvido também em linguagem Java e outro no aplicativo MS-Excel. A representação e análise dos números gerados de cada aplicativo serão realizadas utilizando a ferramenta de análise de dados de Input Analyzer.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A aplicabilidade de números aleatórios gerados, também chamados de variáveis aleatórias, pode ser encontrada na literatura nos inúmeros exemplos referentes ao tema já publicados, como se pode atestar no trabalho de SILVA et al (2014) “A simulação computacional de qualquer fenômeno aleatório envolve a geração de variáveis aleatórias com distribuições pré-definidas. Uma vez que um modelo de distribuição de probabilidade tenha sido escolhido, um algoritmo para geração da variável aleatória deve ser utilizado.”, assim como no texto de BAKRY e SHATILA (1988) “Funções de software de computador para a geração de números aleatórios são de grande importância para muitas aplicações científicas e de engenharia. Tais aplicações incluem: modelagem do sistema, simulação computacional, amostragem, análise numérica, etc.”. A aleatoriedade dos números pode ser empregada para representar, em teoria de filas, tempos entre chegadas, tempos de atendimento em serviços, pois são elementos muitas vezes de natureza aleatória e que necessitam da geração de números com essa natureza para os sistemas de modelagem e simulação. Segundo Freitas (2001), “a simulação existente atualmente faz uso de distribuições de probabilidades como forma de representar a multiplicidade de ocorrências de eventos aleatórios”.

3. METODOLOGIA

Há a necessidade da geração de números aleatórios segundo um tipo de distribuição de probabilidade. O tipo de distribuição de probabilidade adotado nesse estudo é o exponencialmente distribuídos, por ser o tipo de distribuição mais indicado no contexto desta pesquisa. Segundo MEDINA e CHWIF (2010), sobre a distribuição exponencial, “Grande variabilidade dos valores, independência entre um valor e outro, muitos valores baixos e poucos valores altos, utilizada para representar o tempo entre chegadas sucessivas e o tempo entre falhas sucessivas”. Para tanto, três experimentos foram analisados, uma aplicação em linguagem Java para rodar em computadores convencionais, um segundo experimento realizado também em linguagem Java, mas para ser executada em dispositivos móveis, e um terceiro experimento utilizando o aplicativo MS-Excel. Todas as aplicações geraram números pseudo-aleatórios exponencialmente distribuídos. Para análise dos resultados foi utilizado a ferramenta Input Analyzer. O algoritmo utilizado para geração dos 10.000 números aleatórios exponencialmente distribuído é apresentado em formato de pseudo-código, a seguir:

```
Algoritmo Gerador de Números aleatórios exponencialmente distribuídos;  
VAR  
    média, alfa, numexpon, u: real;  
    n:inteiro;  
INICIO  
    escreva “Entre com a média:”  
    leia média;  
    alfa=1/média;  
    para(n=1;n<=10000;n++){  
        u=RANDOMIZE();  
        exponencial = -(1/alfa) * LN(u);  
        escreva n + “ “ + exponencial;  
    }  
FIM
```

4. RESULTADOS

Conforme a proposta do trabalho, foi realizado a geração de 10.000 números aleatórios exponencialmente distribuídos em três tipo de aplicação. A Figura1 apresenta a geração dos números aleatórios por uma aplicação desenvolvida em linguagem Java para computadores convencionais e na Figura2 é apresentado o resultado da análise desses números realizado pela ferramenta Input Analyzer, onde se pode comprovar a aleatoriedade dos números com uma distribuição exponencial. O mesmo ocorre na Figura 3 e Figura4 com relação a utilização do aplicativo MS-Excel. Da mesma forma é apresentado os resultados referente a geração de números aleatórios em ambiente com dispositivos móveis, também em linguagem Java e com sistema operacional Android, que podem ser vistos na Figura5 e Figura6.

Saída - ProjetoExemploUm (run)		
run:		
Média=2 alfa= 0.5 Dist. Exponencial = -(1/alfa) * LN(u)		
Quant.	Num.aleatórios (entre 0 e 1)	Num.Exponencialmente gerado
1	0.336	2.182
2	0.325	2.248
3	0.004	11.063
4	0.358	2.054
5	0.491	1.423
6	0.471	1.506
7	0.723	0.649
8	0.049	6.05
9	0.308	2.352
10	0.313	2.321
11	0.29	2.473
12	0.457	1.568
...
9993	0.793	0.464
9994	0.201	3.204
9995	0.303	2.386
9996	0.063	5.539
9997	0.396	1.854
9998	0.69	0.742
9999	0.627	0.935
10000	0.097	4.673
CONSTRUÍDO COM SUCESSO (tempo total: 7 segundos)		

Figura 1 – Sequência de 10.000 números exponencialmente distribuídos

Aplicação em Java executada em computador convencional

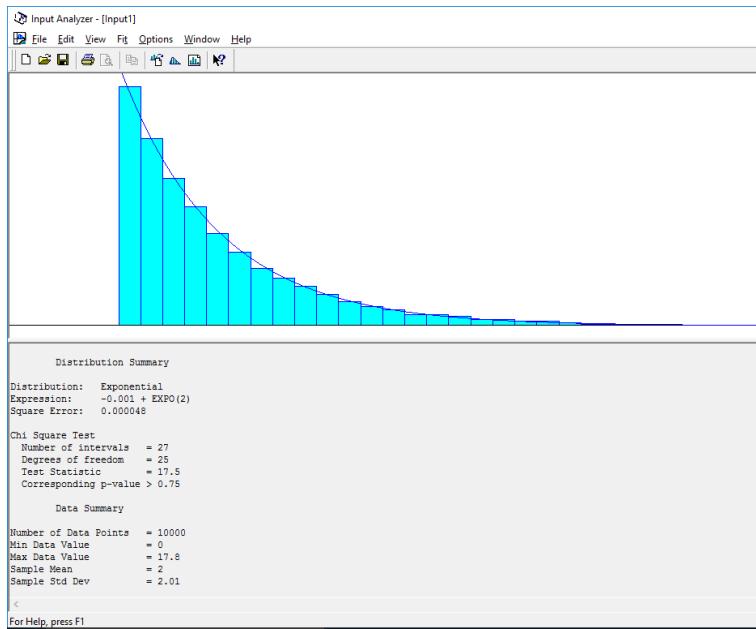


Figura 2 -Comportamento dos números gerados

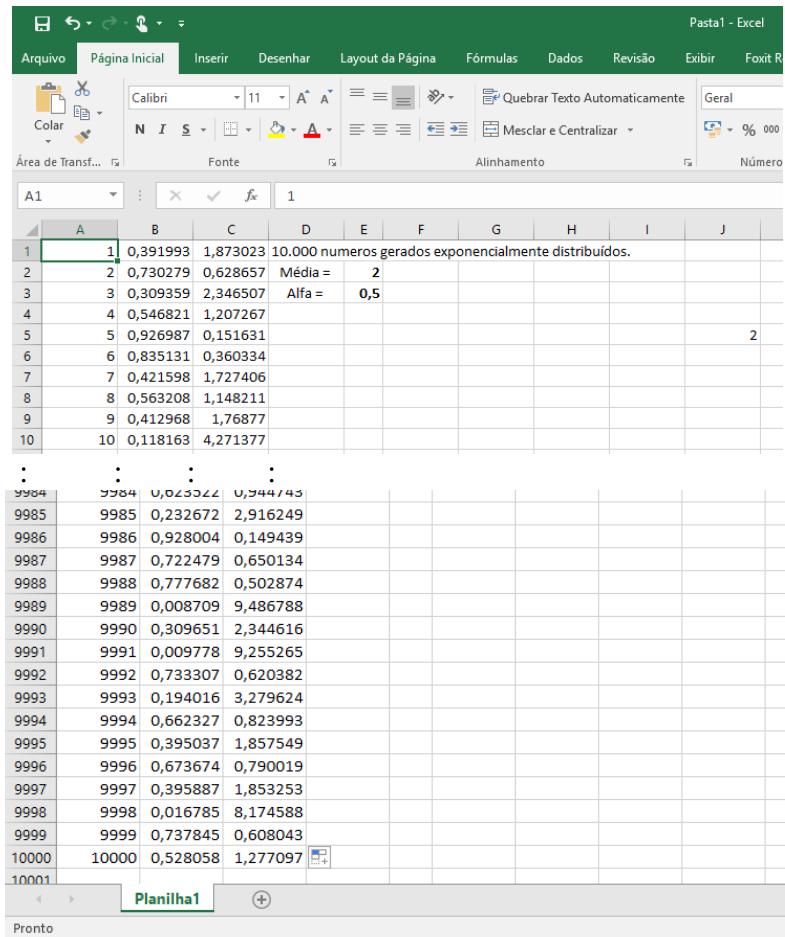


Figura 3 - Sequência de 10.000 numeros exponencialmente distribuídos

Aplicação em MS-Excel executada em computador convencional

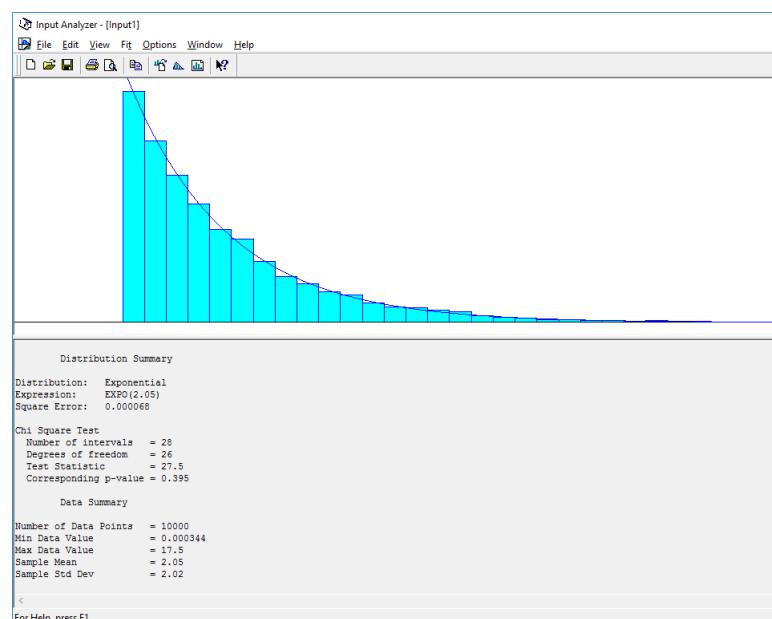


Figura 4 -Comportamento dos numeros gerados

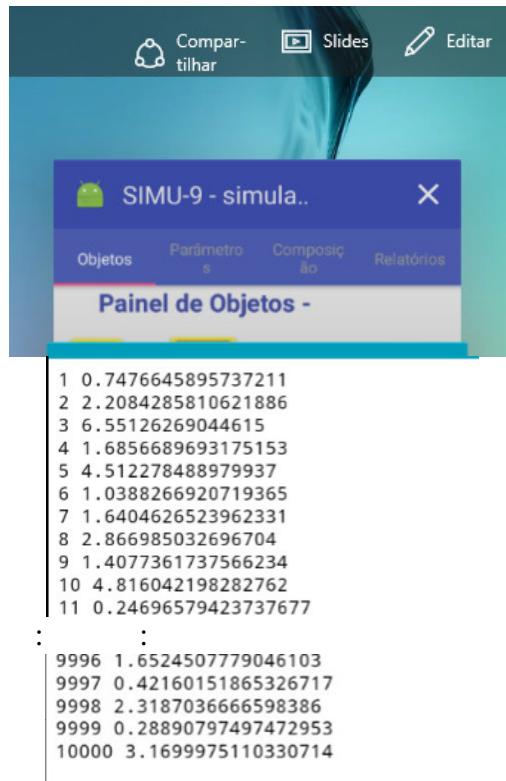


Figura 5 – Sequência de 10.000 números exponencialmente distribuídos
Aplicação em Java para dispositivos móveis - Android

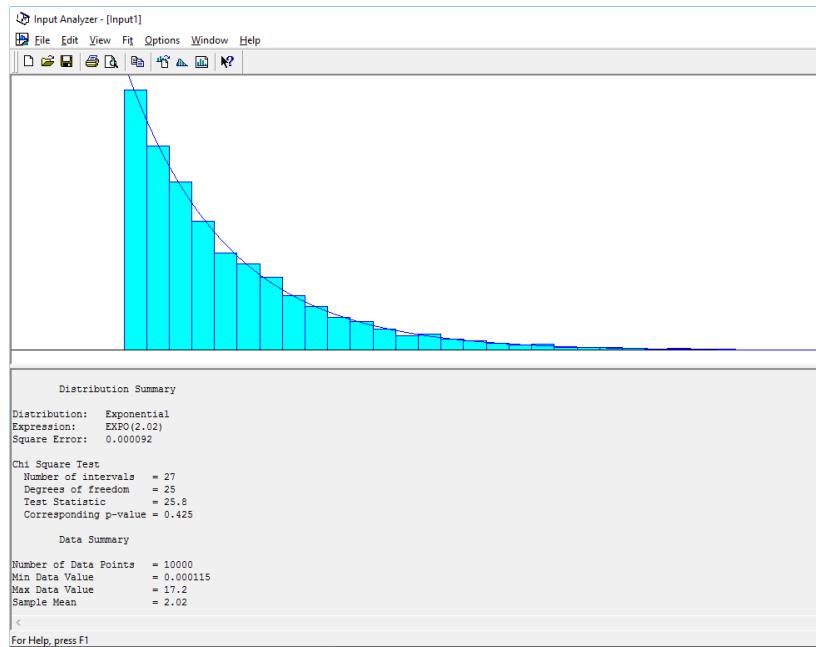


Figura 6 -Comportamento dos números gerados

5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados apresentados realizado pela ferramenta Input Analyzer, nas três diferentes aplicações, entre elas, uma para dispositivos móveis, pôde-se atestar que há grande similaridade no comportamento dos números e que todos os resultados apontam para números exponencialmente distribuídos. Com relação ao processo de execução de cada aplicação para gerarem 10.000 números aleatórios e ainda armazenando em arquivo texto, pode-se destacar que o tempo médio das aplicações criadas em linguagem Java foram em torno de um segundo, tanto em computador convencional, como em dispositivo móvel e foram sensivelmente mais rápidas do que a execução no MS-Excel, já que esse último necessita de mais intervenção do usuário. O computador utilizado para os testes foi um equipado com processador Core i3 da Intel com 4 MB de memória, já os dispositivos móveis utilizados foram um smartphone Samsung J7 com 16 GB de memória e um Tablet Positivo Ypy L700+ com apenas 1 GB de memória. Dessa forma é viável concluir que mesmo em ambiente com recursos reduzidos, como nos dispositivos móveis, é possível utilizá-lo para execução de processos que necessitem de um certo grau de processamento e velocidade, como no caso da geração de números aleatórios e armazenamento em disco.

REFERÊNCIAS

- Guizzardi, G., Wagner, G. (2012) “Tutorial: Conceptual Simulation Modeling with ONTO-UML”
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=6465328>, Outubro.
- Freitas Filho, P.J. (2008) “Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas”. 2^a ed., VisualBooks.
- Chwif, L. Medina, A. C. (2010) “Modelagem e Simulação de Eventos Discretos: Teoria e prática”. 3. ed. São Paulo.
- Andrade, C. R. F., Neto, H. G., Oliveira, J. B., (2014) “Modelagem e Simulação Computacional em uma Empresa de Confecção de Roupas: Um Estudo Sobre o Desempenho de um Processo Produtivo”,
http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_195_106_25996.pdf, Setembro.
- Silva, R.O.B., Capela J.M.V, Capela, M.V. (2014) “Estudo de Distribuições de Probabilidade: Simulação e Aplicação”
<https://proceedings.sbmac.org.br/sbmac/article/view/290/292>, Outubro.
- Bakry, S.H., Shatila, M.,(1988) “Pascal Functions for the Generation of Random Numbers”, Computers & Mathematics with Applications, v. 15, n. 11, pp. 969-973.

Método de Monte Carlo: um estudo de caso aplicado na Avaliação de Riscos em Projetos

Rômulo Petronilio Pereira Brandão¹, Patricia Barbosa Inojosa da Silva¹

¹ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Campus Ponta Porã (CPPP)
Rua Itibiré Vieira, s/n – Residencial Julia Oliveira Cardinal BR 463 – Km 4,5

romulo.sesi@gmail.com autor 1, patricia_barbosa@hotmail.com autor 2

Resumo. *Em vista das influências que impactam os objetivos de projetos, em destaque ao fator risco, provocando em muitos casos falhas em empreendimentos. O presente artigo busca aumentar as chances de sucessos em projetos, enfatizando a importância da Avaliação de Riscos, além de apresentar uma técnica de simulação conhecida por Monte Carlo, que promove analisar os efeitos dos riscos, a fim de colaborar no fator de tomadas de decisões durante o planejamento do projeto. Desta forma, com o intuito de aproximar o processo de avaliação e a técnica nas empresas, um estudo de caso é apresentado.*

Abstract. *In view influences that impact the objectives of projects, highlighting the risk factor, causing in so many cases failures in enterprises. This paper seeks to increase the chances of success in projects, emphasizing the importance of achievement the Risk Assessment process, as well as presenting a simulation technique known as Monte Carlo, which promotes analyze the effects of risks, in order to collaborate in factor in decision making during project planning. Thus, in order to approach the assessment process and the technique at the companies, a case study is presented.*

Área temática. Técnicas de avaliação de riscos.

1. Introdução

Visando um mercado cada vez mais competitivo, envolvendo investimentos em tecnologia e a busca por estratégias com a finalidade de obter uma vantagem competitiva em relação aos negócios da empresa, as organizações vêm procurando otimizar e proporcionar melhor controle de seus próprios processos e neste sentido, o Gerenciamento de Projetos tem recebido reconhecimento significativo, visto que por meio de suas diversas disciplinas seria possível reduzir custos e retrabalho (VENCATO, 2014).

Nesta perspectiva, com o crescimento no desenvolvimento de projetos, o(s) gestor(es) de projeto(s) precisam estar atentos aos acontecimentos que possuem potencial para comprometer o alcance dos objetivos de seus empreendimentos. Tais fatores de influência que podem impactar positivamente ou negativamente seus projetos, podendo acarretar no fracasso do empreendimento, no pior cenário (VARGAS, 2005). Em vista disso, dados da pesquisa realizada pelo *Standish Group*, revelaram que 18% dos projetos falham e esse insucesso está diretamente relacionado a problemas em executá-los dentro do prazo e orçamento que foram estabelecidos (MANIFESTO, 2013). As falhas de projetos podem ocorrer por diversos fatores, como por exemplo, por processos e documentação mal definidos, estimativas mal dimensionadas, no entanto,

não se pode desconsiderar o fator risco presente em todo e qualquer projeto, possibilitando ao empreendimento o insucesso, caso não seja traçado estratégias para minimizar seu impacto (SCHNEIDER, 2016).

Os riscos presentes em projetos são fatores internos e externos não previstos que podem alterar o planejamento elaborado, pois caso haja sua ocorrência, os objetivos do projeto possam estar comprometidos (PMI, 2013), portanto avaliar estes riscos pode proporcionar ao gestor(es) de projeto(s) o embasamento que lhe permite tomar as melhores decisões, a realizar os ajustes necessários e montar planos de contingências, potencializando as chances de sucesso do empreendimento, e consequentemente atingindo o nível de qualidade esperada (NÓBREGA, 2007).

Em razão disso, em possibilitar minimizar o fator risco presente em projetos, a aplicação de técnicas que implica a analisar estas incertezas, pode ser considerada uma forma para aumentar as chances de sucessos em empreendimentos, como é o caso do método de Monte Carlo (MMC) que se desenvolveu em 1946, pelo matemático Stanislaw Ulam que, em um primeiro momento colaborou com cálculos de artilharia na Segunda Guerra Mundial, e posteriormente expandido nas mais diversas áreas, como a biologia, a engenharia, a gestão de riscos e entre outros (KWAK; INGALL, 2009) viabilizando traçar novas estratégicas por meio de seus resultados finais.

Por essa razão, este trabalho se propõe em evidenciar a importância acerca da realização da Avaliação de Riscos em projetos, evidenciando uma técnica responsável por avaliar o efeito destes riscos, o método de Monte Carlo. Além disso, o trabalho também tem por objetivo relatar a aplicação deste método em um estudo de caso com a finalidade de contribuir para uma melhor compreensão da técnica e estimular sua adoção pelo(s) gestor(es) de projeto(s).

Este artigo está organizado conforme segue: após essa introdução, a seção 2 apresenta e enfatiza a Avaliação de Riscos, descrevendo sua importância e aplicação na área de projetos; a seção 3 apresenta a técnica evidenciada neste trabalho, o Monte Carlo; na seção 4 apresenta alguns trabalhos relacionados neste artigo, para em seguida na seção 5 os materiais e métodos para o desenvolvimento do trabalho são apresentados, logo na seção 6 apresenta o estudo de caso e discussões envolvendo os resultados obtidos; e na seção 7 destaca as conclusões finais do trabalho.

2. Avaliação de Riscos em Projetos

A ocorrência de eventos incertos que colaboram com impactos negativos e inesperados, expõe as organizações à busca por traçar estratégias para minimizar os possíveis acontecimentos futuros. Em vista disso, atentar-se a estes eventos e realizar a Avaliação de Riscos torna-se fundamental para reduzir os insucessos de projetos (SCHNEIDER, 2006). De acordo com Souza (2004) a avaliação de riscos ocorre em três etapas: identificação e as análises qualitativa e quantitativa dos riscos.

O processo de avaliação se desenvolve da seguinte forma: os riscos são identificados, a fim de reconhecê-los, realizando a documentação dos riscos existentes, com o objetivo de atentar sobre o conhecimento acerca destes eventos incertos, além da capacidade que este processo fornece à equipe do projeto de antecipar estes riscos. Assim, a identificação pode ser obtida por meio de diversas técnicas, algumas delas são: *Brainstorming*, técnica Delphi, entrevistas e entre outros.

Depois de identificados os riscos, é realizado a análise qualitativa se responsabilizando pela priorização dos riscos, que serão classificados pela avaliação e combinação de sua probabilidade de ocorrência e impacto, podendo habilitar os gestores de projetos a reduzir o nível de incerteza e focar aos riscos de alta prioridade. Logo, na análise quantitativa os riscos serão analisados os efeitos e impactos dos riscos identificados, visando priorizá-los e representá-los numericamente (PMI, 2013).

Dessa forma, inúmeras técnicas de Avaliação de Riscos podem ser utilizadas no desenvolvimento do projeto, e entre elas, é a utilização do método de Monte Carlo, uma técnica que vem sendo utilizada há séculos, mas somente nas últimas décadas ganhou reconhecimento e foi habilitada a tratar das mais complexas aplicações, como por exemplo, ao tratamento de câncer, física médica, terapia com captura de nêutrons e aceleradores lineares e entre outros (SOUZA, 2004).

3. O Método de Monte Carlo na Avaliação de Riscos

O método Monte Carlo caracteriza-se como uma técnica de simulação, no qual se baseia em efetuar análise de risco por meio da construção de amostragens aleatórias, e em seguida calcular os resultados repetidamente (PLATON, 2014). De forma prática o MMC permite gerar valores pseudo-aleatórios de acordo com a função de densidade de probabilidade (FDP) característica de cada atividade e replica-se a cada vez com outro conjunto de valores aleatórios gerados de acordo com as funções de probabilidades escolhida (BREITMAN, 2012). Na Figura 1, podemos visualizar melhor a ideia da técnica.

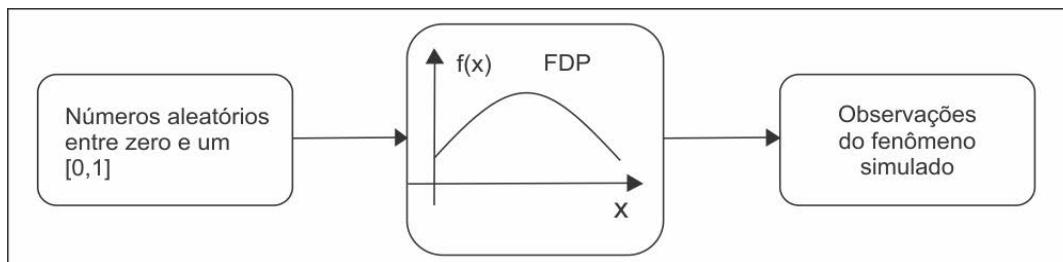


Figura 1. Ideia genérica do método de Monte Carlo

Assim, na Figura 1 descreve como a simulação do método é realizada. Descrevendo a abordagem dos conceitos estatísticos e a geração de números aleatórios dentro de todas as possibilidades que a variável possa assumir durante determinado intervalo de tempo, representado pela FDP e consequentemente realizar observações dos fenômenos simulados.

Em razão disso, a simulação permite realizar uma análise dinâmica que possibilita construir vários cenários aleatórios consistentes com as hipóteses sobre os riscos. O processo de simulação envolve repetidas interações aleatórias gerando uma série de distribuição de resultados. Sendo as saídas da simulação de Monte Carlo são valores interessados que posteriormente são acumulados, no qual o usuário é o sujeito ao qual define a finalidade dos resultados apresentados pelo método (MATIAS JÚNIOR, 2006).

Desse modo, existem outros métodos quantitativos aplicados a projetos além do Monte Carlo, em destaque ao *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), uma técnica utilizada para definir, identificar e eliminar falhas ou erros potenciais antes que eles

cheguem ao usuário (PMI, 2013). Assim como, o *Management Oversight and Risk Tree* (MORT), uma técnica que desenvolve uma árvore lógica aplicada à estrutura organizacional e gerencial da empresa, ilustrando erros ou ações inadequadas de administração, sendo nesta árvore cada evento, uma ação do operador ou administrador (SOUZA, 2004).

Todavia, o Monte Carlo se diferencia destes métodos pela sua aproximação da realidade, apresentando ao gestor de projeto o que poderia ocorrer dados aos riscos presentes, além da visualização da probabilidade de ocorrência, e a facilidade da criação de gráficos para melhores análises e discussões acerca do risco (KWAK; INGALL, 2009).

4. Trabalhos Relacionados

A aplicação do método de Monte Carlo na Avaliação de Riscos pode ser encontrado em trabalhos como o de Leal e Oliveira (2011) destacando o método de Monte Carlo aplicado ao Gerenciamento de Projetos, relacionando outras metodologias de simulação, e descrevendo a realização da simulação de Monte Carlo como solução para as limitações da metodologia estimativas da duração de projeto, pela técnica *Program Evaluation and Review Technique* (PERT).

No trabalho de Lima et. al (2008) a técnica de Monte Carlo é aplicado como auxílio durante a análise de viabilidade econômica de projetos, apresentando informação sobre valor presente líquido mais provável, os riscos inerentes ao projeto, bem como o grau de confiança presente na estimativa.

Desta forma, este trabalho se aproxima aos estudos citados anteriormente, entretanto, as diferenças que possam ser destacadas é o enfoque em apresentar o método de Monte Carlo em um estudo de caso de forma que o leitor possa compreendê-lo significativamente, além de atentar o(s) gestor(es) de projeto(s) sobre sua contribuição no processo de planejamento de projetos, com o objetivo de minimizar prazos e/ou custos, e consequentemente potencializando sua adoção.

5. Materiais e Métodos

A metodologia desenvolvida neste trabalho consiste em um estudo de caso, compreendendo a uma investigação empírica que se dispõe em realizar análises diante a um caso específico (YIN, 2001). Nesse sentido, como proposta deste trabalho, foi aplicado o método de Monte Carlo a um projeto já finalizado, com o objetivo de descrever sua aplicação ao empreendimento, além de oportunizar uma discussão acerca desta proposta e os benefícios que esta utilização possa oferecer ao(s) gestor(es) de projeto(s).

O processo de estudo é baseado no cronograma desenvolvido pela equipe do projeto, fator necessário para a realização da aplicação do método de Monte Carlo. O programa utilizado para a simulação, foi o “*Primavera Risk Analysis*”, software que implementa o método de Monte Carlo, e fornece recursos capazes de modelar os riscos e analisar os impactos de custo e cronograma (ORACLE, 2015). Após definido o software, a próxima etapa é alimentar as atividades presentes no cronograma na ferramenta e modelar estes dados conforme a função de distribuição escolhida.

Para a simulação do método de Monte Carlo aplicado ao cronograma de atividades é recomendado a distribuição triangular, pois devido à estimativa do projeto ser baseada na maioria das vezes em três estimativas: otimista, pessimista e mais provável que consequentemente, caracteriza a distribuição selecionada (MACHADO; FERREIRA, 2015). Como também, esta escolha de distribuição também pode ser encontrada em estudos realizados por Kwak e Ingall (2009) que recomendam a distribuição triangular quando relacionado à análise de riscos aplicada ao cronograma.

Outro parâmetro importante é o valor de iterações para realização da simulação, estipulada neste estudo de caso em mil iterações, com o objetivo de se obter qualidade nos resultados finais, simulando diversas vezes o projeto, e assim, no final da simulação o software oferece um gráfico de probabilidades, que possibilita uma melhor compreensão e visibilidade do que pode ser observado e analisado.

6. Estudo de Caso

A empresa ML que por motivo de confidencialidade, foi optado por um nome fictício, desenvolveu-se um Projeto Y, que consistia numa atualização de um sistema de gestão, conhecido por R3, um sistema integrado que permite interligar todos os possíveis setores da empresa, como RH, produção e entre outros (BRANDÃO JÚNIOR; FERREIRA, 2006).

Neste específico Projeto, foi definido na sua contratação um importante fator que contribui para as análises dos resultados da simulação. Este fator era a determinação de uma margem de risco de 20%, sendo este valor estipulado baseado no conhecimento de profissionais experientes nesta área, correspondendo a uma margem para manter a data de entrega sem impactar no custo final, pois, caso o Projeto fosse desenvolvido dentro dessa margem de risco, o custo do projeto final sofrerá gastos adicionais, mas não extrapolará o prazo.

Dessa forma, para aplicação do método de Monte Carlo ao Projeto Y, foi necessário adotar o cronograma de atividades elaborado pela equipe de projeto, no qual foi utilizado técnicas de estimativas como pontos de função e opiniões especializadas. Com um dos enfoques em colaborar para uma estimativa mais realística ao invés de se basear apenas em conceitos empíricos, foi realizado a simulação de Monte Carlo ao Projeto Y.

Logo, para realização da simulação se faz necessário modelar as atividades presentes cronograma do Projeto Y para uma função de distribuição, no caso, a triangular, baseada em três pontos, e estes valores foram calculados da seguinte forma: o mais provável, de acordo com as estimativas realizadas pela equipe do projeto, e a otimista e pessimista por meio dos valores gerados pelo software utilizado.

A partir destas informações alimentadas no software, a próxima etapa é a realização da simulação do método de Monte Carlo. Durante o percurso da simulação as atividades serão simuladas em diferentes durações, sendo alternadas a cada iteração, permitindo que o cronograma do projeto seja calculado em diferentes probabilidades de ocorrência, simulando diversas datas de conclusão.

Após as mil iterações simuladas, o software oferece como resultado da simulação de Monte Carlo distribuições estatísticas de custo e tempo para o projeto, com base na distribuição calculada, dispondo de um gráfico contendo informações

pertinentes sobre prazos em que o Projeto possa ser finalizado e suas respectivas probabilidades de sucesso. Assim, na Figura 2 pode ser vista o resultado final da simulação.

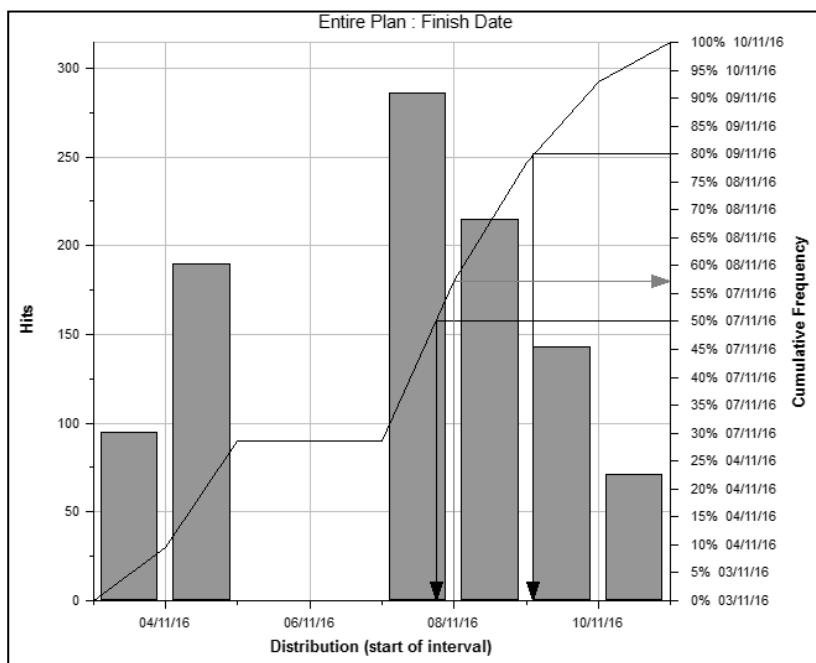


Figura 2. Resultado final da simulação

Desse modo, pela visualização da Figura 2, pode-se perceber que o Projeto Y, possui mínimas chances de ser finalizado na duração no qual foi estipulado, estimado em 07/11, com probabilidade de 57%, sendo que há maiores chances de conclusão em 09/11 com probabilidade de 80% de sucesso.

Em virtude disso, dado ao fato do Projeto já ter sido finalizado e a margem de risco que foi definida na contratação do Projeto Y, pode-se afirmar que ele foi concluído dentro dessa margem e por sua vez, entregue dentro do prazo, no entanto, ocorreram imprevistos no decorrer de seu desenvolvimento, acarretando em gastos adicionais, aumentando o orçamento do Projeto.

Nesta abordagem, a visualização destas informações disposta pela utilização do método de Monte Carlo, contribui para a percepção sobre os problemas de custo e planejamento que ocorrerão no desenvolvimento do Projeto Y, e consequentemente, caso sua adoção fosse adotada poderia ter minimizado custo e novo direcionamento para o Projeto poderia ter sido traçado.

6.1 Discussões

A aplicação do método de Monte Carlo ao Projeto Y promoveu lançar um olhar atento ao que poderia ter sido realizado no planejamento do Projeto, caso a técnica fosse adotada, dado os benefícios que realização da simulação pode proporcionar, devido a sua aproximação com a realidade conforme a natureza do projeto.

Em razão disso, esta aproximação realística que o método se dispõe pode ser dada pela escolha correta dos parâmetros determinados neste estudo de caso, como a escolha da função de distribuição e a quantidade de iterações, havendo a preocupação de se obter uma melhor qualidade dos resultados, simulando mil vezes em diferentes

durações o Projeto Y, além da função de distribuição triangular que se dispôs a relatar a presença do fator risco presente no cronograma, alternando a duração das atividades a cada iteração da simulação.

Além disso, o método de Monte Carlo apresenta ao(s) o(s) gestor(es) de projeto(s) uma nova visão diante aos conhecimentos e procedimentos que são aplicados no planejamento de projetos, pois em muitas vezes valores, características e outros fatores que são adquiridos conforme a experiência do profissional, são aplicados na maioria dos projetos aos quais estes profissionais são gestores.

Por isto, esta habilidade, em transpor estes conhecimentos em todos seus empreendimentos, muitas vezes não acarreta em sucesso, pois como foi apresentado neste estudo de caso a determinação do valor da margem de risco foi estipulado de forma empírica, baseado em experiências de profissionais experientes nesta área que determinaram este valor, mas nem sempre esta característica servirá para todos os empreendimentos. Por consequência, o método de Monte Carlo, relaciona conceitos que caracteriza a natureza de cada projeto e seus respectivos riscos, possibilitando visualizar de forma mais realística as características de cada projeto.

7. Considerações Finais

Em colaborar em minimizar os impactos dispostos pelos riscos, como na tomada de decisões e verificar com mais precisão as estimativas do cronograma de atividades, torna-se fundamental a realização da Avaliação de Riscos, bem como, a aplicação de técnicas a fim de contribuir em maximizar as chances de sucesso em projetos, como é o caso do método de Monte Carlo.

Nesse sentido, no projeto em estudo, com o intuito de atentar os gestor(es) de projeto(s) e relatar seu impacto que a adoção da técnica proporcionou, percebeu-se que caso a empresa tivesse realizado a análise quantitativa de riscos utilizando o método de simulação, talvez poderia não ter sofrido gastos adicionais e um melhor planejamento do projeto poderia ter sido realizado, minimizando recursos, gastos, tempo e entre outros.

Desta forma, diante a aplicação do método de Monte Carlo ao Projeto Y, com o objetivo de contribuir para que mais pessoas o conheçam, além de potencializar seus benefícios, a partir do estudo de caso presente, pretende-se com esta proposta que ela possa servir como um "exemplo" da sua funcionalidade, descrevendo suas características, além de instigar sua adoção pelas empresas para que o enxerguem como um método eficiente e que visa diminuir os insucessos tão presentes em projetos, além de valorizar a importância da Avaliação de Riscos e seus respectivos processos.

Referências

- Brandão Júnior, R.; Ferreira, L. Avaliação de um sistema ERP-SAP R/3 como Instrumento para gestão financeira na área de contas a pagar em uma empresa de Telecomunicações. Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2006.
- Breitman, K. K. Arcabouço para desenvolvimento de serviços baseados na Simulação de Monte Carlo na Cloud. PUC-Rio, 2012.

- Leal, Leonardo Rosas; Oliveira, Mário Jorge Ferreira de. Simulação aplicada ao gerenciamento de projetos: uma revisão. *Revista Produção Online*, v. 11, n. 2, p. 503-525, 2011.
- Lima, Eurico Cavalcanti Pincovsky de; Viana, Joana Coelho; Almeida, Natallya Levino de; MIRANDA, Caroline Maria Mota de. Simulação de Monte Carlo auxiliando a análise de viabilidade econômica de projetos. 2008.
- Machado, Nilton Roberto dos Santos; Ferreira, Alessandre Oliveira. Método de simulação de Monte Carlo em planilha Excel: desenvolvimento de uma ferramenta versátil para análise quantitativa de riscos em gestão de projetos. *Revista de Ciências Gerenciais*, v. 16, n. 23, 2015.
- Manifesto, CHAOS. Think Big, Act Small. The Standish Group International Inc, v. 176, 2013.
- Matias Júnior, Rivalino. Análise quantitativa de risco baseada no método de Monte Carlo: abordagem PMBOK. In: I Congresso Brasileiro de Gerenciamento de Projetos –Florianópolis. 2006.
- Nóbrega, Newton Carlos Medeiros. Um Estudo Teórico da Avaliação de Riscos em Projetos de Investimento em Organizações. Tese de Doutorado - Universidade Federal De Juiz De Fora. Juiz De Fora, 2007.
- Kwak, Y. H.; Ingall, L. Exploring monte carlo simulation applications for project management. *IEEE Engineering Management Review*, v. 37, n. 2, p. 83, 2009.
- Oracle. Risk Management User's Guide 15 R1. 2015. Disponível em: [http://docs.oracle.com/cd/E59266_01/English/user_guides/risk_management_guideprime_risk_management_users_guide.pdf](http://docs.oracle.com/cd/E59266_01/English/user_guides/risk_management_guide_prime_risk_management_users_guide.pdf). Acesso em: Outubro de 2016.
- Platon, Victor; Constantinescu, Andreea. Monte Carlo method in risk analysis for investment projects. *Procedia Economics and Finance*, v. 15, p. 393-400, 2014.
- Pmi. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos.** [S.l.]: Newton Square (USA): Project Management Institute-PMI, 2013.
- Schneider, A. L. d. S. A importância do gerenciamento de risco em projetos. 2016.
- Souza, Marcelo Cardoso Mesquita. Métodos de avaliação de risco em projetos. 2004.
- Vargas, R. V. **Gerenciamento de Projetos (6a edição).** [S.l.]: Brasport, 2005.
- Vencato, Marta Fatima. Ferramenta para Análise e Avaliação de Riscos no Planejamento de Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento. *Revista de Gestão e Projetos*. v. 5, n. 2, p. 102-111, 2014.
- Yin, R.K. Estudo de caso: Planejamento e método. 2.ed. São Paulo, Bookman, 2001. 205p.

Ontologia para a criação e compartilhamento do conhecimento, através da Aprendizagem Baseada em Projetos

Ontology for knowledge creation and sharing through Project-Based Learning

Guilherme Bertoni Machado¹, Larissa Mariany Freiberger Pereira¹, José Leomar Todesco¹, Fernando Ostuni Gauthier¹

¹Centro Tecnológico (CTC)/Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento (PPGEGC) – Universidade Federal de Santa Catarina

Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima, Trindade - Florianópolis (SC) -Brasil

{freiberger.lm, gbertonimachado}@gmail.com, jose.todesco@ufsc.br,
gauthier@egc.ufsc.br

Resumo. Este artigo consiste em apresentar uma proposta de ontologia para a criação e compartilhamento do conhecimento (saberes, habilidades e competências), em sala de aula, através da Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL). Uma ontologia traz uma formalização acerca dos conceitos intrínsecos à PBL, portanto a modelagem e implementação de uma ontologia pode servir como validador formal para saber se as ações e objetivos propostos em sala de aula (baseadas na PBL) foram respectivamente, bem elaborados e alcançados.

Abstract. This article aims to present an ontology proposal for the creation and sharing of knowledge (awareness, skills and competencies), in the classroom, through Project-Based Learning (PBL). An ontology provides a formalization about PBL's intrinsic concepts, so the modeling and implementation of an ontology can serve as a formal validation to see if the actions and objectives proposed in the classroom (based on PBL) were, respectively, well designed and achieved.

Áreas temáticas. PBL, Ontologia, Gestão do conhecimento, Ferramentas de apoio à decisão.

1. Introdução

A representação do conhecimento é uma área com ampla discussão acerca das diferentes formas que o conhecimento pode ser apresentado, ou ainda, como este pode deixar de estar apenas ‘na cabeça’ dos indivíduos e poder ser explicitado de alguma maneira.

Neste sentido, observa-se que o indivíduo é exposto a um grande volume de informação, mas o que ele efetivamente aprende? Baumeister et al. (2001, p. 323) afirma que a “[...] aprendizagem refere-se à mudança comportamental ou cognitiva.

Um ambiente de aprendizagem ativa estimula o aluno a realizar tarefas de análise, síntese e avaliação. Nesse sentido, as estratégias que promovem aprendizagem ativa podem ser definidas como sendo atividades que ocupam o aluno em fazer alguma coisa e, ao mesmo tempo, o leva a pensar sobre as coisas que está fazendo.

Duas metodologias sistematizadas dessa abordagem são conhecidas no meio acadêmico pela sigla PBL, termo em inglês para designar Problem Based Learning e Project Based Learning. No presente artigo será utilizada a Aprendizagem Baseada em Projetos (BARBOSA, 2013).

A Aprendizagem Baseada em Projetos - PBL (do inglês Project Based Learning) que é uma estratégia onde o aluno desenvolve as habilidades e competências através do raciocínio e da comunicação entre os pares.

Segundo o Buck Institute for Education (2008), um dos maiores centros de estudo a respeito desta metodologia, prevê-se as seguintes características no PBL: Conhecimentos-chave; Problemas desafiadores; Suporte a consultas; Autenticidade; Estudantes têm voz e escolha; Reflexão; Crítica e revisão; Produto público.

Esse oito princípios quando bem aplicados podem trazer resultados interessantes no processo, além de introduzir dinamicidade nas aulas e uma real experiência para além da teoria. Um ponto importante a ser analisado nesta situação é que não há uma formalização (padronização) dos conceitos relacionados à PBL, o que acarreta na falta de uma compreensão comum e compartilhada sobre este domínio.

Esta compreensão comum e compartilhada pode ser alcançada através de uma ontologia. Uma ontologia é uma “especificação formal e explícita de uma conceitualização compartilhada” (STUDER, BENJAMINS e FENSEL 1998, p. 184), ou seja, a ontologia provê a compreensão formal sobre o domínio de conhecimento que se está abordando.

Conforme Fontes, Mendes Neto e Pontes (2011, p. 670). “O uso de ontologias tem sido efetivo em diferentes aplicações ao solucionar algumas deficiências encontradas na representação do conhecimento de um domínio. Isso ocorre, principalmente, devido à sua característica de ser compartilhável e independente da aplicação, podendo, assim, ser utilizada por diversos sistemas”.

2. Método

A primeira ação realizada foi à definição do domínio e escopo, bem como do compromisso ontológico assumido pela ontologia proposta, ou seja, que a construção da ontologia tem como propósito servir como validador formal para saber se as ações e objetivos propostos em sala de aula (baseadas na PBL) foram respectivamente, bem elaborados e alcançados, ou seja, se o processo de Aprendizagem Baseada em Projetos está explicitado, formalizado e padronizado.

Vale ressaltar que não foi analisada à possibilidade de reutilização de outras ontologias (tais como: SKOS, FOAF, etc.) para a composição/agregação de valor semântico a ontologia proposta. O reuso é uma característica importante e que permite a utilização de classes, relacionamentos e conceitos já explicitados em outra ontologia.

Após essa definição de domínio e escopo o próximo passo foi a estruturação da ontologia através de uma ferramenta. Em seguida foi efetivamente construída a ontologia em termos de classes e propriedades das classes. um projeto de curta duração, sem o envolvimento de muitas pessoas em sua execução.

3. Construção da Ontologia Proposta

No que se refere à estruturação da ontologia (Classes, Propriedades e Instâncias) em um primeiro momento se utilizou a ferramenta ontoKEM implementada por Rautenberg et al (2010, p. 244) que é uma “ferramenta CASE¹ baseada na web de propósito acadêmico para documentação e construção de projetos de ontologias”.

Porém a utilização da ferramenta não gerou os resultados esperados para dar uma melhor representação do domínio, portanto a construção do mapa mental, apresentado na Figura 1 serviu como ponto inicial para a construção da ontologia.

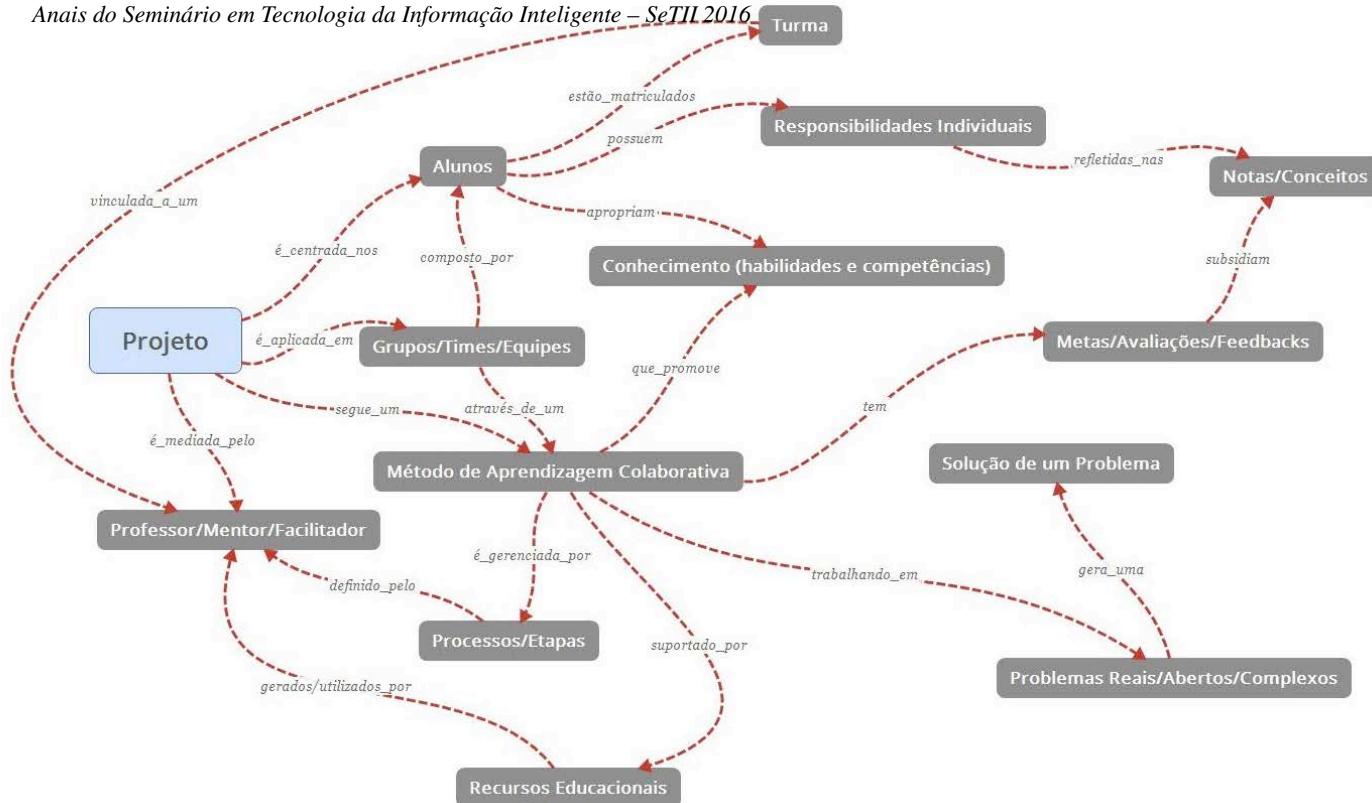


Figura 1. Visão Geral da PBL

3.1. Classes e propriedades de objetos e dados

Uma das primeiras definições de Ontologia foi proposta por Neches et al. (1991, p. 40), que afirmam que “Uma ontologia define os termos básicos e as relações que compõem o vocabulário da área de estudo, bem como as regras para a combinação de termos e relações para definir extensões para este vocabulário”.

Através da análise do domínio da PBL foram identificadas 7 classes (**Pessoa**, **Conceito**, **Recurso_Educacional**, **Conhecimento**, **Papel**, **Turma** e **Projeto**), que mostram a visão geral do domínio. A partir destas classes, foram definidas e agrupadas as suas especificidades, ou seja as suas subclasses, em um total de 16. A Figura 2 ilustra a estrutura hierárquica da ontologia proposta.

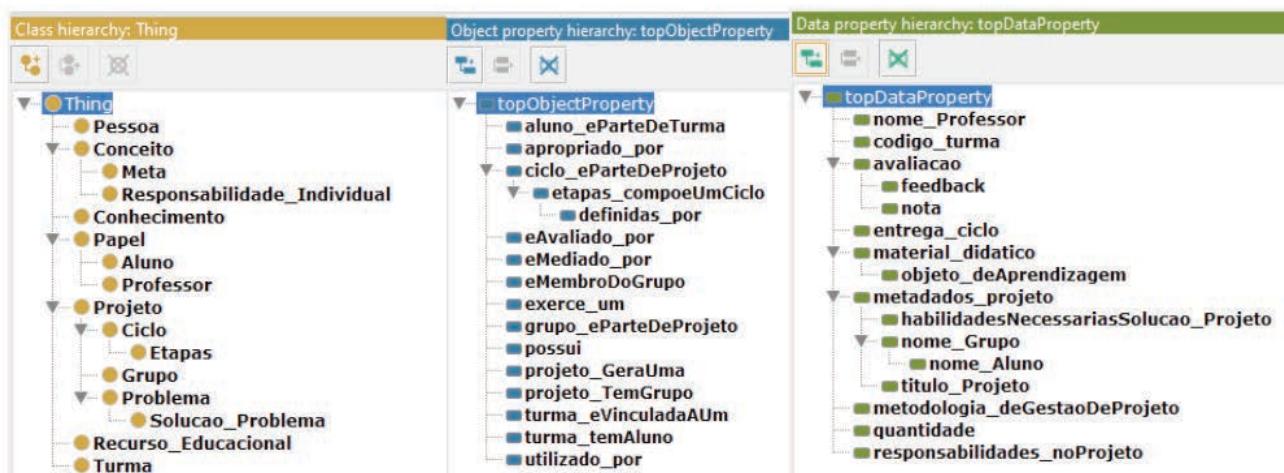


Figura 2. Classes e propriedades da ontologia proposta

Anais do Seminário em Tecnologia da Informação Inteligente - SetIn 2016
As propriedades de todas as classes e subclasses foram definidas durante a construção das mesmas, usando como base os relacionamentos estabelecidos no mapa mental. A ontologia resultante possui 16 propriedades do tipo **Object Properties** e 16 propriedades do tipo **Data Properties**.

As *Object Properties* tem por finalidade qualificar ou relacionar classes, um exemplo é a propriedade **possui**, que tem como domínio a classe **Aluno** e como range a classe **Responsabilidade_Individual**.

Já as *Data Properties* são os atributos de uma classe que podem vir a ser instanciados, ou seja, definir valores/informações em seus campos, um exemplo é a propriedade **quantidade**, que tem como domínio a classe **Grupo** e como range o tipo **int** (utilizando uma *data range expression* para definição de que um grupo X qualquer é composto por 2 ou mais elementos).

4. Considerações Finais

Certamente a aplicação do PBL em sala de aula tem se mostrado ótimo recurso para uma aproximação aos processos fora do âmbito acadêmico, além da busca pelo desenvolvimento de competências pessoais e profissionais, estimulando a comunicação e a pró-atividade.

Neste artigo foi descrito o processo de construção de uma ontologia que tem como propósito servir como validador formal para saber se as ações e objetivos propostos em sala de aula (baseadas na PBL) foram respectivamente, bem elaborados e alcançados, ou seja, se o processo de Aprendizagem Baseada em Projetos está explicitado, formalizado e padronizado.

É importante ressaltar que a Ontologia ainda está em desenvolvimento, portanto não foram criadas instâncias dos objetos e dados, necessários para aplicação de regras formais para verificação da mesma. Portanto como trabalho futuro um Estudo de Caso em um ambiente de aprendizagem, utilizando regras de inferência, seria ideal para a comprovação de que a Ontologia cumpre os seus objetivos.

Referências

- BARBOSA, Eduardo Fernandes; DE MOURA, Dácio Guimarães. (2013). “Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica”. B. Tec. SENAC, v. 39, n. 2, p. 48-67.
- BAUMEISTER, Roy F. et al. (2001). “Bad is stronger than good”. Review of general psychology, v. 5, n. 4, p. 323.
- BUCK INSTITUTE FOR EDUCATION. (2008). “Aprendizagem baseada em projetos: guia para professores de ensino fundamental e médio”. Artmed.
- FONTES, L. M. O.; MENDES NETO, F. M.; PONTES, A. A. A. OntoPBL: Uma Ontologia de Domínio sobre Aprendizagem Baseada em Problema. In: XXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE 2011, 2011, Aracaju. Anais do XXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Aracaju: UFS, 2011.
- NECHES, R.; FIKES, R.; FININ, T.; GRUBER, T.; PATIL, R.; SENATOR, T., SWARTOUT, W.R. (1991). “Enabling Technology for Knowledge Sharing”. AI Magazine. Winter. p. 36-56.
- RAUTENBERG, Sandro; GOMES FILHO, Antonio Costa; TODESCO, José Leomar; OSTUNI-GAUTHIER, Fernando Álvaro. (2010). “Ferramenta ontoKEM: uma contribuição à Ciência da Informação para o desenvolvimento de ontologias”. Perspect. ciênc. 2010, vol.15, n.1, pp. 239-258.
- STUDER, Rudi; BENJAMINS, V. Richard; FENSEL, Dieter. (1998). “Knowledge engineering: principles and methods”. Data & knowledge engineering, v. 25, n. 1, p. 161-197

Automação de Controle de Frequência de Alunos em Ambiente Acadêmico com a Tecnologia RFID e Arduíno

Students Automation Frequency Control in Academic Environment with RFID Technology and Arduino

Edson Melo de Souza¹, Paulo Ricardo Batista Mesquita¹

¹ Universidade Nove de Julho (Departamento de Informática)
Avenida Doutor Adolpho Pinto, 109, Barra Funda – São Paulo/SP – Brasil
prof.edson.melo@gmail.com, paulo.ricardobm@gmail.com

Resumo. *Este artigo tem como objetivo apresentar um sistema de automatização do registro de presença dos alunos em sala de aula utilizando a plataforma Arduino, juntamente com a tecnologia RFID - Radio Frequency Identification, a fim de registrar a entrada, permanência e saída dos alunos, e, posteriormente, calcular o tempo de permanência para justificar presença ou ausência do mesmo. A solução apresentada visa otimizar o tempo de aula, uma vez que os professores não precisam registrar essa informação manualmente, fornecendo um diferencial para a instituição de ensino em meios tecnológicos e em relação a qualidade da aula.*

Abstract. *This article aims to present an automation system of recording attendance of students in the classroom using the Arduino platform, together with RFID - Radio Frequency Identification in order to register the entry, stay and exit of students, and subsequently calculating the length of time to justify the presence or absence thereof. The solution presented aims to optimize the class time, since teachers do not need to record this information manually, providing a differential to the educational institution in technological means and for the quality of the class.*

Automação, IoT, Ferramentas de Apoio à Decisão.

1. Introdução

No ambiente escolar, existe necessidade de um processo de controle de frequência, o qual faz parte de um dos requisitos básicos para aprovação do discente seguir ao próximo ano ou semestre letivo. Segundo a LDB (1996) *apud* Neves (2002), a frequência mínima de 75% em relação ao número de aulas ministradas deve ser obedecida.

No nível universitário o cumprimento da Lei se torna mais difícil devido o controle dos alunos em sala de aula ser menos rigoroso que no ensino fundamental e médio, dificultando o processo de aferição. Nesse contexto, tal processo possui falhas, pois, ao preencher a lista de presença chamando oralmente o nome de cada aluno, não é possível que o professor se assegure de que o estudante esteve presente durante todas as aulas naquele dia. Ainda, segundo Gama *et al.* (2013), existe ainda um problema recorrente de fraudes quando são utilizadas listas de assinatura, uma vez que um aluno pode assinar por outro, fazendo com que o professor tenha que recorrer ainda à chamada oral para conferência, o que incorre na perda de mais tempo e na concentração do aluno.

Nesse artigo é apresentada uma alternativa por meio do uso da tecnologia RFID implementada na plataforma Arduino para controlar o tempo total de permanência do estudante dentro da sala de aula, visando maximizar o desenvolvimento da aula sem a necessidade de interferência do professor no processo de aferição de presença.

2. Fundamentação Teórica

Segundo Yamamoto (2014), "Em 12% do período de cada aula, o professor lida com questões administrativas, como o controle de presença (chamada)". Para minimizar tais questões, a tecnologia pode ser uma ferramenta essencial e, segundo Escribo (2015), "Aspectos burocráticos conseguem ser acelerados facilmente por ela, com chamadas eletrônicas [...]" Ainda, na visão de Chamon *et al.* (2015), "Fica evidenciada a viabilidade da criação de uma rede ubíqua para controle acadêmico por meio de um cartão específico".

Existem ainda empresas que possuem sistemas de biometria voltados para o ambiente escolar como o Mentoris (2016) e o Ahgora (2016). De outro modo, alguns Detrans (Departamentos de Trânsito) brasileiros estudam a utilização da biometria para se protegerem contra fraudes em provas práticas Marques (2015). Portanto, a literatura e o mercado dedicam atenção suficiente para investigação do problema abordado com o objetivo da apresentação de novas soluções, priorizando o baixo custo.

3. Materiais e Métodos

Para criação da solução, foi utilizada a plataforma Arduino Uno R3, uma placa versátil com implementações variadas Bas (2014), com acoplamento de um módulo RFID MFRC522 (Figura 1), o *software* Processing para construção do *middleware*, a fim de facilitar o envio e recebimento de informações pela porta serial, fornecendo *feedback* visual para a aplicação, além da programação da interface com a linguagem PHP orientada a objetos Mössenbök (2012). O módulo RFID utilizado possui uma antena de curto alcance e efetua a leitura e escrita de cartões especiais e/ou *tags* (pequenos

chaveiros com os *chips* de comunicação embutidos) sem a necessidade de uma fonte de alimentação.

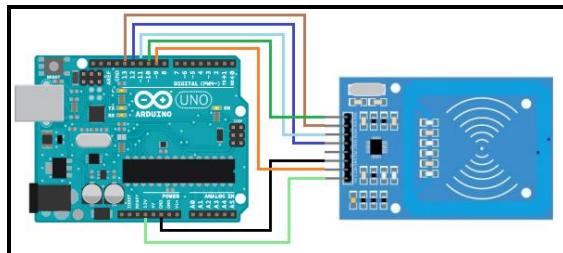


Figura 1. Conexão entre o Arduino e o módulo RFID.

Após a leitura da *tag* pela porta serial, o *middleware* faz uma requisição via POST enviando o RA (número de registro do aluno) da *tag* para o servidor do sistema executando o PHP, para que o mesmo verifique se o estudante está entrando ou saindo da sala, registrando isso na base de dados em MySQL. O *webservice* que é responsável por receber e gravar essas informações segue o seguinte fluxo:

- Verifica a existência de um RA correspondente na base de dados;
- Caso não exista, retorna a mensagem de erro;
- Caso exista, verifica se já existe um registro de entrada do aluno;
- Caso esse registro de entrada exista, significa que o aluno está saindo. O registro de entrada é então alterado para que contenha também o horário de saída;
- Caso não exista um registro de entrada, é criado um novo com o horário correspondente.

Como parâmetros de permanência em sala de aula o horário da primeira preleção foi definido das 19:15 às 20:50, ocorrendo um intervalo até as 21:10, dando continuidade até as 22:45. Para que o estudante seja considerado presente, foi definida que a permanência obrigatória é de no mínimo 90% desse período, isto é, o aluno deve estar presente por no mínimo 1:25:30 em uma aula para validar sua presença

4. Análise dos Resultados

O sistema, com base nos horários de entrada e saída, calculou corretamente a porcentagem de tempo de aula que o aluno esteve presente, com base nos parâmetros estabelecidos. Para os testes foi utilizada uma única sala, com a divisão em dois períodos, conforme mostra a Figura 2, fragmento da tela de controle do professor.

Aluno	Ra	Entradas	Saídas	Presença 1ª Aula (19:15:00 - 20:50:00)	Presença 2ª Aula (21:10:00 - 22:45:00)
Aluno 1	11111111	19:00:00 21:15:00	20:45:00 22:45:00	94.74%	94.74%
Aluno 2	22222222	19:20:00 21:10:00	20:25:00 22:40:00	68.42%	94.74%
Aluno 3	33333333	19:15:00 20:15:00	20:10:00 22:45:00	94.73%	100%
Aluno 4	44444444	19:07:00	20:50:00	100%	0%

Figura 2. Tela de controle do professor.

5. Conclusão

Tendo em vista os aspectos observados nos resultados dos testes, é possível concluir que a solução apresentada cumpre o propósito de automatizar o processo de aferição de presença de acordo com os parâmetros estabelecidos. Pode-se observar também que o conjunto de *hardware* e *software* utilizados atende à expectativa proposta, apesar da distância dos sensores serem pequenas. Para trabalhos futuros é recomendável utilizar sensores com maior capacidade de atuação em relação à distância.

Referências

- Ahgora Escolar. Disponível em: <<http://www.ahgora.com.br/escolar>>. Acesso em 24 de abr. 2016.
- Escribo. Três Estatísticas Alarmantes Sobre Sua Aula (E O Que Fazer a Respeito). 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/2arNSa>>. Acesso em 26 de abr. 2016.
- Gama, Paulo et al. A Ética dos Alunos de Administração e de Economia no Ensino Superior/Management and Economics Student Ethics in Higher Education. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 17, n. 5, p. 620, 2013.
- Marques, Antônio. Detran deve implantar biometria em junho, para aferir aulas práticas. 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/f9fqOs>>. Acesso em: 23 de abr. de 2016.
- MEC/SESU. Constituição (1996). Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei nº 9394 de 20 de dezembro de 1996. DOU, 23/12/96.
- Mentoris. MD Mentoris. Disponível em: <http://www.madis.com.br/produto/md-mentoris.html> Acesso em 24 de abr. 2016.
- Mössenbök, Hanspeter. **Object-oriented programming in Oberon-2**. Springer Science & Business Media, 2012.
- Neves, Clarissa Eckert Baeta. A estrutura e o funcionamento do ensino superior no Brasil. **A educação superior no Brasil**, p. 43-106, 2002.
- Rosa, Anderson et al. Um Sistema Inteligente para uso no Controle de Presença Acadêmico. **XII Simpósio de Automação Inteligente, SBAI**. Natal, RN. 2015.
- Wijnen, Bas; Anzalone, G. C.; Pearce, Joshua M. Open-source mobile water quality testing platform. *Journal of Water Sanitation and Hygiene for Development*, v. 4, n. 3, p. 532-537, 2014.
- Yamamoto, Karina. Professor brasileiro gasta 20% do tempo de aula com indisciplina. 2014. Disponível em: <<https://goo.gl/XtFCFS>>. Acesso em 26 de abr. 2016.

Gestão do Conhecimento em uma Instituição de Ensino Superior: Iniciação Científica

Luis Antonio Ccopa Ybarra¹, Marisa Soares²

^{1,2}Universidade Nove de julho (Informática/Uninove)

Rua Vergueiro 235, Liberdade, São Paulo, Brasil

lybarra@uni9.pro.br; marisasoares@uninove.edu.br

Resumo: Com base no estudo de caso e na pesquisa de campo de natureza qualitativa, buscou-se identificar e analisar as possibilidades didático pedagógicas das atividades da Iniciação Científica, que na experiência da universidade pesquisada tem se demonstrado, além de uma ponte de conexão dos alunos da graduação com os projetos docentes da pós-graduação, uma perspectiva de uma formação profissional com qualidade.

Abstract: Based on the case study and qualitative field research, seek to identify and analyze the didactic pedagogical possibilities of undergraduate research activities, which in our experience in the researched university have demonstrated that beyond a connecting bridge between the undergraduates and the graduate faculty projects, there is also a prospect of a quality professional training.

Áreas temáticas: Gestão do Conhecimento.

1. Introdução

A Gestão do Conhecimento tem como objetivo aproveitar de forma ótima os conhecimentos existentes, desenvolvendo e transformando-os em novos produtos, processos e campos de atividades econômica, “também pode ser aplicado ao capital financeiro, o capital do conhecimento deve aumentar e, consequentemente elevar o valor da empresa” (North, 2010, p.4).

As decisões de uma empresa são tomadas de acordo com um quadro de referências determinado pela sua cultura. A condução da equipe e as ações realizadas na busca de resultados são condicionadas por essa cultura. “Uma cultura organizacional bem definida garante consistência e coerência nas ações e decisões, proporcionando, em média, melhores condições de alcançar as metas aprovadas” (Lacombe, 2011, p. 153).

O propósito desta pesquisa é demonstrar como uma instituição de ensino superior pode desenvolver uma Gestão de Conhecimento Científico atrelada à qualidade de seu ensino. A motivação para desenvolver esta investigação originou-se na observação das realizações da Iniciação Científica que foram crescendo anualmente e propiciam a formação de profissionais com uma capacitação diferenciada para atuar nas empresas ou no meio acadêmico. Destacam-se aspectos de inovação institucional e acadêmica por meio da criação de uma referência interna e externa para a introdução do pensamento científico sistemático e criativo, contribuindo não só para ampliar o desempenho educacional de toda a universidade, mas também para criar um diferencial de qualidade

na formação de estudantes. Para tanto, o enfoque pedagógico não se limita em envolver o estudante com um projeto isolado da Iniciação Científica, mas também em disciplinas e outras atividades integradas que o vinculem de fato à atividade de pesquisa e às perspectivas profissionais que esta atividade pode propiciar.

Inicialmente, serão apresentadas algumas características organizacionais e institucionais baseadas no conhecimento, a forma de como se realiza a Iniciação Científica na instituição de ensino, os resultados obtidos desta Gestão do Conhecimento, onde serão apresentadas tabelas e resultados alcançados.

2. As Organizações do Conhecimento

A organização do conhecimento em geral, convergem e se entrelaçam distintos tipos de dimensões da organização. O conhecimento se encontra em diversos departamentos específicos, projetos e processos de negócios relacionados, mas ali ele não é sistematicamente elaborado e transferido às unidades organizacionais. (North, 2010, p. 77).

“ Nas organizações contemporâneas, o conhecimento tem sido tratado como um valioso ativo estratégico” (Di Serio e Vasconcellos, 2009, p.248) A ideia que permeia a *learning organization* é que seja possível crer que a construção de uma organização de aprendizagem é fruto de uma estratégia bem definida. Aprendizado organizacional refere-se ao aprendizado de indivíduos e grupos de uma organização, enquanto que as organizações de aprendizagem enfatizam o aprendizado disseminado em toda a organização, dessa maneira se comprehende que os processos de aprendizagem organizacional são meios para o desenvolvimento de novas competências.

2.1. Educação Corporativa

Angeloni (2003, p.82) diz que o “grande desafio para as organizações é compreender o que significa aprendizagem” e, como ela ocorre no indivíduo e como processa a transferência dessa aprendizagem individual para a organização, a fim de poder gerenciar e alavancar esse processo, direcionando-o para as estratégias e criando uma cultura organizacional que a favoreça. Na área empresarial, buscam-se conhecimentos que sejam de difícil duplicação, principalmente pelos concorrentes. No caso das organizações acadêmicas, essa busca de superação de concorrentes não é tão visível, “apesar de se buscar melhores métodos de ensino, patentes, publicações, financiamentos e outros resultados da atividade de ensino, pesquisa e extensão” (Silva, 2010, p.40).

Sistemas didáticos convencionais estão limitados à transmissão de conhecimentos, sendo mais comum se aterem apenas a apresentação de informações. A sabedoria e a inteligência não podem ser transmitidas de uma forma convencional em razão da necessidade da experiência que funcionará como cimento de toda estrutura mental arquitetada. Laboratórios ou pesquisas práticas desempenham um papel importante para o entendimento e assimilação de algumas disciplinas. A troca de experiências das pessoas que trabalham em um ambiente corporativo tende a retroalimentar a própria empresa. “Sendo assim, é necessário pensar em mecanismos ou formas de desenvolver e incrementar o conhecimento, a inteligência e a sabedoria dentro das empresas” (Côrtes, 2008, p. 47). Para tanto a Gestão do Conhecimento fornece elementos que podem fomentar e ampliar as trocas de experiências no ambiente corporativo e acadêmico científico.

Para que uma aprendizagem organizacional e institucional acadêmica seja benéfica é necessário compreender que a sobrevivência em ambientes dinâmicos exige a capacidade de aprendizagem, inserida em certas características: “se as pessoas continuam expandindo sua capacidade de criar, se novos padrões de pensamento são cultivados e se as pessoas aprendem juntas” (Pagliuso et al, 2010, p.133).

3. Metodologia

Esta pesquisa apresenta um estudo de caso de uma Universidade particular do Estado de São Paulo. Utilizou-se o recurso técnico do questionário, para demonstrar como uma instituição de ensino superior pode desenvolver uma Gestão de Conhecimento Científico atrelada à qualidade de seu ensino.

4. Resultados e Discussão

Conforme Soares (2016), amostragem desta pesquisa foi elaborada a partir dos Anais do XI Encontro de Iniciação Científica, realizado em novembro de 2014, sob o tema: “Pesquisa Científica como Formação Profissional e Social”. Foram apresentados, aproximadamente, 283 pôsteres com resultados das pesquisas dos alunos de Iniciação Científica da instituição pesquisada e também de outras instituições, sendo que no XII Encontro de Iniciação Científica realizado no ano de 2015 foram apresentados 480 pôsteres. Esses dados evidenciam um representativo crescimento na participação e na produção acadêmica de trabalhos da Iniciação Científica. Entre os alunos de Iniciação Científica, aplicaram-se 30 questionários e obtive-se o retorno de 20 respondidos.

Tabela 1. Divisão de alunos por continuidade em seus estudos.

Outra graduação	Pós-Graduação	Outros cursos
3	15	2

Tabela 2. Divisão de alunos por experiência na prática da Iniciação Científica.

1 Semestre	2 Semestres	3 Semestres	4 Semestres	Mais de 2 anos
1	10	1	6	2

Tabela 3. Divisão de alunos por escolha do tema da Iniciação Científica.

Disciplinas	Conteúdos estudados	Temas diversificados
6	12	2

Um dado importante, a significativa presença dos alunos em 4 semestres de participação nos projetos de pesquisa, assim como prevaleceu a preferência de que os projetos de pesquisa se relacionassem aos conteúdos estudados no decorrer da graduação.

5. Conclusão

As práticas da Iniciação Científica ensejam condições pedagógicas diferenciadas, por meio das atividades em grupos de pesquisa, na leitura dos textos acadêmicos e em debates analíticos do desenvolvimento das pesquisas, suas escolhas metodológicas e seus resultados. Nesses processos analíticos os alunos da graduação trocam conhecimentos com os pós-graduandos e os orientadores, sendo esse relacionamento a própria convivência com a pesquisa. Amplia-se e diversifica-se a Gestão do Conhecimento

Institucional, por meio dos eventos científicos: o Encontro Anual de Iniciação Científica, Seminário Nacional de Pesquisa, Periódicos Científicos de diversos Programas de pesquisa da Instituição, entre outros. Além da produção interna, na atualização contínua dos profissionais, destaca-se a socialização do conhecimento e o diálogo acadêmico interinstitucional entre as instituições brasileiras e internacionais. A gestão do conhecimento advindo dos Projetos de Extensão Universitária também são exemplos da responsabilidade com a sociedade e a aproximação entre a comunidade acadêmica e a comunidade local de cada unidade da instituição, propiciando mais concretude e qualidade aos projetos de pesquisa. Em termos empresariais, a responsabilidade em função da “educação para a sociedade” foi incorporada pela educação corporativa haja vista que, além de sua tradicional missão na qualificação técnica/administrativa do trabalhador, “assumiu também o desenvolvimento de competências interpessoais, no qual todos os componentes da subjetividade passam a ser foco dos trabalhos propostos” (Starec et al, 2012, p.186). Valoriza-se, enfim, a Cultura Organizacional que denota a pesquisa como meio de diálogo e comunicação organizacional, desenvolvendo uma identidade pessoal e profissional entre alunos, profissionais docentes e administrativos com a Instituição que representam.

Referências Bibliográficas

- Angeloni, Maria Terezinha. (2003). *“Organizações do conhecimento: Infraestrutura, pessoas e tecnologias* / Coordenadora Maria Terezinha Angeloni, São Paulo. p. 215.
- Côrtes, Pedro Luiz, *Administração de sistemas de informação*, São Paulo: Saraiva, 2008.
- DI Serio, Luiz Carlos e Vasconcellos, Marcos Augusto de, (2009) *Estratégia e competitividade empresarial: inovação e criação de valor*. São Paulo: Saraiva.
- Lacombe, José Masset Francisco, *Administração Fácil*, São Paulo: Saraiva, 2011.
- North, Klaus. (2010) *“Gestão do conhecimento: um guia prático rumo a empresa inteligente* /Klaus North; [tradução Marcos Cavalcanti]. Rio de Janeiro: Qualitymark, 312p.
- Pagliuso, Antonio Tadeu (2010), CARDOSO, Rodolfo e SPIEGEL, Thaís. *Gestão organizacional: o desafio da construção do modelo de gestão*. Instituto Chiavenato (org.). São Paulo: Saraiva.
- Silva, Ronaldo Pedreira, (2010) *A gestão do conhecimento em instituições de ensino superior e tecnológico: análise do instituto federal de educação, ciência e tecnologia da Bahia – IFBA*. Dissertação de mestrado, apresentado ao Programa de Mestrado em Educação – Projeto Gestor, área de concentração em Informática e Comunicação Pedagógica, da Faculdade de educação da Universidade de Brasília. 142 f.
- Starec, Cláudio (2012), *Gestão da Informação, Inovação e Inteligência corporativa: como transformar a informação em vantagem competitiva nas organizações*, São Paulo: Saraiva.
- Soares, Marisa. (2016) *A prática da pesquisa no ensino superior: a iniciação científica como mediação da aprendizagem significativa*. Tese (doutorado) – Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo. 158 f.

Desenvolvimento de um Protótipo para Análise de Vibrações Automotivas Utilizando a Plataforma Arduino em Conjunto com Técnicas de Redes Neurais Artificiais

Development of a Prototype for Automotive Vibration Analysis Using Arduino platform Jointly with Artificial Neural Network Techniques

**Ana Carolina dos Santos¹, Bruno Lourenço da Silva¹, Laércio da Silva Santos¹,
Edson Melo de Souza²**

¹ Universidade Nove de Julho (Graduação em Ciências da Computação)
Avenida Doutor Adolpho Pinto, 109, Barra Funda – São Paulo/SP - Brasil

² Universidade Nove de Julho (Diretoria de Informática)
Avenida Doutor Adolpho Pinto, 109, Barra Funda – São Paulo/SP - Brasil
anacarolina.santos.souza@gmail.com, brunno.lourenco25@gmail.com,
laercio.santos04@gmail.com, prof.edson.melo@gmail.com

Resumo. *Este trabalho tem como objetivo apresentar um protótipo de software e hardware capaz de analisar e identificar vibrações anormais presentes em veículos automotivos, mais especificamente seu desalinhamento, por meio da aplicação de redes neurais artificiais MLP, com dados originados de uma plataforma Arduino equipada com acelerômetros e giroscópios, buscando uma solução de baixo custo com confiabilidade e desempenho.*

Abstract. *This work aims to present a software and hardware prototype capable analyzing and identifying unusual vibration present in automotive vehicles, more specifically its misalignment, applying artificial neural network MLP technics with data originated from an Arduino platform equipped with accelerometers and gyroscopes, looking for a low cost solution, reliability and performance.*

Automação, IoT, Sistemas Inteligentes.

1. Introdução

A análise de vibrações é um dos indicadores mais precisos para identificar o estado de funcionamento de um sistema, permitindo localizar a fonte causadora de um possível mau funcionamento, Sequeira (2012). Embora tal técnica seja eficaz na detecção de irregularidades nas vibrações de um equipamento, esta apresenta também um custo elevado e a necessidade de profissionais especializados na área

Alguns trabalhos, como o de Gonçalves (2016), têm buscado recursos dos sensores iniciais, como acelerômetros e giroscópios, uma vez que estes sensores são capazes de

medir variações de velocidade angular e aceleração linear, além de apresentarem uma grande precisão e baixo custo.

2. Fundamentação Teórica

Os acelerômetros são dispositivos eletrônicos que medem a aceleração linear de um corpo e permitem quantificar de forma objetiva a frequência, duração e intensidade da atividade física Romanzini *et al* (2012), podendo ser adaptado para outras situações. O giroscópio, muito utilizado em navios, aviões e espaçonaves, consiste em um rotor suspenso por um suporte formado por dois círculos articulados. Seu funcionamento baseia-se no princípio da inércia, o eixo em rotação guarda a direção fixa em relação ao espaço Rodriguez-Silva *et al*. (2008).

O Arduino é uma plataforma para desenvolvimento de protótipos de código aberto do tipo *hardware easy-to-use*. Esta plataforma é capaz de ler dados de entradas e gerar dados de saída por meio de sensores e motores Banzi e Shiloh (2015).

As redes neurais artificiais (RNA) consistem de uma técnica de Inteligência Artificial que é inspirada na estrutura e funcionamento do cérebro humano e é comumente aplicada em tarefas envolvendo a classificação de padrões. Uma ANN é composta por elementos interconectados, chamados neurônios artificiais, que são responsáveis pelo processamento da informação (Haykin, 1998). O *Multilayer Perceptron* (MLP) é um modelo de RNA caracterizado por possuir, além das camadas de entrada e saída, uma ou mais camadas ocultas e o algoritmo mais usado para o treinar este tipo de rede é o da retropropagação, que é composta por duas etapas principais. Na primeira etapa, quando um padrão é apresentado à rede através da camada de entrada, o sinal de ativação é propagado camada por camada, até que a resposta seja produzida pela camada de saída. Na segunda, a saída obtida é comparada com a saída desejada para o padrão considerado, produzindo um sinal de erro. Este sinal de erro é então propagado da camada de saída para a camada de entrada e os pesos sinápticos estão sendo ajustados de modo que a resposta real da rede se aproxime da resposta desejada (Haykin, 1998).

3. Metodologia

O presente trabalho utiliza a plataforma Arduino com o acoplamento de um sensor MPU 6050 (acelerômetro e giroscópio) Figura 1, os quais recolhem dados em ambiente controlado para determinar as vibrações normais.

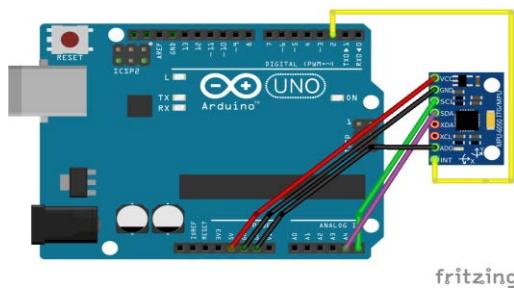


Figura 1. Conexão do Arduino com o MPU 6050.

O modelo MLP de rede neural então é treinado e, posteriormente, o protótipo é fixado em um veículo que, durante seu deslocamento, recolhe os dados de vibração e os

submete ao modelo que realiza a análise e apresenta um gráfico utilizando o middleware Processing, em tempo real, com os resultados obtidos após treinamento em superfície regular Figura 2 (a), e durante a avaliação do deslocamento em superfície irregular figura 2 (b).

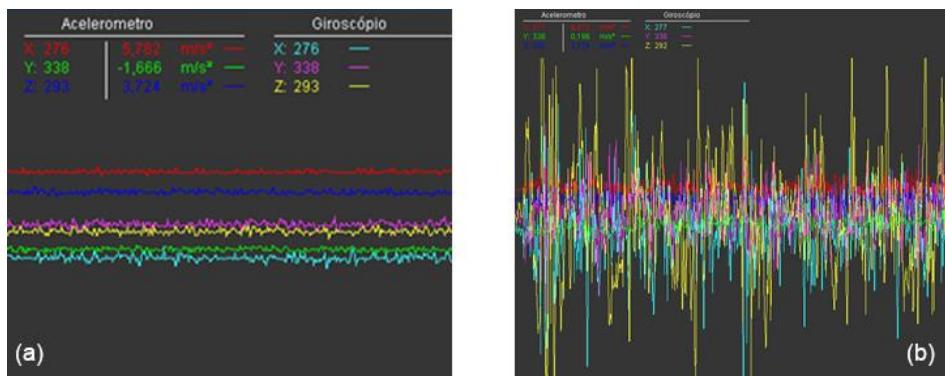


Figura 2. Gráfico do treinamento da rede (a) e gráfico das vibrações (b).

4. Análise Parcial dos Resultados

O software Matlab foi utilizado para o desenvolvimento, implementação, treinamento e validação da rede neural artificial, como objetivo de analisar as informações recolhidas pelo sensor inercial e identificar um padrão capaz de identificar uma variação de sinais que representam uma irregularidade no padrão correto de vibrações apresentadas em um carro de passeio. Vale lembrar que a simulação do procedimento foi realizada com recursos disponíveis ao alcance e de baixo custo, na tentativa de reproduzir minimamente em escala menor as condições reais do deslocamento de um veículo de passeio.

Diversos testes foram realizados para observar o comportamento e a variação dos dados de entrada em diferentes ocasiões, podendo ser observado que o deslocamento do sensor inercial em superfícies e velocidades diferentes, produzem variações diferentes. Na primeira amostra figura 2 (b) foi observado que as variações mantêm-se regular com uma média constante, já no deslocamento em superfícies irregulares é observado uma mudança contínua na variação de dados, o que ocorre de maneira diferente se deslocado em uma superfície plana, onde a variação mantém um intervalo maior entre as mudanças Figura 3.



Figura 3. Deslocamento em superfície irregular.

5. Conclusão

Tendo em vista os aspectos observados nos resultados dos testes, é possível concluir que a solução apresentada cumpre o propósito para auxiliar na identificação de variações irregulares de vibrações presentes em veículos de passeio cujo objetivo específico é identificar o desalinhamento dos eixos. Entretanto, foi observado que a obtenção e análise dos dados de treinamento necessitam de um tratamento mais refinado, uma vez que na variação irregular de terreno apresentou, um comportamento semelhante a variação aceitável, podendo causar erros significativos durante o treinamento e validação da rede neural proposta, assim como a sua utilização para identificar de fato a variação correta e incorreta dos sinais gerados.

Referências

- Banzi, Massimo; SHILOH, Michael. **Primeiros Passos com o Arduino–2^a Edição**. Novatec Editora, 2015.
- Gonçalves, Carlos Filipe Silva. **Projeto e Desenvolvimento de um Veículo Submarino Autónomo**. 2016. 70 f. Dissertação (Mestrado). Cursos de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Cidade do Porto. 2016.
- Haykin, S. 1998. Neural Networks: *A Comprehensive Foundation*. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall PTR.
- Lima, Mauro Almeida *et al.* Uso de Redes Neurais Artificiais (RNA) do tipo Multilayer Perceptrons (MLP) modificado com processamento estatístico em paralelo para estudo do problema de classificação da origem de vinho tinto. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 6, n. 2, 2016.
- Rodriguez-Silva, Daniel A. *et al.* Human motion tracking and gait analysis: a brief review of current sensing systems and integration with intelligent environments. In: **2008 IEEE Conference on Virtual Environments, Human-Computer Interfaces and Measurement Systems**. IEEE, 2008. p. 166-171.
- Romanzini, Marcelo; PETROSKI, Edio Luiz; REICHERT, Felipe Fossati. Accelerometers thresholds to estimate physical activity intensity in children and adolescents: a systematic review. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 14, n. 1, p. 101-113, 2012.
- Sequeira, Cláudia Dias. **A análise de vibrações como ferramenta para a melhoria da manutenção em aerogeradores**. 2012. 183 f. Tese (Doutorado). Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Lisboa, Lisboa, 2012.

IoT para Controle de Tráfego de Automóveis Utilizando a Plataforma Arduino e Técnicas das Redes Neurais Artificiais

IoT for Car Traffic Control Using Arduino Platform and Artificial Neural Networks Techniques

Caique Barbosa Santos¹, Thiago Rabelo Soares de Lima¹, Edson Melo de Souza²

¹ Universidade Nove de Julho (Graduação em Ciências da Computação)
Avenida Doutor Adolpho Pinto, 109, Barra Funda – São Paulo/SP - Brasil

² Universidade Nove de Julho (Diretoria de Informática)
Avenida Doutor Adolpho Pinto, 109, Barra Funda – São Paulo/SP - Brasil

caique.barbosasantos@gmail.com, trsoareslima@gmail.com,
prof.edson.melo@gmail.com

Resumo. *Com o crescimento da frota de veículos nas grandes metrópoles, existe a necessidade de buscar novas soluções para melhorar o fluxo e a mobilidade e, um dos pontos críticos são os gargalos criados pelos semáforos. Neste sentido, as redes neurais artificiais (RNAs) podem auxiliar na resolução dessa problemática por meio do aprendizado e do reconhecimento de padrões, uma vez que decisões precisam ser tomadas, utilizando-se para isso o planejamento probabilístico de Markov. Este artigo apresenta uma proposta de solução com baixo custo para otimização dos tempos de abertura e fechamento dos semáforos, auxiliando a diminuição dos congestionamentos no perímetro urbano, utilizando o Arduino como plataforma de controle.*

Abstract. *To the growth of the vehicle fleet in big metropolis, there is a need to looking for new solutions to improve the flow and mobility, and a critical point are the bottlenecks created by the traffic lights. In this sense, artificial neural networks (ANN) can assist in solving this problem through learning and pattern recognition, since decisions must be made, using it for a Markov probabilistic planning. This paper presents a propose for allow-cost solution to optimize the opening and closing times of the traffic lights, helping to decrease traffic jam in the urban area, using the Arduino as control platform.*

IoT, Inteligência Computacional, Simulação Computacional.

1. Introdução

Atualmente, a maior parte dos semáforos utilizados na cidade de São Paulo, tem um padrão de funcionamento determinado por tempo fixo, apresentando padrões e características que não atendem as variações do trânsito na cidade. Entretanto, para determinadas regiões, existem tipos de semáforos com temporizador específico para determinadas horas do dia, que melhoram o fluxo, mas ainda não atendem a diversidade de maneira correta para melhorar o trânsito significativamente Moreno, Mamede e De

Pina Filho (2014). Segundo Bonetti e Pietrantonio (2001), “A evolução do controle semafórico no Brasil desenvolveu-se na década de 70 por linhas definidas pelas experiências de outros países [...]”.

O uso de semáforos inteligentes surgiu a mais de 40 anos, como afirma Heinen (2013), para se adaptarem ao aumento no número de veículos nas vias e diminuir o tempo perdido nelas, sendo utilizados em grandes cidades, onde há um maior número de veículos em circulação. Tais semáforos, apesar de se mostrarem eficientes, acabam sendo inviabilizados em muitas regiões pelo seu alto custo, que chega a apresentar um valor de 40% a mais que um sistema convencional.

Esse artigo apresenta uma proposta de desenvolvimento de um conjunto de *hardware* e *software* para construção de semáforos inteligentes utilizando conceitos de aprendizagem por reforço e redes neurais artificiais, adaptando o aprendizado de máquina à plataforma Arduino, buscando viabilizar a utilização dos semáforos inteligentes com um menor custo, facilitando assim o processo de implantação e operação.

2. Referencial Teórico

Segundo Banzi e Shiloh (2011), o “Arduino é uma plataforma eletrônica de prototipagem e de código livre, com suporte a entrada e saída”. A utilização desta plataforma em conjunto com componentes auxiliares como sensores, LED (*Light Emitting Diode* – Diodo Emissor de Luz), *displays*, entre outros, pode proporcionar o desenvolvimento de equipamentos que atendem a diversas soluções para os mais variados problemas, apresentando baixo custo e fácil manuseio.

Costa (2012) explica que na interação com o ambiente é possível utilizar o aprendizado por reforço (AR) para resolver problemas de ordem complexa, pois, a cada necessidade em que um agente precisa interagir com um ambiente, este deve aprender quais ações tomadas oferecem uma recompensa melhor. Através deste processo o agente avalia o resultado de determinada ação e o estado definido, levando ao aprendizado de uma política que melhora os resultados das ações tomadas em longo prazo. Portanto, através deste processo de aprendizado por reforço utilizado com um algoritmo de aprendizado utilizando Redes Neurais Artificiais, é possível obter resultados que permitem melhorar o fluxo de veículos em um cruzamento Sutton e Barto (2005). As redes neurais artificiais (RNA) consistem de uma técnica de Inteligência Artificial que é inspirada na estrutura e funcionamento do cérebro humano e é comumente aplicada em tarefas envolvendo a classificação de padrões (Haykin, 1998).

O processo de decisão de Markov (MDP - *Markov Decision Process*) auxilia a modelar processos onde as mudanças entre os possíveis estados deste processo são probabilísticas, como no caso das variáveis em questão no exemplo do cruzamento. De acordo com Vecchia (2013), este tipo de processo é importante em sistemas de AR, pois, a partir da análise de qual o estado atual o sistema se encontra é possível altera-lo mediante ações específicas. Cada uma das ações tomadas gera uma chamada recompensa. No caso do semáforo inteligente a recompensa poderia ocorrer ao ser detectado um aumento no fluxo de veículos parados em um sentido. Ao acionar-se um evento de fechamento do semáforo de sentido contrário caso este possua um fluxo livre

ou menor do que o primeiro obterá um melhor aproveitamento do tempo neste semáforo através dessa ação, o processo exemplificado aqui é chamado de processo de decisão, pois podem executar ações que alteram funcionamento do sistema buscando um resultado melhor Costa (2012).

3. Materiais e Métodos

No ambiente que está em estágio inicial de desenvolvimento, cada semáforo para veículos do cruzamento recebeu um LED que representa cada uma das cores do semáforo, sendo estas, verde, amarelo e vermelho. Assim como cada semáforo de pedestres receberá um LED verde e um vermelho.

O emissor IR envia constantemente para o receptor um sinal indicando que a pista está livre, a cada interrupção do sinal, atribui uma passagem de veículos, caso o semáforo esteja fechado essa interrupção fica constante, e, de acordo com o posicionamento do emissor, é possível identificar se há uma fila de carros.

Realizando a análise em cada via do cruzamento e, considerando também o número de veículos circulando, o sistema define então qual semáforo será fechado e por quanto tempo, liberando-o consequentemente caso não haja fluxo de veículos no semáforo oposto no cruzamento. Para realização dos procedimentos descritos são utilizadas as técnicas descritas do Processo de decisão de Markov, assim como os conceitos de aprendizado por reforço no *software* que controlará este sistema.

Para a montagem do *hardware* utilizado no ambiente de testes Figura 1, esta sendo utilizada uma placa Arduino ATmega2560 com 54 entradas e saídas digitais, 16 entradas analógicas, 4 portas de comunicação serial. Como material adicional 8 LED de cor verde, sendo uma para cada um dos 4 semáforos de veículos e outros 4 para cada um dos semáforos de pedestres; 4 LED de cor amarela, sendo uma para cada um dos 4 semáforos de veículos; 8 LED de cor vermelha, sendo uma para cada um dos 4 semáforos de veículos, outros 4 para cada um dos semáforos de pedestres; 4 emissores IR (*Infrared*) que são utilizados para enviar um sinal para um receptor; 4 receptores IR que servem para verificar se o sinal emitido pelo emissor está chegando ao seu destino; 4 resistores de 300 ohms que funcionam em conjunto com o emissor IR; 4 resistores de 10k que trabalham em conjunto com o receptor, como descrito em Banzi e Shiloh (2011).

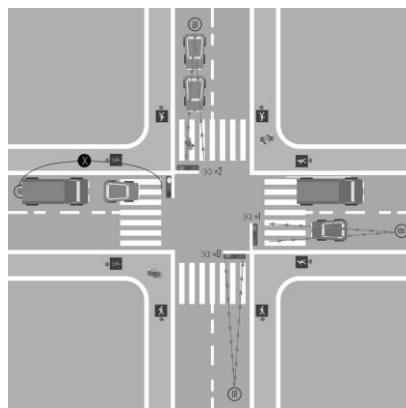


Figura 1. Layout do ambiente de testes.

6. Conclusão

Os testes iniciais utilizando o sistema em desenvolvimento com a plataforma Arduino em conjunto com técnicas das redes neurais artificiais e de aprendizagem por reforço, mostraram êxito nos primeiros ensaios, onde o sistema foi capaz de apresentar, parcialmente, uma melhora no controle do fluxo dos automóveis dentro do ambiente proposto Figura1. Embora haja necessidade de ajustes no *hardware* e no *software*, o projeto se mostrou viável e com grande chance de êxito de atingir o objetivo de construir um ambiente capaz de apresentar uma melhoria no fluxo do transito para grandes capitais, como São Paulo.

Devido a solução proposta se encontrar no estágio inicial de desenvolvimento, não há resultados relevantes a serem apresentados no momento, ficando tais resultados para trabalhos futuros.

Referências

- Banzi, Massimo e Shiloh, Michael. **Primeiros Passos com Arduíno**, Editora Novatec, 2012.
- Bonetti Jr., W.; Pietrantonio, Hugo Utilização e Parametrização de Semáforos Atuados pelo Tráfego. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo, Brasil, 2001. Disponível em: <http://www.sinaldetransito.com.br/artigos/uso_e_parametrizacao_de_semaforos_atuados_%20pelo_trafego.pdf>. Acesso em: 3 de out. 2016.
- Costa, Gabriel M.; Bastos, Guilherme, S. Semáforo Inteligente – Uma Aplicação de Aprendizagem por Reforço. **Anais: XIX Congresso Brasileiro de Automática**. CBA, 2012.
- Haykin, S. 1998. Neural Networks: *A Comprehensive Foundation*. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall PTR.
- Heinen, M. et al. Controle Inteligente de Semáforos Utilizando Redes Neurais Artificiais com Funções de Base Radial. **Encontro Anual de Tecnologia da Informação e Semana Acadêmica de Tecnologia da Informação. Frederico Westphalen/RS**, p. 38-45, 2013.
- Moreno, Lucas Devides; Mamede, Bruno Borges; De Pina Filho, Armando Carlos. Automação de semáforos para uma melhor dinâmica urbana. **Revista dos Transportes Públicos-ANTP-Ano**, v. 37, p. 3º, 2014.
- Sutton, Richard S.; Barto, Andrew G. Reinforcement Learning: An Introduction. Bradford Book. Disponível em: <<https://webdocs.cs.ualberta.ca/~sutton/book/ebook/node1.htm>>. Acesso em: 8 ago. de 2016.
- Vecchia, Alessandro Dalla. **Semáforos adaptativos, uma abordagem baseada em inteligência de enxames para a mobilidade urbana**. 2013. 98 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência da Computação, Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/86282>>. Acesso em: 6 out. 2016.

ECM Systems comparison model proposal

Ohashi, F. Kazuo¹, Gaspar, Marcos²

¹ Mestrando (Diretoria de Informática/Mestrado em Informática e Gestão do Conhecimento – Uninove)

Endereço Postal (Rua Vergueiro, 235-249 – Liberdade - São Paulo (SP) – Brasil

² Doutor (Diretoria de Informática/Mestrado em Informática e Gestão do Conhecimento – Uninove)

Endereço Postal (Rua Vergueiro, 235-249 – Liberdade - São Paulo (SP) – Brasil
endereço de e-mail kazuo@uni9.pro.br, marcos.antonio@uni9.pro.br

Abstract. Acquire a ECM (Enterprise Content Management) tool is a long-term investment and has impact in several company's departments. In order to help decision maker's in their analyses on which tool best suit company needs there are IT (information technology) research firms specialized on analyze ECM software market. This study will compare 2009 to 2015 reports, by listing the strengths and weakness of each year top-ranked tools. In addition, a literature review will be made seeking academic papers where the author made a future prediction of ECM market and then this prediction will be compared with the Gartner and Forrester market analyses.

Keywords Enterprise Content Management, ECM, Forrester Wave, Gartner Magic Quadrant

1. Introduction

All companies produce valuable information like reports, projects, e-mail, in many cases used only once and then they are either discarded or inaccessible for reuse. These artefacts are used to generate knowledge to others within the company (RAMANA, 2003).

The amount of physical and digital information created and stored are increasing exponentially, including unstructured content which can't be easily retrieved when needed. To manage increasing information overload and considering the structured and unstructured data complexity, many organizations have implemented enterprise content management (ECM) systems. (Alalwan & Weistroffer, 2012)

According to AIIM (Association for Information and Image Management), a non-profit organization with more than 180,000 members worldwide that provides independent research, education and certification programs to information management community, an ECM system is:

“The strategies, methods and tools used to capture, manage, store, preserve, and deliver content and documents related to organizational processes. (AIIM, 2016).”

Acquire a ECM tool is a long-term investment and has impact in several company's departments. In order to help decision maker's in their analyses on which tool best suit

company needs there are IT (information technology) research firms specialized on analyze ECM software market.

The importance of research services has been study more than ten years ago like Firth and Swanson (2005) and Burk's (2006) research. So, IT research firms were most useful, for activities such as monitoring trends, learning about new IT innovations, identifying emergent IT standards, formulating and choosing a new IT strategy, and choosing among alternative vendors. (Burks, 2006; Firth & Swanson, 2005)

Recently (Paletta, Paulo, & Dias, 2014) made a research analyzing Gartner's ECM Magic Quadrant reports from 2005 to 2014. The two most respectful IT research firms are: Gartner Inc and Forrester Inc. (Michael, 2015)

Forrester Inc. is a Cambridge, MA (USA) based firm founded in 1983 with more than 1,000 employees in 27 cities around the world. The Forrester Wave is a research report of vendors in software, hardware and services that uses a transparent methodology to compare players with an Excel like spreadsheet and an offer x strategy graphic.

Potential buyers can easily compare vendor's offers without spend months doing their own research. Forrester Wave stack up vendors against each other in a two axes graphic that represents a snapshot of the current market (Forrester, n.d.).

Gartner Inc. a Stamford, CT (USA) based firm with more than 7,600 employees founded in 1979. Gartner's Magic Quadrants offers to buyers some visual summaries reports to evaluate IT markets and vendors software and services improving evaluations and investment decisions. Magic Quadrants are two-dimensional graphic that position vendors according to their completeness of vision and ability to execute a service on a particular market. Gartner uses highly structured methodologies to define the boundaries of a market to evaluate vendors (Gartner, 2013).

Those two companies' reports rank vendors in ECM market. The basic structure of both reports are very similar: ECM market overview and define their core components, vendor graphic comparison and individual vendor characterization. Although they are not identical, it is possible to compare both report's main topics.

This study will compare 2009 to 2015 reports, by listing the strengths and weakness of each year top-ranked tools. In addition, a literature review will be made seeking academic papers where the author made a future prediction of ECM market and then this prediction will be compared with the Gartner and Forrester market analyses.

2. Methods and materials

A Systematic Literature Review (SLR) method will be placed as research method. SLR is commonly used as the means of completing processes based on identifying, evaluating and interpreting all available documents focused on particular research questions or a specific investigation area. This process is not only associated exclusively with scientific environments, but also with any domain or environment such as comparative studies on software tools or technology proposals (Escalona, Domínguez-Mayo, García-García, Sánchez, & Ponce, 2015).

3. Intend results and achievements

Although Gartner Magic quadrant and Forrest wave has different research methodology the results can be listed and analyzed. It is expected that the results has similarities since they both analyze the same market and the same tools.

References

- AIIM. (2016). What is Enterprise Content Management (ECM)? Retrieved May 12, 2016, from <http://www.aiim.org/What-is-ECM-Enterprise-Content-Management>
- Alalwan, J. A., & Weistroffer, H. R. (2012). Enterprise content management research: a comprehensive review. *Journal of Enterprise Information Management*, 25(5), 441–461. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1108/17410391211265133>
- Burks, T. D. (2006). Use of Information Technology Research Organizations. In Proceedings of the 2006 Southern Association for Information Systems Conference (pp. 8–14).
- Escalona, M. J., Domínguez-Mayo, F. J., García-García, J. A., Sánchez, N., & Ponce, J. (2015). Evaluating enterprise content management tools in a real context. *Journal of Software Engineering and Applications*, 8(August), 431–453. Retrieved from http://file.scirp.org/pdf/JSEA_2015082814315038.pdf
- Firth, D. R., & Swanson, E. B. (2005). How useful are IT research and analysis services? *Business Horizons*, 48(2), 151–159. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2004.10.018>
- Forrester. (n.d.). Forrester Wave Methodology Guide. Retrieved September 11, 2016, from <https://www.forrester.com/marketing/policies/forrester-wave-methodology.html>
- Gartner. (2013). Gartner Magic Quadrants and MarketScopes _ How Gartner Evaluates Vendors. Retrieved September 11, 2016, from <https://www.gartner.com/doc/2560415>
- Michael, M. (2015). The main difference between Ovum , Forrester , and Gartner. Retrieved from <http://www.digital-mr.com/blog/view/the-main-difference-between-Ovum-Forrester-and-Gartner>
- Paletta, F. C., Paulo, U. D. S., & Dias, D. (2014). Gestão electrónica de documentos e conteúdo. *Prisma*, (25), 126–152.
- RAMANA, R. From Unstructured Data To Business Intelligence. *IT Professional*, v. 5, n. 6, p. 29–35, 2003.

Aplicação de Multiagentes Inteligentes em um Sistema de Pesquisas e Colaboração para Diagnóstico Médico (SPCDM)

Application of Multi-Agent Intelligent in a Research System for Collaborative Medical Diagnosis (RSCMD)

Paulo Ricardo Batista Mesquita¹, Edson Melo de Souza¹

³ Universidade Nove de Julho (Departamento de Informática)

Avenida Doutor Adolpho Pinto, 109, Barra Funda – São Paulo/SP – Brasil

paulo.ricardobm@gmail.com, prof.edson.melo@gmail.com

Abstract. *Healthcare environments can use online collaborative systems to speed up the activities developed by professionals in this area. This entails the task of integrating users of fixed and mobile devices with a wide range of tools controlled by computer and software-based systems in support of health activities. To control this environment, it proposes a multi-agent system architecture. This model presents intelligent agents to perform in support of end-user tasks, providing facilities such as image processing, storage and data standardization.*

Multi-agents, Cloud Computing, IP Multimedia Subsystem, Online Collaboration.

1. Introduction

One of the most important aspects of medical activity is the ability to make diagnoses considering several variables, such as symptoms, results of laboratory and exercise tests, analysis of digital imaging, among others. For remote users, this work can be simplified if all areas that generate patient information could work in an integrated way and could cooperate to each others through a collaborative systems.

This paper proposes an architecture model using intelligent multi-agents to implements a system for collaborative work among doctors in order to support these professionals in the task of issuing diagnoses. Referred as Research System for Collaborative Medical Diagnosis (RSCMD), it supports medical diagnosis by providing a tool that allow doctors to quickly check the medical records of a patient, to make contact with other doctors, even if working remotely, to make possible they work cooperatively in the same patient data in real time.

3. Theoretical Basis

According to Da Silva (2013), "The decision-making process in clinical practice is the mechanics applied by the physician in order to solve a problem based on their practical and theoretical knowledge.". In this regard, Decision Support Systems (DSS) are widely used in the medical field for maintaining the history/status of patients Silva et al., (2013). However, to get an understanding of the problem, it can be seen that using multiple types of systems with different databases, and some of these are not shared by other areas of the hospital. An example is that not always the computers that doctors use to write their reports communicate directly with digital imaging equipment, or with the equipment used for clinical analysis, often for reasons of physical location, not by technological limitations.

In a quick analysis, the first attempt to solve this issue would be to use a system based on cloud architecture Reese (2009), it could eliminate the limitations related for physical location to get access the patient data stored in remote computers. However, a system based on a cloud architecture implies on users access both through fixed and mobile devices, opening up new requirements about security and real time communications for mobile computing applications Alagöz, Doukas (2010) and Steffenel (2016), once the integration of mobile and fixed users within the same environment is a matter already known. A good solution for it is the model provided by the IP Multimedia Subsystem (IMS), Camarillo (2008), Wuthnow (2009), and as explained in Belqasmi (2009), Abu-Lebdeh (2016) it allows the development of collaborative systems online that can facilitate medical diagnosis, in addition to the inclusion of multi-agent systems Bez (2012).

4. Methodology

The architecture presented in this paper uses the IMS framework to meet the requirements of sharing images and other multimedia resources to aid in the diagnosis of the patient, as shown by Camarillo (2008) and Wuthnow (2009). At first, it is only considering existing equipment in the hospital, they will be connected as if it was a cloud computing system, in order to integrate all other systems. At the same time, it makes the system flexible enough to have new systems to be added in the future

Belqasmi (2009), since new systems use open standards defined by IMS Reese (2009) as well the interfaces provided by RSCMD. It is possible to implement a simplified version of this system, Figure 1, to check if the system meets the requirements of health professionals.

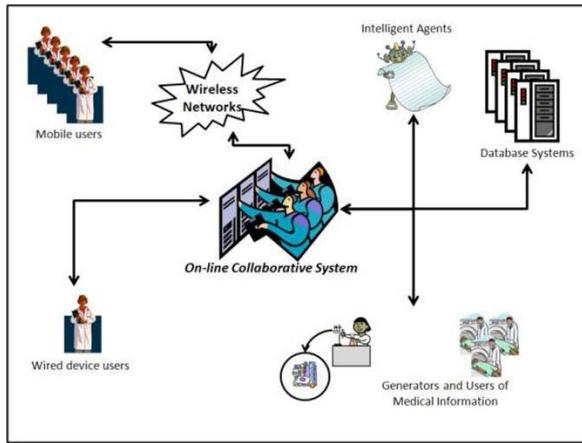


Figure 1. Conceptual model of a collaboration online system, based on RSCMD architecture.

This system have some agents that are responsible to keep the system updated with the information about physical and logical location of all agents responsible for specific services, as image processing, user authentication, etc... When a user wants to have access to a specific service, he connects to the system, through authentication agents. After that, his request is processed by an agent that locates the specialized service. Thus, its agent send the users request to that agent, through a control agent, that monitors the communication, to check if the request was attended, or if something wrong happened, if something wrong took place, it makes the processing resources available. In this architecture, new agents can be added, since they tell to the agents that are responsible to know which services are available in the system.

5. Results

This model architecture provides an stand-alone software that is hosted in an equipment on the network. A user operating the equipment can start a real time communication with other users, and make them all share their opinions and comments in a synchronized way, to achieve a conclusion about what was being analyzed and discussed. The usage of IMS framework allows the integration of both mobile users and fixed users, speeding up the process of hospital medical diagnostics. In addition, it allows users to connect to the environment that is already running, and provide conditions to add new systems, once the new multi-agent AIs uses standard protocols and defined in the XML standard, both for communication tasks, and for requests and responses.

6. Conclusion

The proposed architecture creates a system capable of supporting the health professionals to help them to deal with a lot of information. Another important feature of this architecture is the ability to learn how to improve their performance, not only

because of its characteristic of collaborative intelligent agent, but also by adding new intelligent agents that incorporate new paradigms.

References

- ALAGÖZ, Firat *et al.* From cloud computing to mobile Internet, from user focus to culture and hedonism: the crucible of mobile health care and wellness applications. In: **Pervasive Computing and Applications (ICPCA), 2010 5th International Conference on**. IEEE, 2010. p. 38-45.
- ABU-LEBDEH, Mohammad *et al.* Cloudifying the 3GPP IP multimedia subsystem for 4G and beyond: A survey. **IEEE Communications Magazine**, v. 54, n. 1, p. 91-97, 2016.
- STEFFENEL, Luiz A. *et al.* Using a Pervasive Computing Environment to Identify Secondary Effects of the Antarctic Ozone Hole. **Procedia Computer Science**, v. 83, p. 1007-1012, 2016.
- BELQASMI, Fatna *et al.* Design and implementation of advanced multimedia conferencing applications in the 3GPP IP multimedia subsystem. **IEEE Communications Magazine**, v. 47, n. 11, p. 156-163, 2009.
- CAMARILLO, Gonzalo; GARCIA-MARTIN, Miguel-Angel. **The 3G IP multimedia subsystem (IMS): merging the Internet and the cellular worlds**. John Wiley & Sons, 2007.
- DA SILVA, Guilherme Almeida Rosa. O processo de tomada de decisão na prática clínica: a medicina como estado da arte. **Rev Bras Clin Med**. São Paulo, v. 11, n. 1, p. 75-9, 2013.
- DOUKAS, Charalampos; PLIAKAS, Thomas; MAGLOGIANNIS, Ilias. Mobile healthcare information management utilizing Cloud Computing and Android OS. In: **2010 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology**. IEEE, 2010. p. 1037-1040.
- KELASH, H. M.; FAHEEM, H. M.; AMOON, M. It takes a multiagent system to manage distributed systems. **IEEE Potentials**, v. 26, n. 2, p. 39-45, 2007.
- MCCLOGHRIE, Keith; ROSE, Marshall. **Management Information Base for network management of TCP/IP-based internets: MIB-II**. 1991.
- REESE, George. **Cloud application architectures: building applications and infrastructure in the cloud**. " O'Reilly Media, Inc.", 2009.
- RUSSELL, Stuart Jonathan *et al.* **Artificial intelligence: a modern approach**. Upper Saddle River: Prentice hall, 2003.
- SILVA, Breno Rodrigues *et al.* Sistemas de apoio à decisão médica (SADM). **Revista Eletrônica de Sistemas de Informação e de Gestão Tecnológica**, v. 3, n. 1, 2013.
- WUTHNOW, Mark; SHIH, Jerry; STAFFORD, Matthew. **IMS: A New Model for Blending Applications**. CRC Press, 2009.

Aplicação da Gestão do Conhecimento na Integração do Service Desk por uma Corporação Multinegócios

Application of knowledge management in the integration of the Service Desk for a Multibusiness Corporation

Edgard Dias da Silva¹, Marcos Antonio Gaspar², Fabio Luís Falchi de Magalhães³

¹PPIGC – Programa de Pós-graduação em Informática e Gestão do Conhecimento – Universidade Nove de Julho
Rua Vergueiro, 235/249, Liberdade – São Paulo (SP) – Brasil

²PPIGC – Programa de Pós-graduação em Informática e Gestão do Conhecimento – Universidade Nove de Julho
Rua Vergueiro, 235/249, Liberdade – São Paulo (SP) – Brasil

³PPIGC – Programa de Pós-graduação em Informática e Gestão do Conhecimento – Universidade Nove de Julho
Rua Vergueiro, 235/249, Liberdade – São Paulo (SP) – Brasil

professor_edgard@uni9.pro.br, marcos.antonio@uni9.pro.br,
f.magalhaes@uni9.pro.br

Resumo. O objetivo da presente pesquisa é estudar os possíveis ganhos alcançados com a aplicação da gestão do conhecimento na área de service desk de uma empresa adquirida por uma empresa de multinegócios. Com as fusões e aquisições no Brasil ocorrendo com maior frequência, as empresas precisam se preparar para absorver as novas áreas de TI de empresas adquiridas, o que justifica a contribuição desta pesquisa. A estratégia metodológica que será adotada nesta pesquisa é a abordagem descritiva qualitativa e o método escolhido será o estudo de caso único junto a uma companhia multinegócios brasileira. Espera-se como principais resultados desta pesquisa a identificação dos ganhos auferidos no referido processo.

Áreas temáticas. Gestão do conhecimento; Service desk; Fusão e aquisição.

Abstract. The objective of the present research is to study the gains achieved with the application of knowledge management in the area of service desk of a company acquired by a multibusiness company. With mergers and acquisitions in Brazil occurring more frequently, companies must prepare to absorb the new it areas of acquired companies, hence the contribution of this research. The methodological strategy which will be adopted in this research is descriptive qualitative approach and the method chosen will be the single case study by a brazilian multibusiness company. The main expected results of this research is to identify the gains obtained during this process.

Thematic areas. Knowledge management; Service desk; Merger and acquisition.

1. Introdução

As fusões e aquisições (F&A's) são cada vez mais comuns num mundo globalizado, conforme Ferreira e Callado (2015). Segundo Rossetti (2001), em mais de metade dos casos, grandes empresas vêm nas F&A's três fatores principais: ganhos de *market share* (participação no mercado); b) maior amplitude geográfica de atuação e; c) crescimento por meio da ampliação de escalas operacionais. Em complemento, Oliveira

Anais do Seminário em Tecnologia da Informação Inteligente – SemTII 2018 e Oliveira (2015) apregoam que, além destes aspectos que dizem respeito ao crescimento geral da empresa, outros objetivos prospectados pelas empresas voltam-se à ampliação da competitividade, à diversificação, à verticalização, bem como à busca por sinergia, o que inclui o aporte de tecnologia e a obtenção de novos conhecimentos. Segundo a Kpmg (2016), que realiza estudo sobre fusões e aquisições no Brasil, o número de F&A's referente ao primeiro trimestre de 2016 atingiu recorde para o período. Foram concretizadas 86 operações domésticas de F&A's nos primeiros três meses de 2016. Justifica-se este artigo, pois diante deste aumento de F&A's no Brasil, empresas e departamentos de tecnologia das empresas precisam se preparar para absorver novas áreas de TI das empresas adquiridas, Batista et al. (2014); Oliveira e Oliveira (2015). A integração da TI durante os processos de F&A envolve dois componentes fundamentais para o sucesso da absorção: os sistemas de informação da empresa adquirida, que suportam suas unidades de negócios e a integração da própria TI da organização adquirida, Zhao (2006). O desafio se torna ainda maior, se a empresa adquirente for uma corporação de multinegócios ou diversificada, Pires (2011); Reynolds e Yetton (2015). Neste caso, o gerenciamento da transição por parte das equipes de gestão deve ser ainda maior e acompanhado de perto, pois quanto mais as operações diárias e as estratégias corporativas chaves dependerem da TI, maior será o papel estratégico que a TI assume para a empresa, Fernandes e Abreu (2014). Face ao contexto exposto, o objetivo da presente pesquisa é apresentar os possíveis ganhos alcançados com o processo de integração da gestão do conhecimento de áreas de *service desk* de empresas adquiridas por uma empresa de multinegócios.

2. Fundamentação teórica

2.1 Fusões e Aquisições (F&As)

Entende-se que a transação de fusão propicia que uma entidade seja combinada com outra, de modo que, no mínimo, uma delas acabe por perder inteiramente a sua identidade original. Já a aquisição trata-se de uma transação na qual uma empresa obtém o controle de outra sem combinar os ativos das empresas envolvidas, Group of Ten (2001). Ferreira e Calado (2015) constaram um grande crescimento do volume e o amadurecimento das F&A no Brasil influenciados por questões macroeconômicas, mesmo em período turbulento, tanto no país como globalmente. Para Camargos e Camargos (2015) que fizeram uma análise da produção científica sobre esta temática na literatura nacional no período de 1994 a 2014, apesar do crescimento da produção brasileira, os autores perceberam certa controvérsia e complexidade nos estudos já realizados. Isto porque há certa discordância sobre outros aspectos acerca dos ganhos esperados nos processos de fusão e aquisição.

2.2. Tecnologia da Informação (TI) e Service Desk

A importância da tecnologia da informação para as organizações já foi discutida em vários estudos e trabalhos, Fernandes e Abreu (2014); Ferreira e Calado (2015). Mas quando uma empresa faz F&A de outra, a TI torna-se ainda mais fundamental, Reynolds e Yetton (2015). Os avanços tecnológicos, particularmente aqueles ligados à TI e às comunicações, foram considerados como um dos fatores mais importantes para o sucesso dos processos de F&A's, Pires (2011). No caso da F&A, a TI tem caráter estratégico, porque tem alto impacto na operação e alto impacto no que diz respeito à estratégia chave da absorção dos conhecimentos da nova empresa. Os investimentos em gestão do conhecimento devem fazer parte do montante a ser considerado, pois no caso da F&A é condição essencial para que a integração da TI da empresa adquirida seja realizada da forma transparente e tranquila, que os conhecimentos dos aspectos relevantes para a transição dos STIs estejam disponíveis e difundidos entre os

Anais do Seminário em Tecnologia da Informação Inteligente – Sesi/I 2016. Uma das áreas de operação da TI é o *service desk*. O *service desk* tem como responsabilidade o atendimento aos usuários de toda a organização no que tange à questões, reclamações e problemas relacionados aos diversos serviços de TI, sempre dentro de um padrão de qualidade acordado com estes usuários. Pode englobar também a integração de toda a infraestrutura de gestão de serviços de TI com os processos organizacionais, Fernandes e Abreu (2014).

2.3. Gestão do Conhecimento na F&A

A integração pós-fusão corresponde a um processo gradual e interativo, no qual indivíduos de duas ou mais organizações aprendem a cooperar na transferência de capacidades estratégicas, Alaranta (2005). Nas F&A's é importante que a gestão da empresa adquirente seja munida de informações para que possa tomar decisões assertivas sobre problemas que possam surgir no período de transição. Dada a importância do conhecimento no processo de fusão, Kogut e Zander (1992) sustentam que o conhecimento seja incorporado de forma tácita como “habilidade prática acumulada ou experiência que nos permite fazer algo suave e eficiente”. Neste contexto, as empresas de multinegócios aprenderam com o passar do tempo que a partilha e transferência do conhecimento dos indivíduos e grupos da organização facilita o processo de F&A's. O argumento para explicar tal afirmação é que o conhecimento é realizado por indivíduos que cooperam em uma comunidade social formada na organização, Kogut e Zander (1992). O conhecimento pode ser transferido em qualquer um dos sentidos ou em ambos: a partir da unidade de aquisição para a unidade adquirida; ou a partir da unidade adquirida para a unidade de aquisição. Assim, por exemplo, quando o conhecimento é transferido entre as corporações adquirida e adquirente, refere-se à transferência recíproca de conhecimentos entre ambas. Ou seja, a transferência recíproca de conhecimentos vem com potencial considerável para a criação de novos conhecimentos a serem incorporados em novos produtos e sistemas competitivos, Camargos e Camargos (2015) e Weill e Broadbent (1998).

3. Método de Pesquisa

A pesquisa descritiva qualitativa será aplicada numa empresa de multinegócios. O método empregado será o de estudo de caso único. Estudo de caso é um método específico de pesquisa de campo. Estudos de campo são investigações de fenômenos à medida que ocorrem, sem qualquer interferência significativa do investigador, Gil (2008). A escolha pelo estudo de caso é mais adequada quando se tenta entender, compreender, explorar ou descrever acontecimentos e/ou contextos complexos, onde estão mesclados vários fatores. Para esta pesquisa iremos realizar entrevistas estruturadas com gestores e analistas da empresa adquirente, todos com perfis técnicos e diretamente envolvidos na transição do *service desk* das empresas adquiridas. O levantamento das informações será realizado através de uma pesquisa do tipo *survey*. Segundo Pinsonneault e Kraemer (1993) este tipo de instrumento pode ser descrito como a obtenção de dados ou informações sobre características, ações ou opiniões de determinado grupo de pessoas, indicado como representante de uma população-alvo, por meio de um instrumento de pesquisa – no nosso caso um questionário.

4. Considerações finais

A pesquisa encontra-se ainda em fase terminal de levantamento e coleta de informações, mas alguns resultados preliminares do estudo de caso apresentado já puderam ser observados: 1) Aumento da satisfação dos usuários no novo modelo implementado pela TI; 2) Facilidade do processo de absorção do *service desk* da empresa adquirida; 3) Rapidez na transferência do conhecimento as organizações adquirida e adquirente; 4)

Anais do Seminário em Tecnologia da Informação – Set/17/2016 Elaboração de mecanismos de controle durante todo o processo de absorção do *service desk*; 5) Facilidade no treinamento dos atuais e novos colaboradores, e; 6) Conhecimento tácito incorporado pelos indivíduos por meio de comunidades sociais. Conclui-se que o processo apresentado pode servir como norteador para empresas em momento de fusão/aquisição de seu *service desk* com o da empresa adquirida, minimizando assim os impactos negativos das consequentes fusões de TI.

5. Referências

- Alaranta, M. (2005) “Evaluating success in post-merger IS integration: a case study”. *The electronic journal information systems evaluation*. v. 8, n. 3.
- Batista, C. N. e Pessanha, G. R. G. e Gonçalves, L. R. e Nogueira, L. R. T. e Candido, M. S. (2014) “Impacto das F&A na rentabilidade das empresas adquirentes”. In: Sem. Adm. XVII, SP. p. 1-15.
- Camargos, M. A. e Camargos, M. C. S. (2015) “Mapeamento da produção científica sobre F&A na literatura nacional, 1994 a 2014”. *Revista G&T* v. 15, n. 3, p. 101-137.
- Fernandes, A. A. e Abreu, V. F. (2014) “Implantando a governança de TI: da estratégia à gestão dos processos e serviços”. 4. ed. São Paulo: Brasport.
- Ferreira, T. S. V. e Callado, A. L. C. (2015) “F&A no Brasil: reflexões acerca da evolução do vol. de transações”. *Pensamento Contemporâneo Adm.* v.9, n.2, p.70-83.
- Gil, A.C. (2008) “Como elaborar projetos de pesquisa”. 5. ed. São Paulo: Atlas.
- Group of Ten. (2001) “Report on Consolidation in the Financial Sector”. Ferguson Report, BIS/IMF/OECD.
- Kogut, B and Zander, U. (1992) “Knowledge of the firm, combinative capabilities, and replication of technology”. *Organization Science*. v. 3, n. 3, p. 383-397.
- Kpmg Corporate Finance LTDA (2016) “Relatório de pesquisa: pesquisa de fusões e aquisições 16 - 1º trim”. <http://www.kpmg.com.br>. Julho.
- Oliveria, T. B. P. e Oliveira, M. R. G. (2015) “Abordagem estocástica na avaliação econômico-financeira do processo de fusões & aquisições”. F&A: caso da Totvs S/A.
- Pinsonneaut, A. and Kraemer, K. L. (1993) “Survey research in management information system: an assessment”. *Journal of Management Information System*.
- Pires, M. G. (2011) “A integração pós-fusão dos sistemas e da tecnologia da informação nas fusões e aquisições em instituições bancárias”. Tese de doutorado. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP. São Paulo: USP.
- Reynolds, P. and Yetton, P. (2015) “Aligning business and IT strategies in multi-business organizations”. *Journal of Information Technology*, v. 30, n. 2, p. 101-118.
- Tanriverdi, H. and Uysal, V. B. (2015) “When IT capabilities are not scale-free in merger and acquisition integrations”. *European Journal of Information Systems*, Basingstoke, v. 24, n. 2, p. 145-158.
- Weill, P. and Broadbent, M. (1998) “Leveraging the new infrastructure: how market leaders capitalize on information technology”. Boston: HBSPress.
- Zhao, J. (2006) “The IT integration of mergers & acquisitions”. Master on Science in Engineering and Management, Massachusetts Institute of Technology.

Os perigos das redes sociais: um estudo voltado para a utilização do Facebook® na cidade de Bom Sucesso/MG

Wilker R. de Almeida¹, Paulo Henrique A. de Oliveira¹, Gisely A. Teixeira¹

¹Departamento de Informática – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - Campus Avançado Bom Sucesso (IF Sudeste MG - Bom Sucesso) Bom Sucesso – MG – Brasil

wilker.almeida@ifsudestemg.edu.br, hao.paulo@outlook.com,
giselyteixeira45@gmail.com

Abstract. This article aims to present the dangers of misuse of social networking. Through the use of fakes profiles created on Facebook®, you can monitor information that, in accordance with good practice, should not be made available for anyone viewing. The document presents the weaknesses observed in the user profile of the city of Bom Sucesso/MG, identifying gaps and making sure that the city users have enough consciousness to use the tool, as they often are not oriented correctly on the use of social networks and can thus become targets tracking bandits and especially pedophiles.

Resumo. Este artigo tem como objetivo apresentar os perigos da má utilização das redes sociais. Através da utilização de perfis fakes criados no Facebook®, é possível monitorar informações que, de acordo com as boas práticas, não deveriam ser disponibilizadas para a visualização de qualquer pessoa. O documento apresenta as fragilidades observadas nos perfis de usuários da cidade de Bom Sucesso/MG, identificando falhas e verificando se os usuários da cidade possuem consciência suficiente para utilizar a ferramenta, visto que muitas das vezes não são orientados de forma correta sobre a utilização das redes sociais, podendo assim, tornarem alvos de monitoramento de bandidos e, principalmente, de pedófilos.

1. Introdução

A forma de comunicação do mundo mudou completamente nos últimos anos dois dos grandes responsáveis por isso são a internet e as redes sociais. Segundo o site www.statista.com, o Facebook® é a maior rede social do mundo em número de usuários, atingindo no primeiro trimestre de 2016 a marca de 1,654 bilhão de usuários cadastrados, apresentando um crescimento de mais de 200 milhões em relação ao mesmo período do ano anterior [STATISTA 2016]. Além disto, em agosto de 2015, a rede social atingiu uma marca histórica, tendo 1 bilhão de pessoas acessando a rede neste dia, ou seja, um em cada sete habitantes do mundo acessou o Facebook® em um único dia [GLOBO 2015].

Estes números demonstram o grande potencial que esta rede social possui em se tratando de número de usuários. No Brasil, o número de cadastrados se aproxima dos

100 milhões [MEIO&MENSAGEM 2015], algo próximo de um perfil para cada duas pessoas, segundo dados populacionais disponibilizados pelo IBGE [IBGE 2015]. Isto faz com que obter algumas informações da maioria das pessoas que residem no país possa ser simplificado através da utilização dos dados disponíveis nesta rede social.

2. Problema

Apesar dos benefícios que as redes sociais trazem aos seus usuários, muitos sequer sabem os riscos que podem estar correndo ao utilizá-las. Existem pessoas que as usam para monitorar outros usuários com os mais diversos objetivos. Desde casais de namorados que vasculham cada passo que seus parceiros registram na rede, até bandidos que monitoram o passo a passo de seus futuros alvos. Diversos casos no mundo são conhecidos de assaltantes ou sequestradores que utilizaram das informações disponibilizadas nas redes sociais para realizarem furtos ou até mesmo sequestro. No Brasil, um caso que ficou muito conhecido é o de uma criança de 9 anos, sequestrada na cidade de Ilhota, no Vale do Itajaí, em Santa Catarina. Filho de um casal de empresários da cidade, o garoto foi sequestrado e mantido em cativeiro por 5 dias. Após o resgate da vítima e a captura dos meliantes, o chefe da quadrilha relatou, em entrevista para a imprensa, que todas as informações utilizadas para a captura do garoto foram obtidas através da rede social Facebook® *"No Facebook mostra tudo. Foi coisa de 10 dias, no máximo. Se vocês puxarem lá vão ver como mostra tudo da vida pessoal. Mostra até dentro da casa deles"*, disse o sequestrador em entrevista [G1SC 2014].

Outro caso que ficou bastante famoso na internet é vídeo da Federação de Bancos da Bélgica. Eles criaram um personagem fictício que se passava por vidente e que teria suas "façanhas" apresentadas em um programa de TV. Para tanto, convidaram diversas pessoas para participar do programa [RADIO CBN 2015]. Para simular a situação, foi montada uma tenda no centro de Bruxelas e aqueles que aceitassem participar deveriam fornecer o nome e o endereço completo. A partir daí, entravam na tenda e o falso vidente começava a lhes passar diversas informações pessoais. Assustados com o nível de detalhe das informações, os participantes ficavam surpresos com as habilidades do vidente. Porém, ao final, era apresentado como tudo havia sido obtido. A verdade era que, de posse dos dados previamente informados, tudo o que era informado pelo vidente, em algum momento, havia sido disponibilizado pelos participantes em alguma rede social. Em alguns casos, as pessoas sequer se lembravam de tê-las disponibilizadas. Ao mostrar como as informações foram obtidas, as pessoas ficavam surpresas por saber que tudo o que havia sido dito tinha sido disponibilizado por ela mesma nas redes sociais [YOUTUBE 2012]. Devido ao grande sucesso, este vídeo ganhou uma versão brasileira, apresentada pelo programa Fantástico, da TV Globo [GLOBOPLAY 2012].

Grande parte dos alvos na internet são crianças e adolescentes, visto que, na maioria das vezes, esses são menos precavidos e raramente são instruídos quanto à correta utilização das redes sociais. Um vídeo recente publicado pelo canal Coby Persin no YouTube® mostra exatamente esta fragilidade. Com a autorização dos pais de 6 adolescentes, Coby Persin realizou um experimento social para demonstrar o quanto fácil é para um pedófilo capturar crianças e adolescentes utilizando as redes sociais. O

usuário cadastrou dois perfis *fakes* no Facebook® e em um se passou por um adolescente de 15 anos chamado Jason Biazzo [COBY PERSIN 2015b] e em outro se passou por uma adolescente de 15 anos chamada Amanda [COBY PERSIN 2015a]. Com a autorização dos pais de 3 meninos e 3 meninas, com idades de 12, 13 e 14 anos, iniciou conversas com os mesmos com o objetivo de marcar encontros com as vítimas e simular o quanto fácil seria para um sequestrador ou pedófilo fazer isto. Ao final, mostra-se que, caso a simulação fosse real, o sequestro dos adolescentes teria sido realizado com sucesso e de forma muito simples. As vítimas criaram rapidamente um vínculo afetivo na rede social com alguém que eles sequer conheciam e que utilizava um perfil *fake* no Facebook®. Juntos, os vídeos somam mais de 66 milhões de visualizações.

3. Desenvolvimento

Situações como estas demonstram o quanto expostos estão ficando os usuários que não sabem ou não recebem nenhuma instrução de como utilizar de forma correta as ferramentas disponibilizadas atualmente. Visando isso, o presente artigo é parte dos resultados obtidos através de um projeto de pesquisa iniciado em março de 2016 e ainda em andamento. Para verificar o modo como os usuários do Facebook® da cidade de Bom Sucesso/MG utilizam a rede social, foi criado no dia 07 de junho dois perfis *fakes* (um masculino [RIBEIRO 2016] e outro feminino[MARTINS 2016]), para monitorá-los. O Objetivo é relatar as fragilidades apresentadas e que poderiam ser utilizadas de forma prejudicial caso essas informações caiam nas mãos das pessoas erradas.

Aproximadamente 1.500 de perfis do Facebook® da cidade de Bom Sucesso foram aleatoriamente selecionados para serem monitorados. O primeiro passo era, através dos perfis *fakes* criados, enviar solicitação de amizade e aguardar quantos destes aceitariam mesmo sem conhecer quem enviou. Todas as solicitações enviadas pelo perfil masculino também eram enviadas pelo perfil feminino. Além disto, para tornar os perfis mais realistas, duas pessoas aceitaram ceder suas imagens para utilização nos perfis *fakes*. Durante 3 meses e 15 dias, os perfis foram criados, alimentados e realizaram as tentativas de solicitação de amizade.

4. Resultados provisórios

Com o início da coleta dos resultados, é possível verificar como muitas pessoas aceitam ou solicitam amizades de desconhecidos. Pouco mais de 900 usuários aceitaram a solicitação de amizade do perfil masculino e aproximadamente 1.000 aceitaram do feminino. Destes, 780 aceitaram o convite de ambos. Dos pouco mais de 1.500 usuários selecionados inicialmente, apenas 25% destes não aceitaram o convite de nenhum dos dois perfis, uma porcentagem muito pequena. Além das enviadas, aproximadamente 330 solicitações de amizades foram recebidas, sendo 90% para o perfil feminino e 10% para o masculino. Outras questões também foram solicitadas aos perfis *fakes*, tais como número de telefone, cutucadas e solicitações de conversa via bate papo. Porém, como o objetivo inicial é apenas monitorar as informações que já são previamente disponibilizadas pelos usuários, nenhum tipo de interação foi realizado. Informações como número de telefone, endereço e membros de família também estão disponíveis livremente em muitos perfis.

5. Conclusão

Com o projeto ainda em andamento, até o momento foi possível perceber que muitos usuários não se preocupam com a segurança nas redes sociais. Muitos aceitam ou solicitam amizades desconhecidas que, muitas vezes, são fakes que desejam monitorar ou obter informações sigilosas. Muitos aceitam simplesmente pelo fato de a falsa sensação de popularidade, porém não se preocupam os riscos que isto pode trazer para a sua vida pessoal e profissional.

Existe pouca informação sobre os perigos que o mau uso das redes sociais pode causar. Isto pode ser um dos fatores determinante para o pouco cuidado com os dados disponibilizados na rede, porém, principalmente para os menores de idade, a fiscalização e o monitoramento dos pais ou responsáveis sobre as atividades realizadas é de fundamental importância, visto que estes, na maioria das vezes, são mais vulneráveis.

Referências

- COBY PERSIN. (2015a) "The Dangers Of Social Media (Child Predator Experiment) Boy Edition!.", goo.gl/aJelRu, Agosto.
- _____. (2015b) "The Dangers Of Social Media (Child Predator Social Experiment) Girl Edition!.", goo.gl/y65jST, Setembro.
- GLOBO. (2015) "Facebook bate marca de 1 bilhão de usuários conectados em um único dia.", goo.gl/YCVlbf, Setembro.
- GLOBOPLAY. (2012) "Veja como a exposição de dados pessoais na internet pode ser prejudicial.", goo.gl/wNVgrV, Setembro.
- G1SC. (2014) "Sequestrador diz ter planejado crime com informações de rede social.", goo.gl/x8VwD7, Agosto.
- IBGE. (2016) "Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação.", goo.gl/qg14hO, Agosto.
- MARTINS, SABRINA VARGAS. (2016) "Perfil de Sabrina Vargas Martins.", goo.gl/XnNcNr, Julho.
- MEIO&MENSAGEM. (2014) "Facebook tem 89 milhões de usuários no Brasil.", goo.gl/G86G8V, Setembro.
- RADIO CBN. (2012) "Falso vidente acerta tudo com informações das redes sociais.", goo.gl/N1ZKas, Setembro.
- RIBEIRO, RAFAEL MUNIZ. (2016) "Perfil de Rafael Muniz Ribeiro.", goo.gl/XndeEK, Julho.
- STATISTA. (2016) "Number of monthly active Facebook users worldwide as of 1rd quarter 2016 (in millions).", goo.gl/FOYGI3, Agosto.
- YOUTUBE. (2012) "Vidente adivinha com base nas redes sociais.", goo.gl/lpbtKe, Agosto.

Detecção de Corpos D'água em Imagens Aéreas Multiespectrais Adquiridas por Drones

Daniel Trevisan Bravo^{1,2}, Vanderson Oliveira Jardim¹, Sidnei Alves de Araújo^{1,2}, Wonder Alexandre Luz Alves^{1,2}

¹ Diretoria dos Cursos de Informática – Curso de Ciência da Computação, Universidade Nove de Julho, UNINOVE, São Paulo, SP, Brasil

² Programa de Pós-graduação em Informática e Gestão do Conhecimento (PPGI), Universidade Nove de Julho, UNINOVE, São Paulo, SP, Brasil

danieltbravo@uni9.pro.br, vanderson_arievelo@hotmail.com,
saraaujo@uni9.pro.br, wonder@uni9.pro.br

Resumo. Neste trabalho investiga-se a detecção automática de corpos d'água em imagens aéreas multiespectrais adquiridas por drones. Na abordagem proposta, os pixels de uma imagem são classificados por uma Rede Neural Artificial (RNA) supervisionada, a partir de características extraídas de suas bandas espectrais. Nos experimentos realizados foram consideradas 76 imagens adquiridas em uma região rural da cidade de Mairiporã, nas quais os principais corpos d'água são piscinas e pequenos lagos. Os resultados obtidos nesses experimentos indicam que a abordagem proposta é uma boa alternativa para solução do problema investigado.

Abstract. This work investigates the automatic detection of water bodies in multispectral aerial images acquired by drones. In the proposed approach, the pixels of an image are classified by a supervised Artificial Neural Network (ANN) using features extracted of its spectral bands. In the conducted experiments, we considered 76 images acquired in a rural area of the city of Mairiporã, in which the main bodies of water are swimming pools and small lakes. The results obtained in these experiments indicate that the proposed approach is a good alternative to solve the investigated issue.

Áreas temáticas. Reconhecimento de Padrões, Visão Computacional, Inteligência Artificial.

1. Introdução

A utilização de drones para aquisição de imagens aéreas tem se mostrado uma excelente alternativa, já que eles dispõem de uma flexibilidade maior e um custo baixo, quando comparado às soluções tradicionais, ou seja, o imageamento feito por aeronaves tripuladas (Cassemiro e Pinto, 2014). Na literatura existem diversos trabalhos propondo o uso de drones para a aquisição de imagens aéreas, as quais são processadas e analisadas para aplicações em diversas áreas, tais como o sensoriamento remoto e a saúde, dentre outros.

As imagens aéreas de alta resolução adquiridas por drones vêm trazendo um nível de detalhamento inovador para o sensoriamento remoto, o que permite avanços significativos na qualidade de aplicações (Cassemiro e Pinto, 2014). Tais imagens foram utilizadas, por exemplo, no planejamento do uso e ocupação do solo (Cândido et al. 2015); no monitoramento da eficácia da recuperação ambiental de áreas degradadas (Oliveira e Bezerra, 2015); no controle e combate aos focos de mosquito transmissores da Malária e de doenças similares, incluindo a dengue (Amenyo et al., 2014) e no monitoramento de solos agrícolas visando detectar o acúmulo de metais pesados que podem ser prejudiciais à saúde humana (Capolupo et al. 2014).

Também foram encontrados na literatura diversos trabalhos voltados para o reconhecimento de padrões em imagens multiespectrais adquiridas por satélites, visando identificar grandes corpos d’água (rios, lagos, oceanos). Entre eles podemos citar os trabalhos de Portz et al. (2011) e Qiao et al. (2012).

Apesar de existirem na literatura diversos trabalhos relatando o uso de drones para tarefas de sensoriamento, ainda é muito comum a análise manual das imagens adquiridas. Neste contexto, torna-se importante a proposição de abordagens computacionais para análise e interpretação automática de tais imagens.

É nesse contexto que se propõe uma abordagem para detecção automática de corpos d’água em imagens aéreas adquiridas por drones, a qual poderia ser empregada, por exemplo, no rastreamento e combate a possíveis focos do mosquito *Aedes aegypti*.

2. Materiais e métodos

Para composição do banco de imagens indicado na Figura 1, 76 imagens foram adquiridas por um drone DJI *Phantom 3 professional*, em uma região composta por chácaras localizada na cidade de Mairiporã. Tais imagens incluem feições de água (piscinas e pequenos lagos), vegetação e solo. Na câmera acoplada ao drone, foi empregada uma lente especial para a filtragem da banda espectral infra-vermelho próximo, a qual é utilizada na composição de índices indicativos de água amplamente utilizados em tarefas de sensoriamento remoto. Assim, cada pixel da imagem é descrito por três bandas: *Near Infrared* (NIR), verde (G) e vermelho (R).

Na tarefa de classificação dos pixels das imagens, a fim de se detectar corpos d’água, foi utilizada uma Rede Neural Artificial (RNA) do tipo *Multilayer Perceptron*, com quatro neurônios na camada de entrada para receber os valores das três bandas, além do índice NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), calculado da seguinte forma: $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$; duas camadas ocultas com quinze neurônios cada e apenas um neurônio na camada de saída.

No treinamento da RNA definiu-se as seguintes classes: água (0) e não-água (1). O conjunto de treinamento foi composto a partir de duas imagens, nas quais as feições água e não-água foram definidas de forma manual. De forma resumida, a partir da escolha dos pixels que representam as feições na imagem, foram extraídas janelas com dimensão de 51x51 pixels para compor o conjunto de treinamento da RNA.

Para execução dos experimentos descritos neste trabalho empregou-se o *software Matlab* versão R2015.

3. Abordagem proposta e discussão dos resultados

A Figura 1 ilustra o diagrama esquemático do funcionamento da abordagem proposta para detecção automática de corpos d'água nas imagens multiespectrais. Como se pode observar, o banco de imagens foi decomposto em dois conjuntos: treinamento e testes.

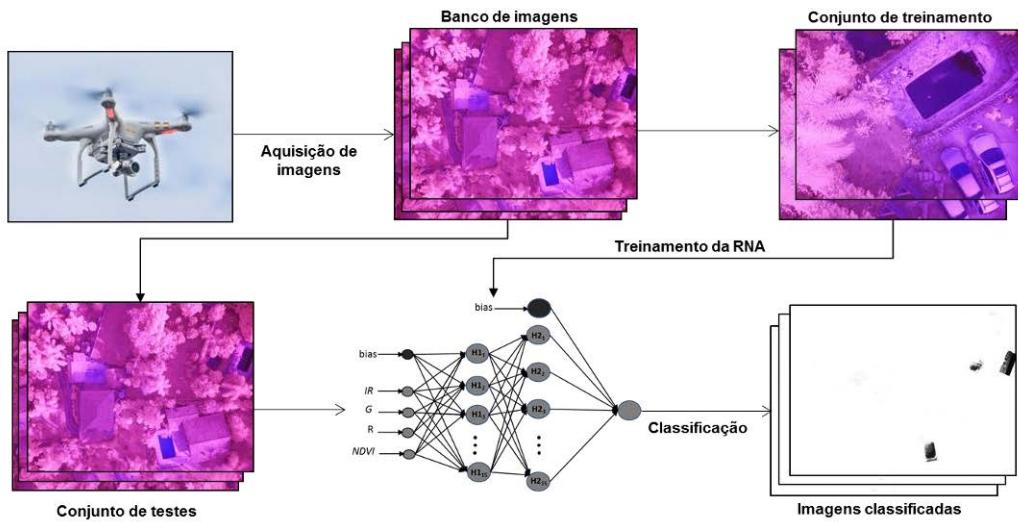


Figura 1. Esquema de funcionamento da abordagem proposta

Nos experimentos realizados, 74 imagens foram submetidas à tarefa de classificação pela RNA. Na Figura 2 são ilustradas duas delas com suas respectivas imagens de saída que ilustram os resultados da etapa de classificação.

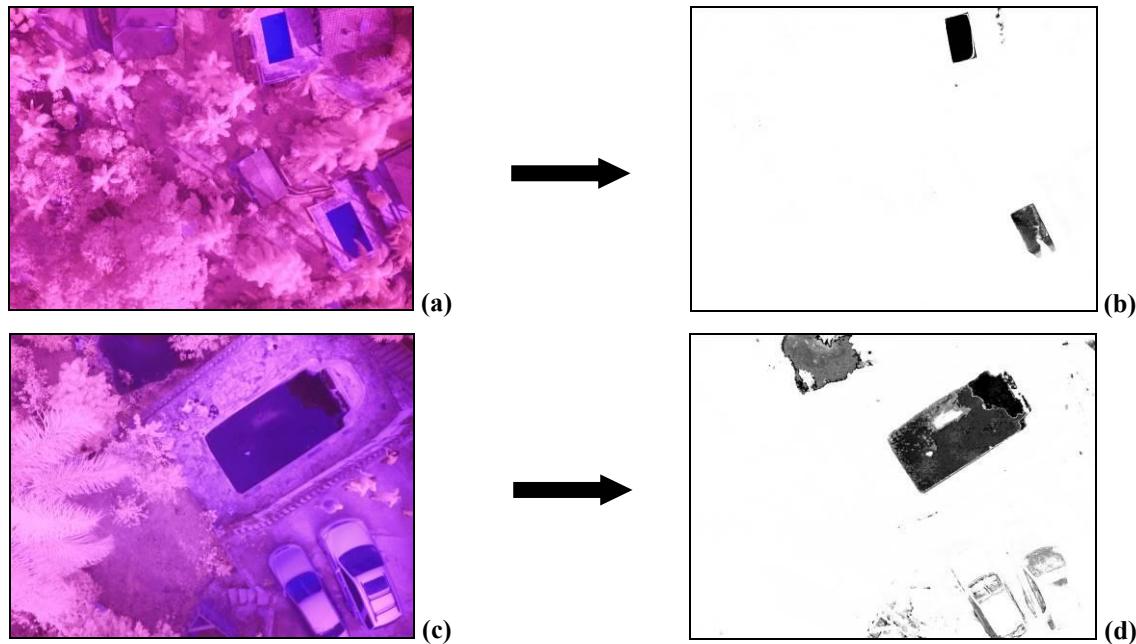


Figura 2. Resultados do processo de classificação pela RNA

Nas imagens de saída, os pixels com intensidades mais baixas (próximas do preto), sinalizam a detecção de corpos d'água. Na imagem de saída da figura 2b pode-se verificar que as duas piscinas presentes na imagem processada (figura 2a) foram

corretamente detectadas. Não obstante, na imagem de saída mostrada na figura 2d, embora existam pequenos ruídos, principalmente nas regiões dos vidros dos carros (que possuem intensidades de cor parecidas com água), dois corpos d'água (piscina com algas e pequeno lago) foram também identificados pela RNA.

Apesar da avaliação da abordagem proposta ter sido realizada apenas de forma qualitativa, pode-se inferir que a RNA apresentou bons resultados na classificação dos pixels.

4. Conclusão

Os resultados preliminares indicam que a abordagem proposta é uma boa alternativa para solução do problema investigado e poderia servir, por exemplo, de subsídio para uma aplicação voltada ao rastreamento e combate a possíveis focos do mosquito *Aedes aegypti*. Contudo, alguns indicadores calculados a partir das imagens ainda estão sendo investigados com o intuito de promover melhorias no processo de classificação, entre eles estão o *Normalized Difference Water Index* (NDWI) e o Índice Indicador de Água (IIA). Não obstante, investiga-se ainda a possibilidade de uso de outros classificadores em substituição à RNA, bem como algumas medidas quantitativas para avaliação dos resultados como, por exemplo, os coeficientes de acurácia e sensibilidade e o índice Kappa.

Referências

- Amenyo, J. T. et al. (2014). MedizDroids Project: Ultra-Low Cost, Low-Altitude, Affordable and Sustainable UAV Multicopter Drones For Mosquito Vector Control in Malaria Disease Management. IEEE 2014 Global Humanitarian Technology Conference. p. 590-596.
- Cândido, A. K. A. A; Silva, N. M.; Filho, A. C. P. (2015). Imagens de alta resolução de veículos aéreos não tripulados (VANT) no planejamento do uso e ocupação do solo. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ. Rio de Janeiro, RJ. v. 38, p. 147-156.
- Capolupo, A.; Pindozzi, S.; Okello, C.; Boccia, L. (2014). Indirect field technology for detecting areas object of illegal spills harmful to human health: applications of drones, photogrammetry and hydrological models. Geospatial Health 8, p.S699-S707.
- Cassemiro, G. H. M; Pinto, H. B. (2014). Composição e processamento de imagens aéreas de alta-resolução obtidas com Drone. Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia Eletrônica da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Eletrônico. Brasília, DF.
- Oliveira, L. S. B; Bezerra, F. H. R. (2015). Identificação de falhas carstificadas na Bacia Potiguar utilizando imagens de VANT/DRONE. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil. p. 6148-6152.
- Portz, L; Guasselli, L. A; Corrêa, I. C. S. (2011). Variação Espacial e Temporal de NDVI na Lagoa do Peixe, RS. Revista Brasileira de Geografia Física, v.4, n.5.
- Qiao, C; Luo, J; Sheng, Y; Shen, Z; Zhu, Z; Ming, D. (2012). An Adaptive Water Extraction Method from Remote Sensing Image Based on NDWI. J Indian Society Remote Sens, v. 40, n. 3, p. 421–433.

Abordagem Computacional para Classificação Automática de Grãos de Feijão em Tempo Real

Peterson A. Belan¹, Marihá M. A. Pereira², Sidnei A. Araújo¹, Wonder A. L. Alves¹

¹ Programa de Pós-graduação em Informática e Gestão do Conhecimento (PPGI), Universidade Nove de Julho, UNINOVE, São Paulo, SP, Brasil

² Diretoria dos Cursos de Informática – Bacharelado em Sistemas de Informação, Universidade Nove de Julho, UNINOVE, São Paulo, SP, Brasil

mariha_martins@hotmail.com, {belan, saraugo, wonder}@uni9.pro.br

Resumo. *Nesse trabalho propõe-se uma abordagem computacional para classificar, em tempo real, grãos de feijão mais consumidos no Brasil, de acordo com suas colorações de pele. Os resultados obtidos sinalizam que a abordagem proposta permite atingir o objetivo, uma vez que é capaz de segmentar e classificar, com altas taxas de acertos, os grãos contidos em uma imagem gastando apenas 0,64 segundos, em média.*

Abstract. *In this paper we propose a computational approach to classify, in real-time, beans most consumed in Brazil, according to their skin colors. The results obtained indicate that the proposed approach achieves the goal, since it is able to segment and classify, with high hit rates, the beans contained in an image spending only 0.64 seconds, in average.*

Áreas temáticas. Reconhecimento de Padrões, Visão Computacional, Inteligência Artificial.

1. Introdução

O feijão é um dos produtos alimentícios mais consumidos pelos brasileiros, fazendo parte da dieta alimentar diária, daí sua importância. O valor de mercado desse produto varia de acordo com suas propriedades físicas tais como: cor, tamanho e forma e, para isso, o Ministério da Agricultura define algumas normas e procedimentos que são usados para enquadrar o produto em Grupo, Classe e Tipo (MAPA, 2011).

O processo de inspeção da qualidade do feijão brasileiro é feito, ainda nos dias de hoje, de forma manual sendo, portanto, suscetível à problemas como o alto custo e a dificuldade de padronização dos resultados. Assim, um sistema computacional poderia propiciar a redução de custos e contribuir na melhoria da padronização de resultados (Kiliç *et al.*, 2007).

Na literatura existem diversos trabalhos propondo o uso de sistemas computacionais para classificação de sementes e grãos. No entanto, especificamente para classificação de grãos de feijão, apenas alguns trabalhos podem ser encontrados. Entre eles, podemos citar: Kiliç *et al.* (2007), Aguilera *et al.* (2007), Venora *et al.* (2007), Venora *et al.* (2009), Laurent *et al.* (2010), Araújo *et al.* (2015a), Araújo *et al.* (2015b) e Belan *et al.*

(2016). Desses trabalhos, apenas os três últimos consideram os grãos de feijão consumidos no Brasil.

Araújo *et al.* (2015b) desenvolveram um sistema de visão computacional (SVC) capaz de identificar os grãos contidos em uma amostra, com uma taxa de acertos de 99,88%, sendo considerada a melhor taxa até o momento. Contudo, tal SVC gasta cerca de 18 segundos para processar a imagem de uma amostra. Em contrapartida, Belan *et al.* (2016) propuseram um sistema capaz de reduzir esse tempo de processamento para cerca de 1 segundo, porém nos experimentos realizados a taxa de acertos foi de 99,14%. É nesse contexto que se investiga neste trabalho uma abordagem computacional capaz de processar a imagem de uma amostra tão rápido quanto ao SVC proposto por Belan *et al.* (2016) e com acurácia semelhante à obtida por Araújo *et al.* (2015b), viabilizando aplicações em tempo real para ambientes industriais.

2. Materiais e Métodos

O sistema computacional proposto neste trabalho foi implementado em linguagem C/C++, utilizando a biblioteca para processamento de imagens OPENCV (*Open Source Computer Vision*). Para realizar os experimentos foi utilizado um aparato composto por uma esteira transportadora e uma câmera para aquisição das imagens, ambos controlados por um computador com processador Intel Core I5 2,6GHz. Nos experimentos foram consideradas 50 imagens de amostras dos feijões amplamente consumidos no Brasil (carioca, preto e mulato), sendo cada amostra composta por 100 grãos com diferentes percentuais de classes/ subclasse.

3. Abordagem Computacional Proposta e Resultados Obtidos

A abordagem proposta consiste em um sistema computacional que recebe como entrada uma imagem *RGB* (*Red, Green, Blue*) de 1280×720 pixels, com 24 bits de profundidade por pixel, denotada por E , e ilustrada na Figura 1a. Na primeira etapa (pré-processamento), realiza-se o mapeamento dos pixels de E visando associar, cada um deles, como pertencente à um grão de feijão (*foreground*) ou ao fundo da imagem (*background*). Este pré-processamento, proposto em (Araújo *et al.*, 2015a), é feito com base em informações de cores típicas de *foreground* e *background* armazenadas em uma *lookup table* e permite a obtenção da imagem binária B_1 , mostrada na Figura 1b.

Na segunda etapa (segmentação dos grãos), primeiro aplica-se a Transformada *Watershed* – TW (Gonzalez e Woods, 2000) na imagem B_1 , gerando como resultado a imagem segmentada B_2 , na qual cada segmento aparece rotulado com uma cor para melhor visualização (Figura 1c). Em seguida, dois passos podem ser requeridos: 1) nova segmentação em regiões específicas, caso contenham segmentos (grãos) considerados muito grandes (com número de pixels maior que 1,6 vezes o tamanho de um grão médio) e 2) junção de segmentos considerados muito pequenos (com número de pixels menor que 0,7 vezes o tamanho de um grão médio). Para execução do passo 1 emprega-se a técnica de granulometria por correlação cruzada proposta em (Araújo *et al.*, 2015b). Já no passo 2, é feita apenas a conexão dos segmentos pequenos que estão próximos, tornando-os um único segmento de tamanho considerado normal.

Na terceira e última etapa, cada um dos segmentos (grãos) é classificado por uma Rede Neural Artificial (RNA) do tipo *Multilayer Perceptron*, levando em conta os valores

médios dos 6 atributos de cor nos espaços *RGB* e *Lab* dos pixels da imagem *E*, pertencentes à 36 projeções radiais iniciadas no centro do grão, como descrito em (Belan *et al.*, 2016). A arquitetura da RNA possui uma camada de entrada com 6 neurônios, duas camadas ocultas com 30 e 45 neurônios e, por fim, uma camada de saída com 3 neurônios (para sinalizar as classes carioca, preto e mulato). Vale ressaltar que as imagens empregadas no treinamento da RNA não fazem parte do conjunto de imagens utilizado na realização dos experimentos.

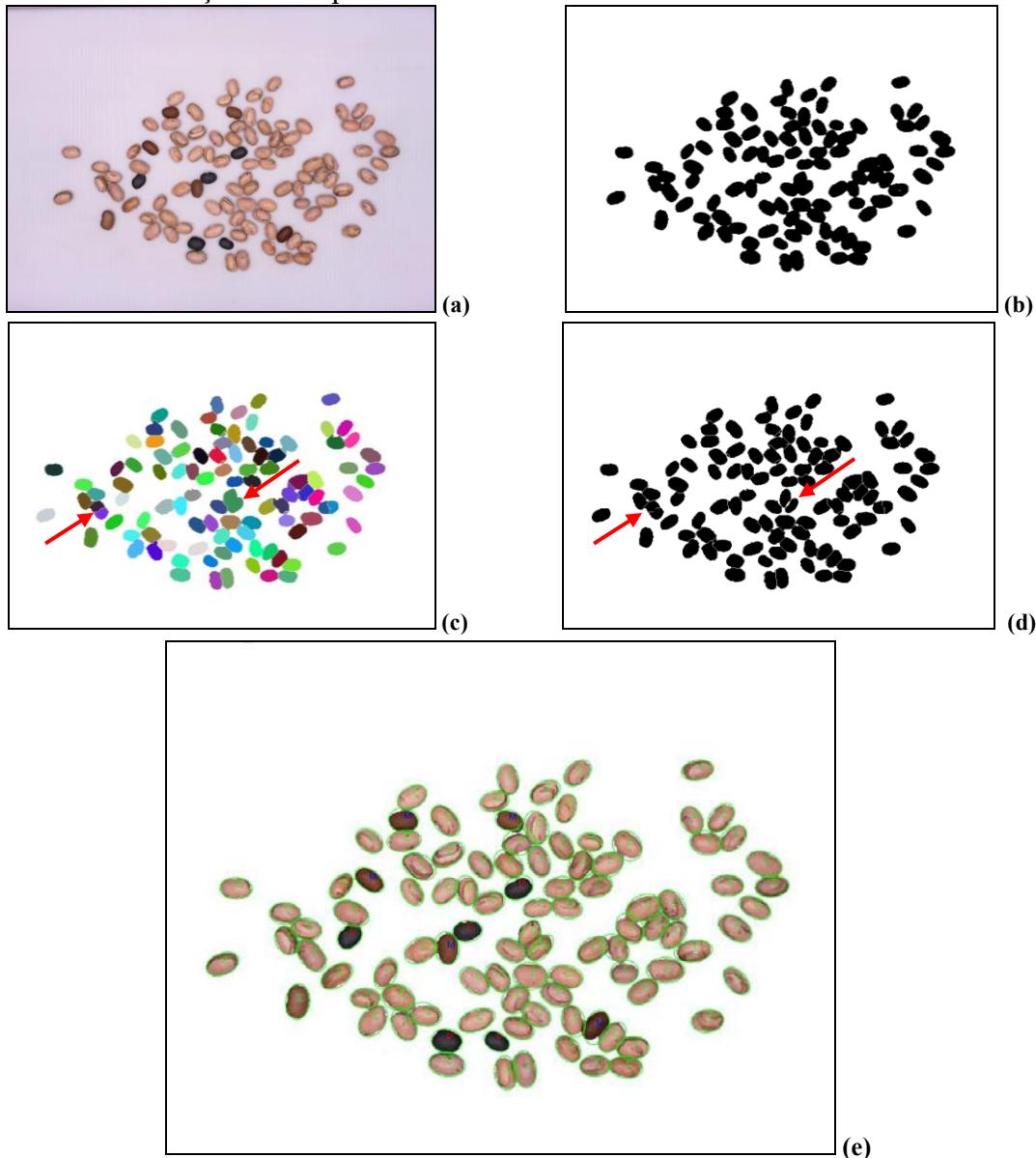


Figura 1. Etapas de processamento da abordagem proposta. (a) Imagem de entrada *E*; (b) Imagem binária *B*₁ obtida após pré-processamento da imagem *E*; (c) Resultado da aplicação da TW em *B*₁; (d) Resultado final da etapa de segmentação; (e) Resultado da etapa de classificação dos grãos.

Nos experimentos realizados com as 50 imagens do conjunto de testes os seguintes resultados foram obtidos: 99,56% de segmentações corretas e 99,48% de grãos classificados corretamente. O tempo médio gasto para processar uma imagem foi de 0,64 segundos. As setas vermelhas nas figuras 1c e 1d indicam casos onde houve necessidade de execução dos passos 1 e 2 descritos na etapa de segmentação.

4. Conclusões

Com base nos resultados preliminares obtidos pode-se dizer que a abordagem proposta permite atingir o objetivo, uma vez que é capaz de segmentar e classificar os grãos de feijão contidos em uma imagem de uma amostra, com altas taxas de acertos, gastando muito menos de 1 segundo. Isso sinaliza a viabilidade de seu uso em um ambiente industrial para inspeção visual da qualidade de feijões. Contudo, cabe destacar que tal processo inclui outras etapas que não foram aqui consideradas como, por exemplo, a detecção de defeitos que está relacionada com a determinação do tipo do produto.

Referências

- Aguilera, J.M., Cipriano, A., Eraña, M., Lillo, I., Mery, D., Soto, A. (2007). Computer Vision for Quality Control in Latin American Food Industry: a Case Study. In: Proceedings of 7th Int. Conf. on Computer Vision: Workshop on Computer Vision Applications for Developing Countries, Rio de Janeiro, pp. 1–11.
- Araújo, S. A., Alves, W. A. L., Belan, P. A., Anselmo, K. P. (2015a). A Computer Vision System for Automatic Classification of Most Consumed Brazilian Beans. Lecture Notes in Computer Science, v. 9475, p. 45-53.
- Araújo, S. A., Pessota, J. H. Kim, H. Y. (2015b). Beans quality inspection using correlation-based granulometry, Engineering Applications of Artificial Intelligence, v. 40, pp. 84-94.
- Belan, P. A., Araújo, S. A. Alves, W. A. L. (2016). An Intelligent Vision-Based System Applied to Visual Quality Inspection of Beans. Lecture Notes in Computer Science, v. 1, p. 801-809.
- Gonzalez, R. C. & Woods, R. E. (2000). Processamento de imagens digitais, São Paulo: Edgard Blucher.
- Kiliç, K., Boyacl, I. H., Köksel, H., Küsmenoglu, I.A. (2007). Classification system for beans using computer vision system and artificial neural networks. Journal of Food Engineering, 78 (3), pp. 897-904.
- Laurent, B., Ousman, B., Dzudie, T., Carl, M.F.M., Emmanuel, T. (2010). Digital camera images processing of hard-to-cook beans. Journal of Engineering and Technology Research, 2 (9), pp. 177-188.
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Legislação, LEI nº 6.305, e no Decreto nº 93.563, de 11/11/86, com a Instrução Normativa nº 12 vigente, de 28 de março de 2008. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>. Acessado em 10 de abril de 2011.
- Venora, G., Grillo, O., Ravalli, C., Cremonini, R. (2007). Tuscany beans landraces, on-line identification from seeds inspection by image analysis and Linear Discriminant Analysis. Agrochimica, 51 (4-5), pp. 254-268.
- Venora, G., Grillo, O., Ravalli, C., Cremonini, R. (2009). Identification of Italian landraces of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) using an image analysis system. Scientia Horticulturae, 121 (4), pp. 410-418.

Learning Management System Corporativo e sua Contribuição para a Gestão do Conhecimento

Maria Helena Mauro¹, Marcos Antonio Gaspar², Fabio Kazuo Ohashi³

¹ Uninove (PPGI – Programa de Pós-graduação em Informática e Gestão do Conhecimento); End. Av. Francisco Matarazzo, 612 – São Paulo (SP) CEP: 05001-000 - Brasil

² Uninove (PPGI – Programa de Pós-graduação em Informática e Gestão do Conhecimento); End. Av. Francisco Matarazzo, 612 – São Paulo (SP) CEP: 05001-000 - Brasil

³ Uninove (PPGI – Programa de Pós-graduação em Informática e Gestão do Conhecimento); End. Av. Francisco Matarazzo, 612 – São Paulo (SP) CEP: 05001-000 - Brasil

helena_mauro@yahoo.com.br; marcos.antonio@uni9.pro.br;
kazuo@outlook.com.br

Resumo - *Este artigo apresenta uma proposta de análise dos recursos existentes em softwares LMS (learning management system) disponíveis no mercado corporativo no intuito de avaliar quais recursos são mais importantes para a Gestão do Conhecimento nas empresas. A intenção é colaborar para que as empresas utilizem de maneira mais eficaz os recursos disponibilizados no LMS, servindo assim como suporte na análise para a aquisição de software LMS voltado à gestão do conhecimento organizacional. A análise será feita considerando-se a pesquisa Infographic (2016), com especial atenção aos softwares com maior representatividade no mercado brasileiro.*

Abstract - *This paper presents a proposal for analysis of the existing features in software LMS (learning management system) available in the corporate market in order to assess which resources are most important to the knowledge management in companies. The intention is to help companies to use more effectively the resources available in the LMS, serving as support in analysis for the acquisition of LMS software to the knowledge management of the organization. The analysis will be made considering Infographic research (2016), with special attention to software with greater representativeness in the Brazilian market.*

Áreas temáticas: *E-learning, Educação à distância, Educação corporativa, Gestão do conhecimento.*

1. Introdução

As organizações estão buscando atualmente novas maneiras de se organizar para acompanhar as mudanças no mercado e, segundo diferentes autores, o conhecimento pode ser um recurso gerador de vantagem competitiva para as empresas (Davenport e Prusak, 1998; Stewart, 1998).

Neste ambiente, as pessoas se tornaram um dos recursos mais valiosos, preponderantemente em função dos conhecimentos individuais que podem agregar valor para a empresa e que são fundamentais na construção do conhecimento organizacional aplicado aos negócios. Não basta apenas criar novos conhecimentos, é necessário, também, saber administrar este conhecimento gerado e assim conseguir utilizá-lo de forma eficaz.

Neste contexto, a tecnologia e suas ferramentas podem contribuir muito neste processo. As soluções de *e-learning*, entre elas o LMS (*learning management system*), se bem utilizadas, podem facilitar o processo de transferência de conhecimentos, contribuindo de forma efetiva para a gestão do conhecimento corporativo.

Esta pesquisa pretende contribuir para melhor compreender como as empresas estão utilizando estas ferramentas, seus principais recursos e sua eficácia na gestão do conhecimento de forma geral, e não como uma simples ferramenta de treinamento.

Para tanto, esta pesquisa utilizará como base para a escolha da ferramenta a pesquisa da Infographic de 2016 intitulada “*The top 25 Learning Management System*” fazendo um filtro sobre softwares LMS corporativos que atendem o mercado brasileiro, para assim proceder à análise do mercado nacional.

Após esta fase, serão analisados os recursos disponíveis nas ferramentas LMS enfocadas, comparando-se sua aplicação ao modelo de gestão do conhecimento proposto por Nonaka e Takeuchi (1998).

2. Fundamentação Teórica

2.1. Gestão do Conhecimento

O conhecimento é uma combinação de experiências, intuições, julgamentos, valores e crenças que atua como um sistema que evolui e se altera quando interage com o meio em que está envolvido (Nonaka e Takeuchi, 1998). Pode também ser definido como uma mistura de experiência estruturada, valores, informação contextual e uma visão especializada que fornece um quadro para a avaliação e incorporação de novas experiências e informações (Davenport e Prusak, 1998). Ele se desenvolve nas pessoas por meio de experiências pessoais e profissionais, estudos, treinamentos, cursos, leituras e informações. Em uma organização, o conhecimento pode surgir da convivência, interação, troca de experiências e também por meio de processos de aprendizagem.

Como consequência, os conhecimentos do ambiente organizacional precisam ser gerenciados. Assim, a gestão do conhecimento corporativo envolve criar, captar, disseminar, armazenar, disponibilizar e incorporar os conhecimentos individuais, transformando-os em conhecimento organizacional disseminado dentro e fora da organização (Nonaka e Takeuchi, 1998). Ainda de acordo com os autores, a organização deve ser capaz de captar, armazenar e transmitir o novo conhecimento organizacional

criado a partir da transformação do conhecimento tácito (individual, pessoal e informal) em conhecimento explícito (coletivo, formal e sistemático).

A tecnologia e suas ferramentas podem contribuir muito neste processo à medida que incentivem e propiciem a transferência de conhecimentos que possam influenciar de forma positiva a gestão do conhecimento gerado na empresa. As soluções de *e-learning*, entre elas o LMS, se bem utilizadas podem facilitar o processo de transferência de conhecimentos, contribuir na socialização das pessoas, agilizar o acesso a informação e colaborar na retenção do conhecimento organizacional o que, por fim, pode contribuir de forma efetiva na gestão do conhecimento corporativo.

2.2. *E-learning* e LMS (Learning Management System)

Para Figueira (2003), um sistema de *e-learning* deve gerir a formação on-line e o conhecimento. Um dos principais sistemas utilizados por empresas que empregam soluções de *e-learning* é o LMS (*Learning Management System*). Segundo Clementino (2008), os LMS, são utilizados para gerenciamento de situações de ensino e tem a possibilidade de integrar múltiplas mídias, recursos e linguagens. Para Figueira, o LMS permite monitorar e controlar o processo de aprendizagem, produzindo relatórios de gestão e controle para o tutor, aluno e gestor do sistema. Esse tipo de software permite o acesso controlado aos conteúdos formativos e disponibiliza ferramentas de interação assíncrona e síncrona. Podem ainda produzir relatórios de gestão para a administração do sistema e de progresso na aprendizagem.

Segundo Figueira (2003) as principais características de um LMS são: sistema de avaliação de pré-requisitos (pré-avaliação); sistema de registro de participantes; catálogo de cursos; monitoração e controle das atividades; gestão dos conteúdos formativos; sistema de avaliação; suporte a sistemas colaborativos de aprendizagem e integração com centro de recursos em conhecimento;

Uma vantagem importante a ser ressaltada é que o LMS cria repositórios e dispositivos que permanecem além da sala de aula, como observa Figueira (2003). Além disso, tais dispositivos podem ser recuperados quando se necessitam de informações neles contidas. Tanto o funcionário, quanto os gestores da empresa têm acesso às informações a qualquer tempo.

3. Materiais e métodos de pesquisa

Este estudo pode ser classificado como exploratório-qualitativo. A pesquisa exploratória pretende adquirir mais conhecimento acerca da utilização de LMS nas empresas e ainda de como as soluções LMS podem contribuir para a gestão do conhecimento organizacional. Para tanto, será feito um levantamento dos softwares LMS atualmente comercializados utilizando a pesquisa Infographic 2016 intitulada “*The Top 25 Learning Management Systems*”. A partir dos dados secundários encontrados na pesquisa indicada, será executado um filtro de quais das empresas classificadas tem representatividade no mercado brasileiro.

Após esta fase, serão analisados os recursos e características disponíveis nas ferramentas identificadas na etapa anterior. Na seqüência, as características encontradas serão confrontadas com os requisitos para a gestão do conhecimento organizacional, de

modo a delinear quais características das ferramentas LMS mais contribuem para essa finalidade. Em uma próxima fase será selecionada uma ferramenta para ser realizado um estudo de caso em empresa a ser selecionada.

4. Indicação dos resultados esperados

Após selecionar as principais empresas fornecedoras de software LMS com representação significativa no Brasil, nesta primeira fase selecionaremos apenas três: Docebo, Talent Management e Oracle TBE. Dos recursos destacados como fundamentais para a gestão do conhecimento, ferramentas de ILT (*Instructor Led Training*) e WBT (*Web Based Training*) são as que contribuem na disseminação de conhecimentos na empresa, bem como na ampliação de seu compartilhamento. Além disso, tais ferramentas garantem também a retenção e documentação destes conhecimentos. As ferramentas de Chat contribuem para que o capital intelectual se transforme em capital estrutural coletivizado na organização. Por fim, a integração com outros sistemas de Recursos Humanos contribui no gerenciamento do capital intelectual, no desempenho do funcionário e no plano de carreira.

Para uma melhor avaliação dos recursos encontrados nas ferramentas LMS a serem verificadas e sua utilização pelas empresas na gestão do conhecimento, será necessário um estudo mais profundo. Para tanto, é recomendável a realização de estudo de caso único em uma empresa para aprofundar o conhecimento acerca de como a ferramenta LMS é utilizada para a promoção da gestão do conhecimento. Além disso, o estudo de caso único aprofundaria a compreensão do que mais poderia ser feito para o melhor aproveitamento de todos os recursos disponibilizados por software LMS.

4. Referências

- CAVALHEIRO, C. R. **Fatores Críticos para a implementação do e-learning nas empresas.** f. Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo, São Paulo 2007.
- CLEMENTINO, A. **Didática intercomunicativa em cursos online colaborativos.** Tese (Doutorado). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008
- DAVENPORT, T. and PRUSAK, L. **Conhecimento empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual.** Rio de Janeiro: Campus, 1998.
- FIGUEIRA, M. O valor do e-learning. Lisboa. Porto: **Sociedade Portuguesa de Inovação**, 1^a Edição. 2003.
- INFOGRAPHIC pesquisa. Disponível em: <<http://elearningbrothers.com/infographic-top-25-learning-management-systems/>>. Acesso em: 27 set. 2016.
- NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **The knowledge creating company: how Japanese companies create the dynamics of innovation.** Oxford: Oxford University Press, 1998.
- Schlemmer, E and Saccò, A. Z. Um modelo sistêmico de avaliação de softwares para a educação a distância como apoio à gestão de EAD. Revista de Gestão USP, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 77-91, janeiro/março 2007.

Utilização de diferentes normalizações de dados em aprendizados de redes neurais artificiais aplicados a modelos de previsão de dosagem de coagulante

Use of different data normalization in learning artificial neural networks applied to coagulant dosage prediction models

SANTOS, F. C. R.¹, LIBRANTZ, A. F. H.²

^{1,2} Universidade Nove de Julho (Programa de Pós-Graduação em Informática e Gestão
do Conhecimento – PPGIGC)
Avenida Francisco Matarazzo, 612, Perdizes – São Paulo (SP) – Brasil

¹ Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
Rua Costa Carvalho, 300, Pinheiros – São Paulo (SP) – Brasil

fcrodrigues@sabesp.com.br ¹, librantz@uninove.br ²

Resumo. *O processo de tratamento de água constitui-se de diversas etapas que apresentam complexos fenômenos químicos e físicos. Diante deste fato, as redes neurais artificiais (RNAs) são sugeridas para predizer valores de referências, como a dosagem do produto químico coagulante. Os primeiros passos à utilização são o pré-processamento e normalização dos dados, com a finalidade de prover a aprendizagem adequada ao modelo desenvolvido. Este artigo apresentou um comparativo da fase de treinamento com as normalizações Z-Score e Min-Max para um modelo de previsão de dosagem de coagulante. Os resultados indicaram que a rede neural artificial apresentou melhor performance com a normalização Min-Max.*

Abstract. *The water treatment process consists of several steps that has complex chemical and physical phenomena. In this context, artificial neural networks (ANN) have been suggested to predict reference values, such as the dosage of coagulant chemical product. The first step to use them are the pre-processing and data normalization, in order to provide an adequate learning to the model developed. This paper presented a comparison of the phase of training with Z-Score and Min-Max normalization for a coagulant dosage prediction model. The results indicated that the artificial neural network showed better performance with the normalization Min-Max.*

Áreas temáticas: *Tratamento de água, Dosagem de coagulante
Normalização, Z-Score, Min-Max.*

1. Introdução

O processo de tratamento de água possui parâmetros físico-químicos em todas as etapas que devem ser monitorados e controlados para garantir a qualidade da água tratada, como afirmam Ogwueleka e Ogwueleka (2009). Uma das etapas com maior complexidade é a coagulação, que consiste na desestabilização das partículas de impurezas, para que sejam retidas ao longo do processo de tratamento, segundo Heddam, Bermad e Dechemi (2012).

Devido a essa complexidade, a utilização dos recursos de inteligência computacional se torna favorável, conforme mencionam Kumar e Poongodi (2013), mais especificamente redes neurais artificiais, de acordo com Kalteh, Hjorth e Berndtsson (2008).

A utilização adequada da técnica depende dos dados que são fornecidos durante a fase de treinamento. Os dados brutos devem ser pré-processados com a eliminação de *outliers* e a aplicação de alguma forma de normalização, visando melhorar a performance de aprendizado e da generalização do modelo, conforme Kung et al. (2016) e Nayak, Misra e Behera (2014).

Sendo assim, Wu e Lo (2010) e Farmaki, Thomaidis e Efstathiou (2010) propuseram um estudo de treinamento de uma arquitetura de RNA, com a normalização Min-Max entre 0.0-1.0, e Khataee e Kasiri (2010) utilizaram o modelo linear entre 0.1-0.9 para utilização com funções sigmoide. Griffiths e Andrews (2011) utilizaram a transformação de logaritmo natural como normalização.

Nayak, Misra e Behera (2014), Shalabi, Shaaban e Kasasbeh (2006) e Singh, Verma e Thoke (2015) utilizaram as formas de normalização Z-Score, Min-Max em seus experimentos e propuseram a normalização que representou melhor performance do modelo de classificação e previsão.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi propor uma comparação de performance da fase de treinamento de um modelo de previsão de dosagem de coagulante, baseado em redes neurais artificiais, utilizando as normalizações Z-Score e Min-Max, com vistas a obtenção de melhores resultados do erro quadrático médio (*MSE*).

2. Materiais e métodos

Segundo Farmaki, Thomaidis e Efstathiou (2010), as redes neurais artificiais são técnicas de Inteligência Computacional, onde se têm neurônios artificiais que simulam o funcionamento de um neurônio biológico. Possui a capacidade de processamento paralelo quando os neurônios são conectados entre si, além de formarem uma rede com camadas, também conhecida como *MLP*.

Para possibilitar o funcionamento dessa técnica, os dados devem ser normalizados para que todas as grandezas sejam equalizadas. Segundo Singh, Verma e Thoke (2015), a normalização Z-Score utiliza a média e o desvio padrão de cada atributo no cálculo: $\hat{a}_i = (a_i - \bar{a}) / \sigma$, na qual \hat{a}_i é o valor normalizado; a_i a amostra; \bar{a} a média do atributo; e σ o desvio padrão. Shalabi, Shaaban e Kasasbeh (2006) descrevem a normalização Min-Max como uma transformação linear dada por: $\hat{a}_i = ((a_i - \text{Min}_a) / (\text{Max}_a - \text{Min}_a)) * (\text{Max}_a - \text{Min}_a) + \text{Min}_a$, na qual \hat{a}_i é o valor normalizado; a_i a amostra; os Max_a e Min_a valores máximos e mínimos da escala não normalizada; e os Max_a e Min_a valores máximos e mínimos da escala normalizada.

Os dados para treinamento da rede neural artificial *MLP* foram coletados do sistema de gerenciamento laboratorial da SABESP referente ao período de 2010 a 2012, totalizando 3711 informações. A Tabela 1 exibe os valores máximos e mínimos de cada parâmetro. As normalizações utilizadas foram: Z-Score, Min-Max nas entradas e saídas (Min-Max E-S) e Min-Max (Min-Max S) somente nas saídas, para as topologias com 25, 40, 60 e 80 neurônios na camada intermediária. A função de ativação utilizada foi a tangente hiperbólica em todas as camadas.

Tabela 1. Valores máximo e mínimo dos parâmetros

Parâmetro	Tipo	Máximo	Mínimo
Turbidez da água bruta (UNT)	Entrada	23,90	3,25
Cor da água bruta (UC)	Entrada	135	25
Turbidez da água decantada (UNT)	Entrada	1,80	0,90
Turbidez da água filtrada (UNT)	Entrada	0,60	0,20
Dosagem sistema por gravidade (mg/L)	Saída	45,29	9,40
Dosagem sistema por bombeamento (mg/L)	Saída	44,83	8,50

3. Resultados e discussões

A Figura 1 ilustra os resultados do erro médio quadrático da fase de treinamento das topologias e as combinações de normalizações previstas.

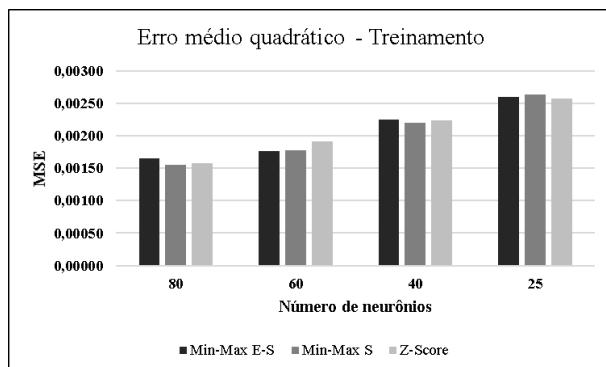


Figura 1. Erros médios quadráticos das topologias com as normalizações

Percebe-se na Figura 1 que a normalização Min-Max S obteve os menores *MSEs* nas topologias de 40 e 80 neurônios. A normalização Min-Max E-S obteve a melhor performance com a topologia de 60 neurônios, enquanto que a melhor performance da Z-Score foi alcançada com a topologia de 25 neurônios. Dessa forma, verifica-se que a Min-Max S teve maior quantidade de melhores performances em comparação às topologias com a mesma quantidade de neurônios. Isso corrobora a conclusão de Wu e Lo (2010) de que a não normalização dos dados de entrada pode trazer benefícios a performance de aprendizado da rede neural artificial.

4. Conclusão

Os resultados das performances dos treinamentos da rede neural artificial mostraram que há diferenças no desempenho das diferentes normalizações empregadas. A escolha da normalização pode se alterar em função do cenário e a área de pesquisa, ou seja, para que ocorra a melhor generalização do modelo desenvolvido, pode-se adotar alguns

experimentos com diferentes normalizações a fim de garantir a melhor performance de aprendizado do modelo com Inteligência Computacional. Sendo assim, os modelos de previsão de dosagem de coagulante podem apresentar robustez na predição de valores, quando o processo de aprendizagem e a posterior utilização, empregam a normalização somente nas variáveis de saída.

Referências

- Farmaki, E. G., Thomaidis, N. S. and Efstathiou, C. E. (2010) “Artificial Neural Networks in water analysis: Theory and applications”, International Journal of Environmental Analytical Chemistry, pages 85-105.
- Griffiths, K. A. and Andrews, R. C. (2001) “The application of artificial neural networks for the optimization of coagulant dosage”, Water Science & Technology: Water Supply, pages 605-611.
- Heddam, S., Bermad, A. and Dechemi, N. (2012) “ANFIS-based modelling for coagulant dosage in drinking water treatment plant: a case study”, Environmental Monitoring and Assessment, pages 1953-1971.
- Kalteh, A. M., Hjorth, P. and Berndtsson, R. (2008) “Review of the self-organizing map (SOM) approach in water resources: Analysis, modelling and application”, Environmental Modelling & Software, pages 835-845.
- Khataee, A. R. and Kasiri, M. B. (2010) “Artificial neural networks modeling of contaminated water treatment processes by homogeneous and heterogeneous nanocatalysis”, Journal of Molecular Catalysis A: Chemical, pages 86-100.
- Kumar, J. S. and Poongodi, P. (2013) “Intelligent feed forward control of chemical dosing pump using pulse width modulation”, Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, pages 218-222.
- Kung, H.-Y., Kuo, T.-H., Chen, C.-H. and Tsai, P.-Y. (2016) “Accuracy Analysis Mechanism for Agriculture Data Using the Ensemble Neural Network Method”, Sustainability, pages 1-11.
- Nayak, S. C., Misra, B. B. and Behera, H. S. (2014) “Impact of Data Normalization on Stock Index Forecasting”, International Journal of Computer Information Systems and Industrial Management Applications, pages 257-269.
- Ogwueleka, T. C. and Ogwueleka, F. N. (2009) “Optimization Of Drinking Water Treatment Processes Using Artificial Neural Network”, Nigerian Journal Of Technology, pages 16-25.
- Shalabi, L. A., Shaaban, Z. and Kasasbeh, B. (2006) “Data Mining: A Preprocessing Engine”, Journal of Computer Science, pages 735-739.
- Singh, B. K., Verma, K. and Thoke, A. S. (2015) “Investigations on Impact of Feature Normalization Techniques on Classifier’s Performance in Breast Tumor Classification”, International Journal of Computer Applications, pages 11-15.
- Wu, G.-D. and Lo, S.-L. (2010) “Effects of data normalization and inherent-factor on decision of optimal coagulant dosage in water treatment by artificial neural network”, Expert Systems with Applications, pages 4974-4983.

Revisão sistemática sobre o uso de *Wikis*

Gomes Junior, J. C.¹, Gaspar, M. A.²

^{1,2} Universidade Nove de Julho (PPGI)

¹Rua Amador Bueno, 389/491 – São Paulo (SP), ² Av. Francisco Matarazzo, 612 – São Paulo (SP)

josecarmino@uni9.pro.br, marcos.antonio@uni9.pro.br

Resumo: Esta pesquisa desenvolve uma revisão sistemática da literatura com o objetivo de identificar, avaliar e classificar as pesquisas disponíveis e relevantes acerca da temática de uso de *Wikis*. Para tanto, toma como base os dados secundários disponíveis na base *Science Direct*. Os resultados indicaram que a área de avaliação Ciências Humanas da CAPES (Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) é responsável por 40% da produção científica nesta temática.

Abstract: This research develops a systematic review of the literature in order to identify, evaluate and rank the available and relevant research on the use of *Wikis* theme. Therefore, the survey was conducted with secondary data available on *Science Direct* base. The results indicated that the area evaluation Human Sciences of the CAPES (Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel) is responsible for 40% of scientific literature on this subject.

1 – Introdução

O ‘mundo está mudando’ é uma ideia presente no senso comum contemporâneo, porém esta afirmação carrega de maneira implícita que a ideia de que a velocidade das mudanças cria descontinuidades, as quais afetam todos (GASPAR *et al.*, 2009). A expansão e difusão da internet, que ocorre a partir da segunda metade dos anos 1990, é um marco fundamental destas mudanças. A evolução se deu a partir da *Web 1.0* estática para *Web 2.0*, termo este cunhado por Tim O'Reilly em conferências realizadas em 2004. Desde então, o mercado tem adotado esse termo e o conceito a ele associado (LEVY, 2009). Os ideais de colaboração, interação e participação incorporados na *Web 2.0* promoveram desde então a produção intensa de informações, além da organização em rede de conexões em que se tornou a sociedade atual (CASTELLS, 2009; TAKAHASHI, 2000).

Três aspectos centrais estão presentes no contexto contemporâneo: a constante mudança nos meios de comunicação, impactando nas relações entre indivíduos e causando uma descontinuidade em todos (CASTELLS, 2009; TAKAHASHI, 2000); a evolução de uma *Web* estática para uma *Web* participativa e colaborativa o que leva a uma geração de grandes massas de informações depositados em mídias diversas (ANDERSEN, 2007; LEVY, 2009; MUSSER; O'REILLY, 2007; O'REILLY, 2007) e, por fim; a introdução do conhecimento como

ferramenta estratégica tanto para o indivíduo como para as organizações (DAVENPORT; PRUSAK, 1998).

Neste contexto, conhecimentos são informações personalizadas, as quais estão relacionadas a fatos, julgamentos, ideias e observações. Por sua vez, o conhecimento é resultado do processo cognitivo de estímulos (ALAVI; LEIDNER, 2001). O conhecimento também pode ser definido como uma crença verdadeira justificado, conforme visão exposta por Nonaka (1994).

Este contexto apresentado é composto por diversos atores. Porém, para esta pesquisa é considerado somente trabalhos que façam uso de *Wikis*, uma vez que esta ferramenta tem como objetivo central a edição colaborativa de conteúdos.

As *Wikis* apoiam o conhecimento não estruturado, uma vez que fornecem uma base de informações pela qual os usuários marcam as informações com seus próprios indexadores, o que constrói uma informação relevante para eles próprios. Assim, os traços pessoais ficam ressaltados e de domínio para os demais usuários (VOIGT; FUCHS-KITTOWSKI; GOHR, 2014).

Assim sendo, esta pesquisa pretende responder à seguinte questão-problema: Quais áreas do conhecimento apresentam pesquisas sobre o uso de *Wiki*? Para tanto, o objetivo desta pesquisa é identificar, avaliar e classificar as pesquisas disponíveis e relevantes acerca da temática de uso de *Wikis*.

2– Web 2.0

As denominações *software social* e *mídia social* são utilizadas por vários autores (WEVER *et al.*, 2015), (KIM; SIN, 2016), (RICHARDS, 2009), (LARU; NÄYKKI; JÄRVELÄ, 2012), (YATES; PAQUETTE, 2011) para referenciar ferramentas colaborativas. A *Wiki*, uma ferramenta pautada nos princípios da *Web 2.0* e centrada na edição colaborativa é um sistema livre e expansível, contendo páginas *Web* interligadas que tem como sua principal característica o armazenamento e manutenção de documentos e com infraestrutura baseada em um banco de dados, que permite maior facilidade na manutenção dos documentos (BARRA *et al.*, 2012).

A infraestrutura da *Wiki* é orientada a documentos, os quais tomam o conceito de marcadores ou indexadores, tais como título, parágrafos e listas, para construir relações. Porém, estas relações não são suficientes para se construir conhecimento de forma eficiente (CORREIA *et al.*, 2009). A evolução para uma *Wiki* Semântica transforma a infraestrutura atual em infraestrutura semiestruturada.

3 – Metodologia

Uma revisão sistemática da literatura foi realizada com o objetivo de identificar, avaliar e interpretar pesquisas relevantes que estejam disponíveis a uma determinada questão de pesquisa. Pode ser construída com dois objetivos centrais: identificar lacunas existentes em uma área de pesquisa ou fornecer um conjunto relevante de trabalhos para ser o embasamento de novas pesquisas (KITCHENHAM; BUDGEN; BRERETON, 2010). Desta maneira a presente pesquisa é pautada na proposta de PETERSEN *et al.* (2008), que procederam a revisão sistemática em quatro etapas: definição das questões de pesquisa; execução da pesquisa por estudos primários relevantes; extração e síntese dos dados e, por fim, análise de conteúdo.

3.1 – Questão de pesquisa e procedimentos metodológicos

A questão central que motivou esta pesquisa foi: Quais áreas do conhecimento apresentam pesquisas sobre o uso de *Wiki*? A coleta dos dados foi realizada na base de dados Science Direct, em particular em artigos de revistas científicas com a palavra-chave *Wiki*, constante somente no título ou no resumo retornando o resultado foi de 318 artigos distribuídos em vinte periódicos científicos. Os periódicos estão classificados conforme as informações disponíveis nas suas respectivas páginas, em relação às métricas Source Normalized Impact per Paper (SNIP), SCImago Journal Rank (SJR), Impact Factor: 2.556 e 5-Year Impact Factor 3.227, sendo que as revistas que não têm fator de impacto declarado foram excluídas, resultando assim em 102 artigos distribuídos em dezenas de revistas.

4 – Análise dos resultados

Os artigos foram agrupados conforme as grandes áreas do conhecimento definidas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), que é responsável por avaliar os Programas de Pós-graduação no Brasil. Para Maccari *et al.*, 2015, a CAPES contribui em quantidade e qualidade para o desenvolvimento da Pós-Graduação no Brasil, tendo um importante papel na geração de novos conhecimentos. Dentre as grandes áreas de conhecimento encontradas ocorrencias em: a) Ciências Agrárias (zero artigos); b) Ciências Exatas e da Terra (11 artigos); c) Ciências Humanas (37 artigos); d) Ciências Biológicas (zero artigos); e) Engenharias (2 artigos); f) Ciências Sociais Aplicadas (14 artigos); g) Ciências da Saúde (10 artigos); h) Multidisciplinar (9 artigos) e, por fim, i) Linguística, Letras e Artes (zero artigos). A grande área de Ciências Humanas tem um total de 37 artigos, o que representa 40,2% do total de publicações encontradas, o que a destaca dentre as demais e a coloca como maior utilizadora da tecnologia *Wiki*. Não obstante, é necessário ressaltar ainda que esta pesquisa tem limitações, uma vez que restringiu sua busca a uma única base de dados, excluindo os eventos.

Referências

- ALAVI, M.; LEIDNER, D. E. Review: Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues. **MIS Quarterly**, v. 25, n. 1, p. 107, 2001.
- ANDERSEN, P. **What is Web 2.0?: ideas, technologies and implications for education**. JISC Bristol, 2007. v. 1
- BARRA, D. C. C. et al. Avaliação da tecnologia *Wiki*: ferramenta para acesso à informação sobre ventilação mecânica em Terapia Intensiva. **Rev Bras Enferm**, v. 65, n. 3, p. 466–73, 2012.
- CASTELLS, M. **A Sociedade em rede**. 10. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2009. v. I
- CORREIA, F. F. et al. **Incremental knowledge acquisition in software development using a weakly-typed Wiki**. Proceedings of the 5th International Symposium on Wikis and Open Collaboration.
- DAVENPORT, T. H.; PRUSAK, L. **Ecologia da informação: por que só a tecnologia não basta para o sucesso na era da informação**. São Paulo: Futura, 1998.
- GASPAR, M. A. et al. Gestão da criação de conhecimento na indústria criativa de software. 2009.

KIM, K.-S.; SIN, S.-C. J. Use and Evaluation of Information From Social Media in the Academic Context: Analysis of Gap Between Students and Librarians. **The Journal of Academic Librarianship**, v. 42, n. 1, p. 74–82, jan. 2016.

KITCHENHAM, B. A.; BUDGEN, D.; BRERETON, P. **The value of mapping studies: a participantobserver case study**. INTERNATIONAL CONFERENCE ON EVALUATION AND ASSESSMENT IN SOFTWARE ENGINEERING.

LARU, J.; NÄYKKI, P.; JÄRVELÄ, S. Supporting small-group learning using multiple Web 2.0 tools: A case study in the higher education context. **The Internet and Higher Education**, v. 15, n. 1, p. 29–38, jan. 2012.

LEVY, M. WEB 2.0 implications on knowledge management. **Journal of Knowledge Management**, v. 13, n. 1, p. 120–134, 20 fev. 2009.

MACCARI, E. A. et al. Levantamento de Requisitos para a Proposta de um Aplicativo para Acompanhamento dos Quesitos do Sistema de Avaliação da Capes. **Revista GUAL**, v. 8, n. 3, p. 1–25, 2015.

MUSSER, J.; O'REILLY, T. **Web 2.0 principles and best practices**. Sebastopol, Calif.: O'Reilly Media, 2007.

NONAKA, I. A Dinamic Theory of Organizational Knowledge Creation. **Organization Science**, v. 5, 1994.

O'REILLY, T. What is Web 2.0: Design patterns and business models for the next generation of software. **Communications & strategies**, n. 1, p. 17, 2007.

PETERSEN, K. et al. **Systematic mapping studies in software engineering**. 12th international conference on evaluation and assessment in software engineering.

RICHARDS, D. A social software/Web 2.0 approach to collaborative knowledge engineering. **Information Sciences**, v. 179, n. 15, p. 2515–2523, jul. 2009.

TAKAHASHI, T. (ED.). **Sociedade da informação no Brasil: livro verde**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000.

VOIGT, S.; FUCHS-KITROWSKI, F.; GOHR, A. **Structured Wikis: Application Oriented Use Cases**. ACM Press, 2014

WEVER, B. D. et al. A wiki task for first-year university students: The effect of scripting students' collaboration. **The Internet and Higher Education**, v. 25, p. 37–44, abr. 2015.

YATES, D.; PAQUETTE, S. Emergency knowledge management and social media technologies: A case study of the 2010 Haitian earthquake. **International Journal of Information Management**, v. 31, n. 1, p. 6–13, fev. 2011.

Movimento DevOps: A nova Ti nas organizações

**André Rivas¹, Ivanir Costa¹, Renan Leão², Marcelo Érico³, Mbito Borges⁴,
Jaqueline Carvalho⁵, Rogério Pizarro⁶**

¹ Uninove (Programa de Pós-Graduação em Informática e Gestão do Conhecimento)

Av. Francisco Matarazzo 612, Bloco A, São Paulo, SP – Brasil

² Uninove (Sistemas de Informação, 8º semestre)

Av. Francisco Matarazzo 612, Bloco A, São Paulo, SP – Brasil

³ Uninove (Ciência da Computação, 2º semestre)

Av. Francisco Matarazzo 612, Bloco A, São Paulo, SP – Brasil

⁴ Uninove (Ciência da Computação, 5º semestre)

Av. Francisco Matarazzo 612, Bloco A, São Paulo, SP – Brasil

⁵ Uninove (Sistemas de Informação, 8º semestre)

Av. Francisco Matarazzo 612, Bloco A, São Paulo, SP – Brasil

rivas.andre@gmail.com, icostall@live.com, rleao3932@gmail.com,
marceloe@uninove.br, adrianomagalhaes@uninove.edu.br,
jaquecarvalho@msn.com, rogerio.pizarro@uol.com.bri

Resumo. A TI observa, na atualidade, uma verdadeira explosão no uso dos métodos ágeis, com encurtamento significativo dos prazos de desenvolvimento e entregas constantes de seus produtos. Por outro lado, as empresas inovadoras, precisam entregar ou liberar seus sistemas cada vez mais rápido, em um único dia ou até em horas, com um elevado grau de qualidade. A que se apresenta é a aplicação da filosofia DevOps, com suas práticas, que propõe o deploy de aplicações e de infraestrutura de forma rápida e controlada, com os times de desenvolvimento e de operação trabalhando juntos para aumentar a velocidade da entrega de software. O objetivo deste trabalho é por meio de pesquisa bibliográfica estudar e apresentar as práticas do DevOps com sua forma de trabalho colaborativo ocorrendo entre as áreas de construção e produção de software, considerando a comunicação como um fator crítico para os projetos de TI.

Áreas temáticas. DevOps, Agilidade, Entrega Contínua, Automação

Abstract. TI notes, currently, a real explosion in the use of fast methods, with significant shortening of deadlines for the development and constant deliveries of their products. On the other hand, innovative companies need to deliver or release their systems faster and faster, in a single day or even in hours, with a high degree of quality. What is presented is the application of philosophy with its practice DevOps, it proposes the deploy of applications and infrastructure quickly and controlled, with the development and operation teams working together to increase the speed of software deliveries. Thus, the aim of this work is to study and present the DevOps practices with their form of collaborative work occurring between the areas of construction and software production.

Thematic areas. DevOps, Agility, Continuous Delivery, Automation

1. Introdução

Atualmente a TI passa por uma explosão no uso dos métodos ágeis em seus processos de desenvolvimento, que leva ao encurtamento significativo dos prazos de desenvolvimento, e consequentemente, na necessidade da melhoria na comunicação, integração e colaboração entre as áreas de TI, visando o aperfeiçoamento das entregas dos seus produtos de software aos clientes e usuários finais. Dessa necessidade surge uma nova proposta denominada movimento DevOps (Development + Operations), que pretende quebrar a barreira na comunicação entre os desenvolvedores e operadores de TI, para a obtenção de uma entrega aos clientes e usuários de produtos de software com mais agilidade e qualidade dentro de um ambiente controlado, (Sato, 2013; Siqueira, 2016; Assespro-MG, 2015).

O presente estudo busca, através de pesquisa bibliográfica obter o panorama atual do movimento DevOps, considerando a complexidade contemporânea destes ambientes e o dinamismo das necessidades correlatas ao cenário abordado, fatores estes que dificultam a comunicação nos projetos de TI.

2. O movimento DevOps

O movimento DevOps para garantir entregas continuas encoraja automação da mudança, configurações e processos de lançamento. E foi a busca de soluções para estas necessidades que motivou importantes discussões no mundo da TI sendo que a partir de 2008 aparece o conceito de ‘Infraestrutura Ágil’ juntamente com o crescimento da virtualização e da computação em nuvem, (Carvalho, 2013; Taurion, 2014). O movimento DevOps tem como objetivo principal a entrega/liberação (deploy) não só de aplicações, mas também de infraestrutura de forma rápida e controlada. Para que esse desafio seja enfrentado ambos os times de desenvolvimento e de operação precisam trabalhar juntos e com isso maximizar os resultados. Nenhum dos times pode mais caminhar sozinho na busca de encontrar processos e ferramentas comuns que ajude os times. Esta é a essência do Movimento DevOps, (Carvalho, 2013; Sete, 2015; Assespro-MG, 2015).

Os autores afirmam que o DevOps é um paradigma emergente que tem por objetivo eliminar as barreiras entre o pessoal de desenvolvimento e de operações, já que as empresas precisam entregar funcionalidades de software a um ritmo constante, contínuo e de forma sustentável. Eles discutem uma taxonomia de recursos para o DevOps composto por elementos, como: a gestão da mudança; a orquestração e a entrega das aplicações; o monitoramento da aplicação em ambiente de produção; e o fornecimento da configuração apropriada da infraestrutura tecnológica, (Wettinger et al. 2015; Zentgraf, 2013; Bellomo, 2014). Neste contexto as múltiplas dimensões do DevOps compreendem: a cultura, processos, práticas, sistemas, arquitetura e automação com medição. Na literatura ainda se encontram outros rótulos sobre o tema, tais como: cultura de colaboração, automação, medição, compartilhamento de documentação e conhecimento, serviços, garantia da qualidade e estruturas/padrões, (Bellomo, 2014; Erich et al. 2014). As interações em um ciclo de DevOps devem ocorrer com muita frequência (Entrega Contínua) e de forma colaborativa com a aplicação dos princípios Lean, métodos ágeis, ajuste cultural, comunicação entre as áreas e a melhoria contínua em todo o ciclo de vida da entrega do software. Para aumentar a qualidade do software é fundamental repensar e planejar uma arquitetura de software emergente e orientada a testes. Com automação de testes unitários, gestão de código fonte, gestão de *build* e *release* consegue-se antecipar e acelerar o fluxo das aplicações, (Sharma, 2014; Farias, 2012; Mann e O’Donnell, 2011).

3. A nova TI

Muitas empresas estão se preparando para a implementar o movimento DevOps, a próxima onda de inovação em desenvolvimento e entrega de software e uma maneira fundamental de aplicação do desenvolvimento ágil. Esta abordagem de integração completa de suas funções de desenvolvimento de software com suas operações de TI, faz com que as equipes possam construir, testar, liberar e manter as aplicações com mais frequência e mais eficiência. Nesta proposta os softwares são projetados com os requisitos de negócios e com a integração de sistemas em mente, os desenvolvedores e operadores passam a ser igualmente responsáveis pela entrega e estabilidade do código, (IDC, 2014; ISACA, 2015).

Ao longo da última década, as empresas que nasceram on-line revolucionaram a forma como a infraestrutura de tecnologia é construída e mantida, e como aplicações de software são desenvolvidas e implementadas. Elas têm sido as primeiras a integrar as suas funções de desenvolvimento de software com suas operações de TI com foco na entrega contínua de pequenas melhorias, onde as equipes de projeto rapidamente, integram, testam, entregam e monitoram as mudanças de software. Por exemplo, o Netflix criou uma arquitetura de TI baseada em nuvem que permite que seus desenvolvedores lancem centenas de mudanças de software por dia. Seu site inclui centenas de microserviços hospedados na nuvem, e cada serviço é mantido por uma equipe DevOps dedicada. Os desenvolvedores não precisam de solicitação de recursos da equipe de operações de TI; em vez disso, podem construir automaticamente pedaços de código em imagens da web implementáveis. Devido a este nível de automatização, o Netflix pode implantar um novo código no seu ambiente de produção em questão de horas, quando a maioria das empresas precisariam de meses.

4. Metodologia

A abordagem do estudo é descritiva e a natureza da pesquisa é qualitativa, a estratégia utilizada foi a pesquisa bibliográfica; uma vez que esta, tem a finalidade de colocar o pesquisador em contato com todo material público sobre o tema pesquisado e que esteja à sua disposição (MARCONI e LAKATOS, 2009).

5. Conclusão

Em observação aos aspectos analisados, percebe-se que a filosofia DevOps incide positivamente ao propósito de suprir a falha de comunicação entre os membros de equipes, proporcionando a automatização do ciclo de entrega de produtos e viabilizando agilidade aos negócios. Deve-se ressaltar que DevOps não é uma técnica e nem um processo, mas uma abordagem para habilitar a Entrega Contínua desde o processo de concepção do software passando por sua produção, culminado nas entregas com rapidez e qualidade. A consonância entre entrega do produto e seus recursos para operação se mostra favorecida em um ambiente DevOps, principalmente em prol do alcance ao tempo desejado para a conclusão do trabalho. Atender as expectativas criadas acerca do produto é um desafio sobretudo se ponderarmos os ambientes matriciais fracos das organizações; no caso da abordagem DevOps, se tem um ambiente favorável neste sentido, já que a comunicação se mostra muito mais eficiente do que em regimes mais clássicos para a gestão de projetos.

Referências

Assesspro-MG. *Devops um novo processo e cultura de desenvolvimento de software ou uma releitura de práticas existentes*. Disponível em: <http://www.assespro>

Anais do Seminário em Tendências em Desenvolvimento Inteligente. SETH 2016-e-cultura-de-desenvolvimento-de- software-ou-uma-releitura-de-praticas-existentes/. Acesso em 15 de dez. 2015.

Bellomo, S. Architectural Implications of DevOps. Software Engineering Institute. Software Architecture: Trends and News Directions, (2014).

Carvalho, G. Cultura Devops – Integração entre infra e desenvolvimento. <http://pt.slideshare.net/GutoCarvalho/devops-26412358/>. Acesso em Acesso em 15 de dez. 2015.

Erich, F.; Amrit, C. e Maya, D. Report: DevOps Literature Review. Universitu of Twente, October 6, 2014.

Farias, W. Entrega Continua de Inovação Orientada à Software. Disponível em: <http://slideplayer.com.br/slide/3996793/>. Acesso em 07 de jan. de 2016.

ISACA. DevOps practitioner considerations. (2015). Disponível em: <http://www.isaca.org/>. Acessado em setembro de 2016.

Mann S. & O'Donnell, G. DevOps: Caminho para aumento da colaboração no departamento de TI, (2013). Disponível em: <http://cio.com.br/gestao/2011/08/17/devops-caminho-para-aumento-da-colaboracao-no-departamento-de-ti/>. Acesso em 05 de janeiro de 2016.

Marconi, M. A.; Lakatos, E. M. Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa e elaboração, análise e interpretação de dados. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

Sato, D. *DevOps na Prática: Entrega de Software Confiável e Automatizada*. São Paulo: Casa do Código, 1^a ed. (2013).

Sete, M. DevOps: O ano em que o Brasil descobriu a prática da automação de infraestrutura, (2015). Disponível em: <http://computerworld.com.br/devops-o-ano-em-que-o-brasil-descobriu-pratica-da-automacao-de-infraestrutura/>. Acesso em 05 de janeiro de 2016.

Siqueira, M. *DevOps: o que é e qual a sua real importância para as empresas?*. São Paulo: Portal Ascenty. Disponível em: <https://ascenty.com/devops-o-que-e-e-qual-sua-real-importancia-para-as-empresas/>. Acessado em: 04 de outubro de 2016.

Sharma, S. (2014). DevOps For Dummies®, New Jersey: IBM Limited Edition Published by John Wiley & Sons, Inc. 111 River St. Hoboken, NJ 07030-5774, www.wiley.com Copyright © 2014 by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken.

Taurion, C. Você realmente conhece o conceito de DevOps?, (2014). <http://www.tiespecialistas.com.br/2014/04/voce-realmente-conhece-o-conceito-de-devops/>. Acessado em Setembro de 2016.

Wettinger, J.; Andrikopoulos, V. e Leymann, F. Automated Capturing and Systematic Usage of DevOps Knowledge for Cloud Applications. IEEE Computer Society. IEEE International Conference in Cloud Engineering., 2015.

Zentgraf, D. Definindo a Implementação Distribuível em DevOps, (2013). Disponível em: <http://imasters.com.br/desenvolvimento/definindo-a-implementacao-distribuivel-em-devops/>. Acesso em 30 de dez. de 2015.

Panorama dos programas de pós-graduação *stricto sensu* em Gestão do Conhecimento no Brasil

Overview of post-graduate programs in the strict sense in Knowledge Management in Brazil

Lidiane Cristina da Silva¹, Fábio Luís Falchi de Magalhães², Maria Helena Mauro³, Antonio Carlos Silva⁴, Marcos Antonio Gaspar⁵

¹ Especialista em Engenharia de Sistemas pela Escola Superior Aberta do Brasil. Analista de Tecnologia da Informação. Pesquisadora institucional e Procuradora institucional da Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, Brasil.

²Universidade Nove de Julho (doutorando em Informática e Gestão do Conhecimento e professor da diretoria de Informática), São Paulo, Brasil.

^{3 4} Universidade Nove de Julho (mestrando em Informática e Gestão do Conhecimento), São Paulo, Brasil.

⁵ Universidade Nove de Julho (doutor em administração e professor permanente do programa de pós-graduação de Informática e Gestão do Conhecimento), São Paulo, Brasil.

lidiane.cristina3@gmail.com, f.magalhaes@uni9.pro.br,
helena_mauro@yahoo.com.br, acarsil@gmail.com,
marcos.antonio@uni9.pro.br

Resumo. O objetivo deste é apresentar a proposta de um trabalho que visa descrever o panorama dos programas *stricto sensu* brasileiros da área interdisciplinar, cujo nome do programa ou linha de pesquisa possua o termo “Gestão do Conhecimento”. A área de avaliação interdisciplinar da CAPES, é uma das áreas que concentram o maior número de programas *stricto sensu* e há poucos estudos sobre a mesma. Metodologicamente serão utilizadas a pesquisa bibliográfica e documental. Os cursos de Gestão do Conhecimento, possuem experiências e especificidades, que devem ser evidenciados com a análise de dados.

Abstract. The purpose of this paper is introduce a work proposal that aims to describe the panorama of Brazilian graduate studies program of interdisciplinary area, whose a program name or research line has the term "knowledge management". The CAPES interdisciplinary evaluation area is one of the areas with the highest number of graduate studies program and there are few studies on it. Methodologically will be used bibliographic and documentary research. The Knowledge Management courses have many specificities, which will be shown with the data analysis.

Áreas temáticas. Gestão do conhecimento. Gestão de tecnologia da informação.

1. Introdução

A gestão conhecimento surge com uma necessidade para desenvolvimento das organizações (Araújo *et al.*, 2013; Cherman; Rocha-Pinto, 2013). Está definida por diversos autores, que compreendem que a gestão do conhecimento não é somente obtida através de dados ou documentos. Está também agregada a essa definição o fato de que as rotinas, processos, regras e indivíduos fazem parte do conhecimento (Santos, 2001).

O objetivo é apresentar a proposta de um trabalho que visa descrever um panorama dos programas *stricto sensu* brasileiros da área interdisciplinar, cujo nome do programa seja ‘Gestão do Conhecimento’. A área de avaliação interdisciplinar da CAPES, é a que concentra o maior número de programas *stricto sensu* (Sucupira, 2016).

Considerando que há poucos estudos sobre essa temática (Magalhães *et al.*, 2016), espera-se que o mesmo contribua para o avanço desta disciplina. Para isso, será elaborado um estudo qualitativo e quantitativo das informações encontradas nos portais oficiais da Capes nas plataformas Sucupira e Lattes.

2. Fundamentação Teórica

2.1 A Pós-Graduação no Brasil

As mudanças sociais e tecnológicas cada vez mais aceleradas fazem com que a importância da criação do conhecimento se torne cada vez mais prioritária. Desta forma a produção de conhecimento científico se torna cada vez mais importante para a sociedade e é um desafio para as universidades. (Santos, 2001).

Neste cenário, a expansão qualificada da pós-graduação, como demonstra Foray (2004), se torna importante para o desenvolvimento científico, cultural, tecnológico e social do país.

A CAPES, desempenha papel fundamental na expansão e consolidação da pós-graduação *stricto sensu* (mestrado e doutorado) em todos os estados da Federação (CAPES, 2016). Seu principal objetivo é "assegurar a existência de pessoal especializado em quantidade e qualidade suficientes para atender às necessidades dos empreendimentos públicos e privados que visam ao desenvolvimento do país" (CAPES, 2016, s. p.). Comprovadamente ela tem um papel fundamental e referenciado quando se trata de pesquisas sobre pós-graduação no Brasil.

A pós-graduação *stricto sensu* no Brasil é atualmente organizada em nove grandes áreas, sendo elas: ciências agrárias; ciências biológicas; ciências da saúde; ciências exatas e da terra; engenharias; multidisciplinar; ciências humanas; ciências sociais aplicadas e linguística, letras e artes (CAPES, 2012).

Em linhas gerais, um programa de Pós-graduação na Área Interdisciplinar deve conter uma proposta integradora, com poucas áreas de concentração, objetivos focalizados, linhas de pesquisa e projetos igualmente integradores, visando formar mestres e doutores com perfis inovadores, deve gerar produtos resultantes da convergência de duas ou mais áreas do conhecimento, promover o desenvolvimento e a inserção social (CAPES, 2013).

Anteriormente denominada Multidisciplinar, tendo sido criada em 1999, e a partir de 2008 passou a ser designada como Interdisciplinar. Apesar de recente, é a área de maior crescimento na CAPES. Segundo a CAPES (2013), isto ocorre por principalmente dois motivos: porque propiciou a criação de cursos em áreas inovadoras e interdisciplinares, o que vai de encontro a tendência mundial de aumento de grupos de pesquisa e programas acadêmicos com foco em questões complexas. Outro estímulo, foi que esta área também tem propiciado que propostas de universidades mais novas e universidades distantes de centros urbanos, com pós-graduação em formação, encontrassem um lugar.

2.2 Programas de Pós-Graduação em Gestão do Conhecimento

Segundo busca na plataforma Sucupira (2016), existem no Brasil 13 programas de pós-graduação, cujo título traz o termo ‘Gestão do conhecimento’ ou ‘Difusão do Conhecimento’, tanto em nível de doutorado como de mestrado (acadêmico e profissional). Com exceção de três, os demais programas estão enquadrados dentro da área de avaliação da Interdisciplinar da CAPES, sendo o mais antigo está em funcionamento desde 1998 (CAPES, 2016).

O termo ‘Gestão do conhecimento’ também está presente no nome do curso ou como linha de pesquisa, em programas de outras áreas, como administração, ciências da computação, ciências médicas, ciências sociais, engenharia, entre várias outras áreas que tem se pesquisado sobre esta temática (Sucupira, 2016).

A criação de cursos de Gestão do Conhecimento em nível de pós-graduação *stricto sensu* demonstra a necessidade e preocupação de fomentar pesquisas sobre o tema, que possam propor soluções técnico-científicas para a gestão orientada ao conhecimento.

3. Metodologia de pesquisa

Nesta sessão será apresentado o método de pesquisa utilizado no desenvolvimento deste trabalho. Trata-se de um estudo qualitativo e quantitativo baseados em informações e dados encontrados nos portais oficiais como da Capes nas plataformas Sucupira e Lattes. A utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir (Gerhardt; Silveira, 2009).

A primeira etapa consiste na identificação dos programas que fazem parte da área de avaliação interdisciplinar, junto ao portal da Capes. Em seguida será realizada a triagem dos programas, cujo título ou linha de pesquisa possua o termo “Gestão do Conhecimento”.

Após identificação dos programas a serem analisados, serão levantados dados, em diversas bases oficiais, como CAPES e Lattes, que orientarão a terceira etapa, a de análise. Esta última etapa compreenderá o tratamento dos dados e sua interpretação.

4. Apresentação e análise dos resultados

A proposição de resultados desta pesquisa incluirá as seguintes informações: 1) Discentes (matriculados / titulações/ egresso); 2) Perfil dos programas e linhas de pesquisa (propostas); 3) Docentes (quantitativo, formação); 4) Produção do programa (docentes,

discentes, egressos) e 5) Avaliação e indicadores dos programas de pós-graduação em gestão do conhecimento.

5. Considerações Finais

Em agosto de 2016 foi iniciada a pesquisa com a etapa quantitativa. A previsão de conclusão até o final do segundo semestre de 2016. Após esta etapa seguirá a análise qualitativa, cuja previsão de término é primeiro semestre de 2017.

Os cursos que fazem parte de programas interdisciplinares tem como premissa a produção de conhecimento que vai além de disciplinas isoladas (CAPES, 2013). Espera-se ao final deste trabalho encontrar experiências diversas e especificidades nesses programas.

Referências

Araújo, R. P.; Mottin, A. P.; Rezende, J. F. C. (2013). Gestão do conhecimento e do capital intelectual: mapeamento da produção acadêmica brasileira de 1997 a 2011 nos encontros da ANPAD. **O&S**, v. 20, n. 65, p. 283-301.

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. CAInter (Comissão de Área Interdisciplinar) (2013) “Documento de Área 2013”. Brasília. Disponível em: <<http://www.avaliacaotrienal2013.capes.gov.br/documento-de-area-e-comissao>>. Acesso em: 01 set. 2016.

Cirani, C. B. S.; Silva, H. H. M.; Campanario, M. A. (2012) “A Evolução do Ensino da Pós-graduação Estrito Senso em Administração no Brasil” / The Evolution of Brazilian Graduate Business Administration Programs”. Revista de Administração Contemporânea Volume 16, número 6, página 765.

Foray, D. (2004) “Economics of knowledge”. Cambridge: MIT Press.

Gerhardte, T. E; Silveira, D. T. (2009). Métodos de pesquisa/ Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS.

Magalhães, F. L. F.; Silva, L. C.; Gaspar, M. A.; Cardoso, M. V.; Carvalho, A. C. (2016) “Gestão do conhecimento: um Estudo da Produção Stricto Sensu no Brasil entre 2006 e 2015”. In: Congresso Brasileiro de gestão do conhecimento, XIII, São Paulo, 2016. Anais... Florianópolis, SBGC.

Sucupira (2016) “Propostas programas” disponível em: <<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/propostaPrograma/listaProposta.jsf>>. Acesso em 01 set. 2016.

Santos, A. R. (2001) “Gestão do conhecimento: uma experiência para o sucesso empresarial”. Curitiba: Champagnat.

Interactive segmentation and classification of cutaneous ulcers

Charles Ferreira Gobber¹, Wonder Alexandre Luz Alves¹

¹ Informatics and Knowledge Management Graduate Program,
Universidade Nove de Julho, São Paulo, SP, Brazil.

charles26f@gmail.com, wonder@uni9.pro.br

Abstract. This paper proposes an approach for segmentation and classification of cutaneous ulcers. Cutaneous ulcers are wounds with a slow healing process, and they are caused by some pressure on the skin that can be weakened by a health factor. The proposed approach uses an interactive segmentation method based on watershed by marks and a neural network to classify the tissues from cutaneous ulcers. Preliminary results conducted with Medetec dataset indicated that the proposed approach is a good alternative for segmentation and classification of cutaneous ulcers.

keywords: cutaneous ulcers, neural network, watershed.

1. Introduction

Cutaneous ulcers is a big health problem that occurs around the world. Recent researches estimate that cutaneous ulcer is a problem affects between 0.1% and 1% of the population, as indicated in [de Souza Tarallo et al. 2008] and [Pereira et al. 2013]. Cutaneous ulcer can be defined as a wound that does not heal easily, and it is caused by a kind of pressure on the skin that is normally weakened by a health factor [Veredas et al. 2015].

Healing process is probably the biggest problem to patients who have cutaneous ulcers. In most of cases the wounds back after the healing process, and this process is very slow and uncomfortable to the patients [Phillips et al. 1994]. During the healing process the experts need to analyze the area and states of ulcer tissues (internal tissues, such as: granulation, fibrin, necrotic and healing), and actually this is made using manual observation and image registration.

Recent researches in the field of computer vision have led to a renewed interest in segmentation and classification of cutaneous ulcer images [Veredas et al. 2010, Dorileo et al. 2010, Khan et al. 2015, de Souza Tarallo et al. 2008] and [Wang et al. 2015]. Analyzing a considerable amount of literature we observe those techniques are not efficient yet, because image segmentation and classification is a hard task, and this fact was explored in this paper.

There are many kinds of cutaneous ulcers, and in this paper it explore foot and pressure ulcers. Our propose method is based on interactive segmentation, and supervised classification. In addition, interactive segmentation is apply using watershed by markers, and classification is apply using a neural network, as shown in Section 2 and 3. Some experiments and results conducted in Medetec image dataset are shown in Section 4, and finally in Section 5 we present our conclusions.

2. Interactive segmentation

Recently, researches are shown approaches based on automatic or manual segmentation of cutaneous ulcers [Veredas et al. 2010, Dorileo et al. 2010, Khan et al. 2015, de Souza Tarallo et al. 2008] and [Wang et al. 2015]. On the other hand, automatic segmentation of cutaneous ulcers is a hard task and manual segmentation is a laborious task. Thus, an interactive segmentation is an alternative approach to segment cutaneous ulcers. Interactive term means that segmentation approach needs an user to help segmentation process as a manual segmentation approach, but more easy and fast.

Our segmentation method is based on a technique called watershed by markers. Watershed is a robust morphological technique that interpret an image as a topographic relief [Gonzalez and Woods 2008]. In addition, watershed is used to segment *ROI's* (regions of interest) of images, in our case ulcer region. Firstly, an input image f_{rgb} is converted to a grayscale image f_g , and after from image f_g is calculated the morphological gradient using a disk of radius 1.5 as the structuring element (*SE*), generating the output image f_{mg} . Second, two type of marks are made on image f_{mg} , one mark to represent ulcer regions (green) and another mark to represent other regions (yellow). Finally, with the image f_{mg} the watershed is processed, and the result is an image f_o that contains segmented ulcer region based on image f_{mg} from second step. Steps two and three of interactive segmentation can be repeated as often as necessary during the process. All the steps accomplished are highlighted in Figure 1 bellow:

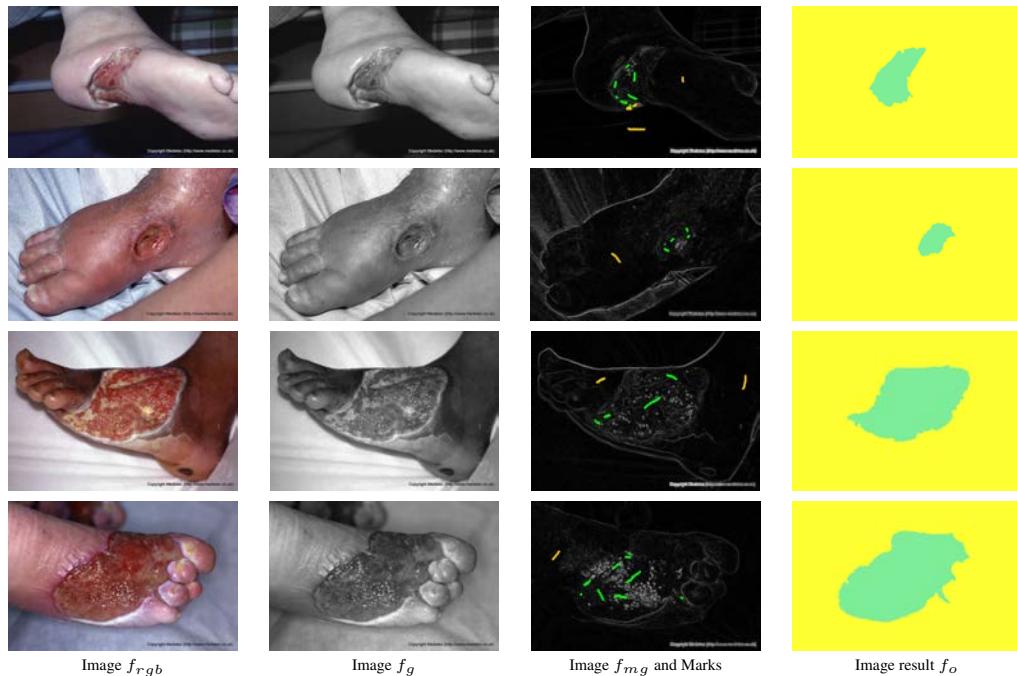


Figure 1. Interactive segmentation process.

3. Classification

After segmentation process, we train and validate a neural network to classify cutaneous ulcer tissues. Thus, for any pixels p from an image f_{rgb} is extracted the color rgb value $(r, g, b) = f_{rgb}(p)$, then the color rgb value is normalized in an interval $]0, 1[$, as follows: $r_{norm} = r/(r + g + b)$, $g_{norm} = g/(r + g + b)$ and $b_{norm} = b/(r + g + b)$, then the color

rgb value was converted to two another normalized color spaces: HSI and YCbCr, and this lead us form a vector of features $s = [r_{norm}, g_{norm}, b_{norm}, H, S, I, Y, Cb, Cr]$. After, from a known set of vector of features samples $\mathcal{S} = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$, mapped through a neural network (Ω) to a set of classes $\mathcal{C} = \{c_1, c_2, \dots, c_z\}$, i.e., $\Omega : \mathcal{S} \rightarrow \mathcal{C}$, where n is the quantity of pixels in \mathcal{S} , z is the quantity of classes, for example: 3 (granulation, necrotic and fibrin), were obtained two other sets: the training and test set $\mathcal{T} = \{s_1, s_2, \dots, s_m\} \subset \mathcal{S}$, where $m = 2n/3$ is the quantity of classes in \mathcal{T} ; and the validation set $\mathcal{V} = \mathcal{S}/\mathcal{T}$. Finally, set \mathcal{T} is used in a *k-fold cross-validation* with $k=10$ to train Ω , and after set \mathcal{V} is applied to validate Ω .

4. Experiments and results

Accordingly, to evaluate the performance of our proposed method we used images from [Medetec 2016] public image dataset. Medetec dataset is composed by a lot of kinds of cutaneous ulcer images with a resolution about 350×370 pixels that can be used without restrictions for publication if the Medetec copyright is not removed. There are no information about the protocol acquisition of the images. Thus, seven images from [Medetec 2016] public image dataset were manually segmented and binarized by the authors to compare with interactive segmentation approach. From every manually segmented image f_{ms} and also in resulting segmented image f_o were counted and compared total of pixels of ulcer region, results are highlighted in Table 1 bellow:

Image	Counted pixels (f_{ms})	Counted pixels (f_o)	Error
1	10002	10380	3.78%
2	8314	7790	6.80%
3	33860	34698	2.47%
4	42108	43920	4.30%
5	4154	4245	2.19%
6	6046	5639	6.73%
7	2740	2085	23.91%
			$e_{\mu} = 7.16\%$

Table 1. Comparison between manual and interactive segmentation.

The second part of our propose method is the classifier, the results revel that neural network is a good approach to classify cutaneous ulcer tissues. First experiment the set of samples \mathcal{S} was composed with color values extracted from 9291 pixels: 3186 fibrin pixels, 3050 granulation pixels and 3055 necrotic pixels. Second experiment the set of samples \mathcal{S} was composed with color values extracted from 12325 pixels: 3186 fibrin pixels, 3050 granulation pixels, 3055 necrotic pixels, and 3034 healing pixels. Then, training and test set \mathcal{T} , and validation set \mathcal{V} were obtained for every experiment. Finally, a neural network was trained and tested using \mathcal{T} , and following performance measures were calculated using set \mathcal{V} : sensitivity ($\frac{TP}{TP+FN}$), specificity ($\frac{TN}{TN+FP}$) and accuracy ($\frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$) where TN = true negatives, TP = true positives, FN = false negatives, and FP = false positives. The differences between experiments are highlighted in Table 2:

	Sensitivity	Specificity	Accuracy
Fibrin	0.9861	1	0.9952
Granulation	0.9990	0.9976	0.9981
Necrotic	0.9950	0.9924	0.9932
Average	0.9933	0.9966	0.9955

	Sensitivity	Specificity	Accuracy
Fibrin	0.9991	1	0.9998
Granulation	0.9970	0.9875	0.9898
Necrotic	1	0.9908	0.9929
Healing	0.9387	0.9990	0.9830
Average	0.9837	0.9943	0.9913

Table 2. Results between first and second experiments.

5. Conclusion

This paper presented results of an alternative approach to segment areas of cutaneous ulcers and classify tissues of cutaneous ulcer. The evidence from this study suggests that our approach obtained good results, but the problem must be more explored. However, it is necessary an expert to manual segment and label pixels from cutaneous ulcers images, in this paper all the images were manually segmented by the authors. In addition, we need more tissues samples to improve the classifier prediction. Finally, further research might explore other segmentation approaches, for example: an automatic segmentation approach based on math morphology, and other robust classifiers, for example: support vector machine (SVM) and a deep learning classifier.

References

- de Souza Tarallo, A., Gonzaga, A., and Frade, M. A. C. (2008). Segmentation and classification of cutaneous ulcers in digital images through artificial neural networks. In *Proceedings of the First International Conference on Health Informatics (BIOSTEC 2008)*, pages 59–65.
- Dorileo, A. G., Frade, M. A. C., Rangayyan, R. M., and Azevedo-Marques, P. M. (2010). Segmentation and analysis of the tissue composition of dermatological ulcers. In *Electrical and Computer Engineering (CCECE), 2010 23rd Canadian Conference on*, pages 1–4.
- Gonzalez, R. and Woods, R. (2008). *Digital Image Processing*. Pearson/Prentice Hall.
- Khan, S., Paul, S., Rao, S. S., and Krishnareddy, A. (2015). Segmenting skin ulcers based on thresholding and watershed segmentation. In *Communications and Signal Processing (ICCP), 2015 International Conference on*, pages 1679–1683. IEEE.
- Medetec (2016). Medetec wound image databases. available at: <http://www.medetec.co.uk/files/medetec-image-databases.html> (Oct. 2016).
- Pereira, S. M., Frade, M. A. C., Rangayyan, R. M., and Azevedo-Marques, P. M. (2013). Classification of color images of dermatological ulcers. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 17(1):136–142.
- Phillips, T., Stanton, B., Provan, A., and Lew, R. (1994). A study of the impact of leg ulcers on quality of life: financial, social, and psychologic implications. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 31(1):49–53.
- Veredas, F., Mesa, H., and Morente, L. (2010). Binary tissue classification on wound images with neural networks and bayesian classifiers. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 29(2):410–427.
- Veredas, F. J., Mesa, H., and Morente, L. ("2015"). "efficient detection of wound-bed and peripheral skin with statistical colour models". *Medical & Biological Engineering & Computing*, "53"("4"):"345–359".
- Wang, L., Pedersen, P. C., Strong, D. M., Tulu, B., Agu, E., and Ignotz, R. (2015). Smartphone-based wound assessment system for patients with diabetes. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 62(2):477–488.

Desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão com rastreabilidade dos processos da colheita e pós-colheita do café

Development of decision support system (DSS) with traceability of harvesting and post-harvest handling of coffee

**Iur Bueno Papale¹, Marcelo Aparecido Costa², Fabrício Peloso Piurcosky³,
Ricardo Bernardes de Mello⁴**

^{1,2,3,4} Centro Universitário do Sul de Minas(Ciência da Computação)
Avenida Coronel José Alves, 256, Vila Pinto – Varginha (MG) – Brasil.

iur_vga@hotmail.com, marcelo_ac16@hotmail.com, fabricio@unis.edu.br,
rmello@unis.edu.br

Resumo. *Este trabalho apresenta o Sistema de Rastreabilidade da Colheita e Pós-Colheita do Café – SRCPC, que é um software de gerenciamento dos processos com rastreabilidade e apoio à decisão. Tal abordagem é relevante em vista da necessidade de gerenciamento dos processos durante a safra agrícola do café, a fim de obter qualidade e poder até mesmo repeti-los nas próximas safras. O objetivo é prover uma ferramenta que gerencie todos os processos da colheita e pós-colheita do café, a fim de ajudar o produtor na tomada de decisão em relatórios, principalmente em relação a rastreabilidade das sacas de café geradas. Este propósito será conseguido a partir da metodologia pesquisa-ação.*

Abstract. *This paper aims to show the Traceability System For Harvesting and Post Harvest Handling of Coffee (SRCPC) which is management process software with traceability and support to the decision making. Such approach seems to be relevant due to the necessity of managing the processes during coffee harvest aiming to get the highest quality and also enabling its use in future harvests. The main objective is to have a tool which can manage all harvest and post-harvest processes, thus helping the producer in his report based decision-making, mainly in the relation to the traceability of the coffee bags produced. The action research methodology will be used in order to achieve what is hereby proposed.*

Áreas Temáticas. Ferramentas de Apoio à Decisão, Gestão de Tecnologia da Informação.

1. Introdução

A tecnologia é indispensável no gerenciamento dos diversos serviços que são prestados pelas organizações. Seu principal papel é dar eficácia aos processos, segurança e agilidade no apoio as decisões. A agricultura cafeeira carece deste tipo de solução, mesmo sendo uma das principais culturas desenvolvidas no Brasil. Ao considerar a

colheita e a pós-colheita do café, os produtores, na maioria dos casos, tem dificuldade em controlar a quantidade produzida. Tal problema merece ser dirimido, pois essas etapas interferem diretamente em sua qualidade, gerando prejuízos. Assim, ao considerar a necessidade do produtor em rastrear os processos a serem realizados na colheita e pós-colheita, este trabalho tem como objetivo desenvolver um software para auxiliar o produtor no rastreio desses processos e principalmente para tomada de decisão. Este artigo será desenvolvido com a metodologia pesquisa-ação.

2. Sistema de Rastreabilidade da Colheita e Pós-Colheita do Café – SRCPC

O software recebeu o nome de “Sistema de rastreabilidade da colheita e pós-colheita do café - SRCPC”, por se tratar exatamente dos processos da colheita e pós-colheita. Ao utilizar o SGBD SQL Server da Microsoft, foi criado o modelo relacional da regra de negócio com todas suas tabelas e procedimentos que serão utilizados na execução dos processos. No desenvolvimento do sistema, utilizando o ambiente do Visual Studio 2015 da Microsoft, foi elaborada uma interface intuitiva na comunicação com o usuário final, evitando complicações na sua utilização. Inicialmente o software solicita a escolha de uma empresa, onde será realizado os processos. Dentro dessa empresa, são gerados alguns cadastros que serão necessários na manipulação da regra negócio, sendo cadastro de fazendas, funcionários, lavouras, veículos, equipamentos e os principais relacionados a pós-colheita, lavador, terreiro, secador, tulha, benefício, armazém e cooperativa. Em todos os cadastros e processos que são realizados, o software por questões de segurança, guarda informações de quem realizou as manipulações, onde cada usuário tem uma conta para acesso. O modelo de desenvolvimento de software utilizado foi o modelo espiral, permitindo trabalhar com pequenas entregas e analisar o risco em cada etapa.

2.1 Safra Agrícola – Colheita e Pós-colheita

Após a realização dos cadastros iniciais, o usuário irá iniciar a safra agrícola, para que possa realizar o lançamento dos dados da colheita e pós-colheita do café. Com a safra iniciada, será gerado um novo módulo para manipulação dos processos. A safra agrícola pode ser iniciada através de uma empresa ou uma fazenda. Caso seja selecionado a empresa, será usado todos os registros cadastrados para a empresa, ou se for selecionado a fazenda, será usado todos os registros cadastrada somente para aquela fazenda.

A colheita é iniciada a partir da seleção de uma lavoura, onde esse café poderá passar pela colheita manual, mecanizada ou semimecanizada. Para cada tipo de colheita, será lançado as colheitas diárias dos funcionários e das ferramentas utilizada na colheita, sendo na colheita mecanizada a seleção do veículo e na colheita semimecanizada a seleção do equipamento. Durante todos os processos, o software trabalha com a unidade de medida padronizada em litros. Logo após a colheita é iniciado o processo de romaneio, responsável pela viagem do café da lavoura para o local da fazenda que será realizado os processos do fruto, considerando que a partir desse processo, ele poderá ser usado no processo do lavador, secador ou terreiro.

O processo de lavador é dividido em duas etapas, sendo a primeira, a seleção do café no processo de romaneio que será lavado, lançando os dados do café separados com suas devidas quantidades para cada estado do fruto, café cereja, cereja-verde, seco ou verde.

A segunda etapa é responsável por separar em lotes o estado do fruto, para que sejam utilizados pelo processo do secador ou terreiro.

O processo de terreiro, responsável pela secagem do fruto, seleciona o terreiro que será utilizado para secagem do café do processo lavador ou romaneio. A mistura do café pode ser utilizada, mas não é aconselhável, pois a qualidade diferente, poderá influenciar diretamente no resultado final do lote gerado, principalmente por se tratar do café que vem do processo romaneio que mistura todos os estados do fruto e o processo lavador que utiliza da separação dos frutos para secagem, na forma de obter um produto com uma qualidade diferenciada. Com o café seco, chegando a uma umidade considerável para o processamento do fruto, poderá passar pelo processo de benefício, secador ou tulha, dependendo da umidade ou relacionado a custo.

No processo secador é selecionado o secador que será usado, considerando sua capacidade total como limite a quantidade de café que poderá enche-lo. Da mesma forma como nos outros processos, pode ocorrer também a mistura do café dos processos do lavador, romaneio ou terreiro. Após a secagem, esse café poderá passar em seguida pelo processo de benefício ou tulha.

O processo tulha seleciona a tulha que o café ficará descansando, também podendo ocorrer a mistura do café no processo do secador ou terreiro, considerando a capacidade total da tulha como limite para enche-la. Em seguida, finalizando o descanso do fruto, ele será utilizado no processo benefício.

No processo benefício, o benefício utilizado na realização dessa etapa, poderá ser próprio da fazenda ou terceirizado. O café poderá também ser misturado do processo do secador, terreiro ou tulha. Em seguida o café beneficiado será dividido nas classificações de Bica 1, Bica 2, Bica 3, Bica 4, Escolha ou Moquinha, onde, será inserida a quantidade de sacas beneficiadas por aquela quantidade de café que entrou no processo de acordo com sua classificação. Com o café beneficiado, será criado novos lotes correspondentes a cada classificação gerada com suas quantidades e a umidade do café. Esses lotes gerados, serão usados no processo de armazenagem.

No processo de armazenagem, será solicitado a escolha do local onde as sacas de cafés beneficiadas serão armazenadas, podendo ser armazém próprio da fazenda ou em cooperativas. As sacas beneficiadas serão distribuídas a um sócio da fazenda, sendo, que se optar pela seleção do local a cooperativa, será listado apenas os sócios que são cooperados a ela, ficando assim o sócio responsável pelo transporte do café, indicando se o motorista e o veículo responsável pelo transporte são próprio da fazenda ou terceirizado. Com o café armazenado, será iniciado o processo de classificação das sacas loteadas, onde serão inseridas a data de classificação, o tipo de preparo dos processos do café por via seca ou via úmida, o aspecto de secagem, o tipo de bebida, a quantidade de defeito total e específica a cada tipo, a umidade e algumas observações adicionais realizada pelo especialista responsável pelo processo.

3. Metodologia

A metodologia pesquisa-ação foi utilizada segundo Tripp (2005) pelo fato de abordar um conceito de melhorar o método e aumentar a forma que ela pode ser utilizada, considerando sempre a forma real que o problema é tratado na prática, sem desviar dos

objetivos que são exigidos. Para isso, foram utilizados métodos da engenharia de software para levantar requisitos para o desenvolvimento do sistema, sendo, entrevistas e questionários, considerando dois especialistas com experiência na área.

Um dos entrevistados é proprietário da Fazenda do Brejo em Carmo da Cachoeira e professor do Centro Universitário do Sul de Minas, com formação acadêmica em Engenharia de Produção e especialista em Gestão Estratégica e Inteligência em Negócios, com visão ampla para melhorias nos processos diários que são realizados no mercado agropecuário. O outro entrevistado é coordenador do curso de Engenharia Agronômica do Centro Universitário do Sul de Minas, com formação acadêmica em Agronomia, especialista em Administração Rural e mestre em Agronomia – Fitotecnia.

4. Considerações Finais

A solução desenvolvida tem por propósito resolver um dos grandes problemas dos produtores, que é gerenciar sua produção em termos de quantidade e qualidade. Isso é relevante, pois não foi encontrado no mercado um sistema especializado neste tipo de produção, com enfoque apenas nessa área da colheita e pós-colheita. Além disso, este software serve como apoio a decisão até mesmo para produtores sem experiência, usando seus relatórios (cerca de vinte e um ao todo) para auxilia-lo nos processos. Exemplo disso é o relatório dos defeitos, que aponta o motivo por existir o defeito, como evitar, como eliminar e até mesmo a sua influência na qualidade do fruto. Também existe o relatório de rastreabilidade que mostra exatamente tudo que foi realizado desde a armazenagem do café até a colheita, facilitando na análise e justificativa para obtenção de um produto de uma boa ou má qualidade. Por último, existe um manual completo para auxiliar o uso da ferramenta.

Referências

- DATE, Christopher J. Introdução a sistemas de bancos de dados. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2003.
- DEITEL, H. M. et al. C# - Como Programar. Tradução João Eduardo Nóbrega Tortello; revisão técnica Alvaro Antunes. São Paulo: Pearson Education, 2003.
- MATIELLO, J. B. et al. Cultura de Café no Brasil: Manual de Recomendações. Rio de Janeiro/Varginha: MAPA/PROCAFÉ 2010.
- SILVA, J. de S.; BERBERT, P. A. Colheita, secagem e armazenagem de café. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 1999.
- SOMMERVILLE, Ian. Engenharia de Software. Tradução Ivan Bosnic e Kalinka G. de O. Gonçalves. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.
- TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. Educação e pesquisa, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

UNISAPP – Aplicativo Informativo da Pós-Graduação UNIS-MG

UNISAPP – UNIS-MG Graduate School's Informative App

**Gabriel Mesquita Moreira¹, Leandro Henrique Ferreira², Fabrício Peloso
Piurcosky³, Ricardo Bernardes de Mello⁴**

^{1, 2, 3, 4} Centro Universitário do Sul de Minas (Gestão de Educação e Negócios)
Avenida Coronel José Alves, 256, Vila Pinto – Varginha (MG) – Brasil

gabrielmoreira_tp@hotmail.com, leandrohenrique_tp@hotmail.com,
fabricio@unis.edu.br, rmello@unis.edu.br

Resumo. O dinamismo de mercado atual exige a elaboração de ferramentas que facilitam e aceleram a vida das pessoas. No meio acadêmico não é diferente, onde a disponibilização de vários ambientes de informação gera muitas vezes um desencontro de informações e uma grande dificuldade em alterá-las quando necessário. O projeto UnisApp visa a criação de um aplicativo para Android que leve informações acadêmicas aos alunos da Pós-Graduação UNIS-MG. O objetivo principal é disponibilizar de forma rápida e concisa informações como calendário, eventos, notícias, e, além disso, um sistema de notificação que irá funcionar como lembrete de datas.

Abstract. *The current market dynamism requires the development of tools that facilitate and accelerate people's life. At academic environment, it is not different, where the provision of various information environments often creates a mismatch of information and a huge difficulty to change them when necessary. The UnisApp project aims to create an Android App that carry academic information to UNIS-MG Graduate School's students. The main objective is to provide quick and concise information such as calendar, events, news, and in addition, a notification system that will work as a date reminder.*

Áreas temáticas. DevOps.

1. Introdução

A Pós-Graduação do Grupo Educacional Unis possui diversos meios de comunicação, e isso gera uma grande dificuldade em atualizar informações, pois todos os meios utilizados devem ser atualizados para que não haja desencontro de informações, o que muitas vezes ocorre e provoca a desinformação dos alunos da unidade, ou seja não são informados de possíveis eventos, alterações no calendário, entre outros. É importante ressaltar a necessidade em se administrar o tempo, devido ao dinamismo dos negócios que aumenta a cada instante, fazendo com que as pessoas não tenham tempo para procurar informação, e assim é necessário que a mesma chegue até o destinatário.

Com a popularização dos *smartphones*, há uma oportunidade diferenciada. uma pesquisa da Fundação Getúlio Vargas (2016), o Brasil alcançou o número de 168

milhões de *smartphones* em uso, um crescimento de 9% em relação à pesquisa feita em 2015, e a expectativa é que nos próximos dois anos, o país possua aproximadamente 236 milhões de dispositivos inteligentes, um crescimento de 40% em relação ao momento atual. Além disso, houve uma expansão da rede wireless dos Campi da pós-graduação e a criação de um aplicativo que concentre todas estas informações tende a diminuir o custo e o tempo de atualização destas, fazendo com que as mesmas cheguem de maneira mais clara e objetiva aos alunos e demais integrantes da unidade da pós-graduação, tornando o aplicativo o principal canal de comunicação.

Estes fatores justificam a criação de um aplicativo que concentre as informações que deverão chegar ao conhecimento dos alunos. Além do aplicativo em si, também será criado um sistema web com intuito de gerenciar as informações disponíveis no aplicativo e um banco de dados para armazenar estas informações.

2. Metodologia

A metodologia pesquisa-ação foi utilizada pelo fato de abordar, de acordo com Tripp (2005), um conceito de melhorar o método e aumentar a forma que ele pode ser utilizado, considerando sempre a forma real que o problema é tratado na prática, sem desviar dos objetivos que são exigidos. Para isso, foram utilizados métodos da engenharia de software para levantar os requisitos do desenvolvimento do sistema.

3. Requisitos

De acordo com Sommerville (2010) a fase de levantamento de requisitos é um processo de desenvolvimento que visa a melhor condição para satisfazer e suprir a necessidade e expectativas do cliente em seu negócio. Assim, para a definição dos requisitos a serem atendidos pelo aplicativo foram entrevistados os professores Fabrício Peloso Piurcosky e Ricardo Bernardes de Mello, ex-coordenador e atual coordenador da Pós-Graduação do Grupo Educacional Unis-MG respectivamente.

Utilizando a definição de requisitos orientados a ponto de vista, as funcionalidades foram avaliadas e selecionadas, levando em consideração o objetivo principal do aplicativo de informar os alunos atividades da Pós-Graduação, além de um sistema de notificações que funcionará como lembrete de datas do calendário ou de eventos. O visual do aplicativo foi baseado nos aplicativos do SportTV para times de futebol, os quais somados possuem mais de 5 milhões de instalações.

4. Desenvolvimento

O aplicativo móvel foi desenvolvido para dispositivos com sistema operacional Android com versão 4.1 (API 16) ou superior. Esta escolha foi realizada, pois segundo pesquisa da Kantar (2016), ele é o mais utilizado no Brasil com aproximadamente 90% do mercado mobile e aproximadamente 95% destes possuem versão 4.1 ou superior. “O Android é uma plataforma aberta voltada para dispositivos móveis desenvolvida pela Google e atualmente é mantida pela Open Handset Alliance” (SILVA, 2013, p. 4).

A tela inicial do aplicativo, exibida na Figura 1, é formada por um *NavigationDrawer* que é a ferramenta responsável pelo funcionamento do menu gaveta e possui opções que permite alternar entre a tela inicial, a tela do curso do usuário, a tela de configurações e o botão sair.

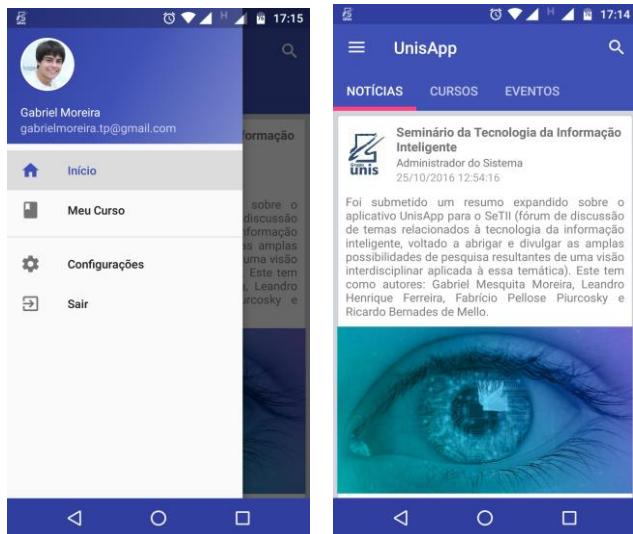


Figura 1. NavigationDrawer e Tela Inicial do UnisApp

A primeira opção, Início, possui um *TabLayout* que providencia uma organização da tela para navegação em guias. Ao selecionar uma guia é carregado um *Fragment*, ou seja, uma sessão modular de uma tela. As guias trazem como conteúdo notícias, lista de cursos e eventos. Na guia Cursos são exibidos todos os cursos de pós-graduação e ao clicar sobre um é aberta outra tela formada por um *TabLayout* com informações específicas sobre ele. Nesta tela é possível obter informações sobre o que é aquele curso, a lista de disciplinas e informações destas, o calendário com as datas, e a lista de professores que ministrarão aulas e suas informações. A segunda opção, Meu Curso, é um acesso direto a tela de informações de um curso previamente selecionado. Enquanto a terceira opção, Configurações, abre a tela de preferências do aplicativo, onde é possível selecionar o curso que será exibido em Meu Curso, a frequência de sincronização, e configurações de notificação; a última opção, Sair, encerra a aplicação.

Ao ser iniciado o aplicativo irá tentar sincronizar suas informações com o servidor. Para isso ele envia uma requisição HTTP contendo qual tipo de informação que será atualizada. Esta requisição é respondida pelo servidor com um JSON contendo os dados referentes a aquela requisição e o aplicativo insere estes em suas devidas tabelas no banco de dados local. Finalmente, ele agenda futuras sincronizações e notificações através de um *AlarmManager*. A sincronização automática funciona da mesma maneira.

O banco de dados principal do sistema foi moldado para o MySQL que “[...] é um SGBD que utiliza como padrão a linguagem SQL que ganhou grande adepto devido a sua integridade e facilidade de migração e comunicação com outros sistemas de banco de dados” (MUTO, 2006, p.193). Ele foi escolhido devido essas características e teve a estrutura moldada através da ferramenta MySQL Workbench, sendo que a mesma estrutura é utilizada no banco de dados local do aplicativo Android. O banco de dados do sistema possui nove tabelas: ‘Curso’, ‘Disciplina’, ‘Professor’, ‘Telefone’, ‘Grade’, ‘Calendario’, ‘Eventos’ e ‘Noticias’ que armazenam informações do sistema, e ‘Configuracoes’ que armazena a data da última atualização de cada tabela para realização da sincronização. Todas as operações de CRUD são realizadas por *StoredProcedures* e após uma operação ser executada em alguma tabela, é ativado um *Trigger* que atualiza a tabela ‘Configuracoes’.

O sistema web foi desenvolvido em PHP, pois segundo Muto (2006), ele é uma linguagem de programação interpretada que permite a criação de sites dinâmicos e possibilita diversos tipos de interação com o usuário e, além disso, ela é altamente indicada para uso e oferece fácil integração com o MySQL. Este sistema é usado para o gerenciamento das informações do aplicativo, e somente professores ou colaboradores possuem acesso. A identidade visual foi desenvolvida utilizando o Bootstrap, que segundo Silva (2015, p. 20), “[...] é o mais popular *framework* [...] para desenvolvimento de aplicações web responsivas e alinhadas com a filosofia *mobile first*”, e é basicamente formada por um conjunto de guias, sendo cada uma voltada para o gerenciamento de um tipo de informação.

5. Considerações Finais

O UnisApp possui várias funcionalidades, desde a visualização de cursos disponíveis com informações dos mesmos, até um controle de notificações que informará ao usuário eventos, notícias e datas importantes do curso. Em buscas realizadas na loja de aplicativos do Google, embora existam vários aplicativos para o meio acadêmico, não foram encontrados aplicativos semelhantes, somente portais que funcionam como um descarregador de arquivos e gerenciadores educacionais que controlam notas, faltas, etc.

O aplicativo encontra-se com o desenvolvimento finalizado, porém ainda não está em funcionamento. A previsão do início de funcionamento do mesmo é em fevereiro de 2017, no início do próximo ano letivo. É esperado que o mesmo ajude na divulgação de notícias e datas do calendário para os alunos, facilitando assim a vida acadêmica dos mesmos, e ao mesmo tempo, diminuindo o esforço gerado na comunicação com eles.

Futuramente poderá ser realizada uma avaliação do seu funcionamento, assim podendo medir o impacto do mesmo na vida acadêmica dos estudantes, bem como sua efetividade na entrega de notícias e lembretes aos mesmos. Além disso, será possível analisar a necessidade do acréscimo ou remoção de funções do aplicativo.

Referências

- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Pesquisa Anual do Uso de TI**. 2016. Disponível em: <<http://eaesp.fgvsp.br/ensinoeconhecimento/centros/cia/pesquisa>>. Acesso em: 10.out.2016.
- KANTAR. **Smartphone OS sales market share**. 2016. Disponível em: <<http://www.kantarworldpanel.com/global/smartphone-os-market-share/>>. Acesso em: 12.out.2016.
- MUTO, Claudio Adonai. **PHP & MySQL: Guia Introdutório**. 3^a ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2006.
- SILVA, Luciano Alves da. **Apostila de Android: Programando Passo a Passo**. 6^a ed. Rio de Janeiro: 2013.
- SILVA, Maurício Samy. **Bootstrap 3.3.5**. 1^a ed. São Paulo: Novatec, 2015.
- SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software**. 9 ed. São Paulo: Pearson, 2003.
- TRIPP, David. **Pesquisa-ação: uma introdução metodológica**. Educação e pesquisa, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

Extração de informações automática para prestação de contas na plataforma Sucupira

Saulo D. Santos¹, Wonder A. L. Alves¹

¹Mestrado e Doutorado em Informática e Gestão do Conhecimento
Universidade Nove de Julho - São Paulo, SP, Brasil

saulods@gmail.com, wonder@uni9.pro.br

Resumo. A plataforma Sucupira é uma ferramenta de gestão utilizada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). É através dessa plataforma que os programas relatam o seu desempenho à coordenação anualmente e ao final de cada quadriênio, enquanto a CAPES verifica se eles apresentam a qualidade mínima exigida para a sua manutenção. Neste sentido, este trabalho apresenta uma ferramenta para extrair informações automaticamente para o preenchimento da plataforma Sucupira. Para este propósito, é empregado um método baseado em agrupamento hierárquico de dados para gerar relatórios a partir de um conjunto de currículos Lattes por meio da ferramenta Scriptlattes. Resultados preliminares evidenciam que a abordagem proposta é eficiente na extração de informação para preenchimento da plataforma Sucupira.

Abstract. The Sucupira platform is a management tool used the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). It is through this platform that programs report their performance to the coordination annually and at the end of each four-year period, while CAPES verify if they show minimum quality required for its maintenance. In this sense, this paper presents a tool to extract information automatically for fill the Sucupira platform. For this purpose, a method based on hierarchical clustering is used to generate reports from a set of Lattes curriculum through the Scriptlattes tool. Preliminary results show that the proposed approach is efficient in extracting information for fill the Sucupira platform.

1. Introdução

De acordo com [Ferraz et al. 2014], as avaliações dos programas de pós-graduação stricto sensu no Brasil são realizadas pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), com o intuito de determinar se estes programas estão atendendo os requisitos mínimos para se manterem em exercícios, para isso é realizado uma avaliação anual e quadrienal na plataforma Sucupira.

Para esta avaliação, geralmente, as universidades utilizam a plataforma Lattes como principal fonte de informações, para o preenchimento da plataforma Sucupira, devido o fato desta conter diversas informações de produções de professores, alunos e egressos. Neste sentido, muitas universidades utilizam a ferramenta Scriptlattes, proposta em [Mena-Chalco and Junior 2009], para extrair um relatório das informações contidas em

um conjunto de currículos Lattes, porém, é necessário produzir diversos relatórios com Scriptlattes com diferentes visões sobre os currículos da universidade, tornando assim uma tarefa árdua e enfadonha.

Recentemente, em [Alves et al. 2016] foi proposto uma metodologia com base em um modelo de aprendizagem de máquina, cujo a finalidade é extrair, a partir de um conjunto de currículos Lattes, uma hierarquia de agrupamentos, de tal forma que, cada agrupamento desta hierarquia representa um relatório produzido pelo Scriptlattes. Assim, pode-se construir hierarquias contendo agrupamentos de currículos representando linha de pesquisa, curso, área de conhecimento, entre outras.

Dadas essas considerações, neste trabalho é proposto uma aplicação, utilizando esta metodologia de agrupamento hierárquico dos dados [Alves et al. 2016], para produzir um conjunto de hierarquias, onde que cada hierarquia representa um conjunto de relatórios contendo informações de um determinado período para prestação de contas na plataforma Sucupira. A aplicação proposta é empregada sobre um conjunto de dados do programas de pós-graduação stricto sensu da Universidade Nove de Julho.

2. Conceitos preliminares

Esta metodologia de agrupamento hierárquico dos dados, proposta em [Alves et al. 2016], tem o intuito de categorizar os dados em diferentes níveis de detalhes. Assim, é possível gerar relatórios com diferentes visões sobre o conjunto de dados.

Para elucidar esta metodologia, considere Cv um conjunto de currículos Lattes. Em agrupamento de dados, é dito que \mathbb{P} é um agrupamento (ou partição) de um conjunto de currículos Cv se e somente se \mathbb{P} contiver n grupos $\mathcal{S}_1, \mathcal{S}_2, \dots, \mathcal{S}_n$ de Cv de tal modo a atender as seguintes condições: (i) um grupo de \mathbb{P} não deve conter o conjunto vazio, (ii) a união dos currículos dos grupos de \mathbb{P} é igual a Cv e (iii) a interseção de dois grupos distintos de \mathbb{P} é vazio.

Assim, pode-se denotar por $\mathbb{P}(C)$ um grupo $\mathcal{S} \in \mathbb{P}$ contendo o currículo $C \in Cv$, isto é, $\mathbb{P}(C) = \mathcal{S}$ se e somente se $C \in \mathcal{S}$. Sendo assim, pode-se definir uma relação binária *mais fina* sobre o conjunto de agrupamentos de Cv da seguinte forma: para quaisquer dois agrupamentos \mathbb{P}_i e \mathbb{P}_j sobre Cv , é dito que \mathbb{P}_i é *mais fina* que \mathbb{P}_j (e \mathbb{P}_j é *mais grossa* que \mathbb{P}_i) se e somente se os grupos \mathbb{P}_i são subgrupos de \mathbb{P}_j , ou seja,

$$\forall C \in Cv, \mathbb{P}_i(C) \subseteq \mathbb{P}_j(C). \quad (1)$$

Neste caso, é dito que \mathbb{P}_i é um refinamento do agrupamento \mathbb{P}_j e escrito como: $\mathbb{P}_i \preceq \mathbb{P}_j$. Para mais detalhe [Brualdi 2012, Newman 1992].

Esta relação \preceq sobre um subconjunto \mathcal{T} de agrupamentos de Cv constitui um conjunto parcialmente ordenado (poset) e assim, pode-se executar o Scriptlattes para cada agrupamento $\mathcal{T}_i \in \mathcal{T}$ e apresentá-los de uma forma categorizada por uma hierarquia baseada no diagrama de Hasse (\mathcal{T}, \preceq) [Newman 1992]. Para ilustrar essa ideia, considere o exemplo a seguir: seja $\mathbb{P}_{\text{Área}}$, $\mathbb{P}_{\text{Curso}}$ e $\mathbb{P}_{\text{LinhaDePesquisa}}$ partições de Cv agrupadas por área de conhecimento, curso e linha de pesquisa, respectivamente, de modo a satisfazer: $Cv \preceq \mathbb{P}_{\text{LinhaDePesquisa}} \preceq \mathbb{P}_{\text{Curso}} \preceq \mathbb{P}_{\text{Área}} \preceq \{Cv\}$. Assim, tem-se:

- $\mathcal{S}_i \in \mathbb{P}_{\text{Área}}$ é um grupo de Cv pertencente a linha de pesquisa i ;

- $\mathcal{S}_{ij} \in \mathbb{P}_{\text{Curso}}$ é um grupo de $\mathcal{S}_i \subseteq \text{Cv}$ pertencente ao curso j da área de conhecimento i ;
- $\mathcal{S}_{ijk} \in \mathbb{P}_{\text{LinhaDePesquisa}}$ é um grupo de $\mathcal{S}_{ij} \subseteq \mathcal{S}_i \subseteq \text{Cv}$ que pertence a linha de pesquisa k do curso j da área de conhecimento i .

Portanto, $\mathcal{T} = \mathbb{P}_{\text{Area}} \cup \mathbb{P}_{\text{Curso}} \cup \mathbb{P}_{\text{LinhaDePesquisa}} \cup \text{Cv}$. Para construir esta hierarquia \mathcal{T} é empregada a tradicional técnica de aprendizagem de máquina, denominada *agrupamento hierárquico*, como mostrado em [Alves et al. 2016].

3. Ferramenta proposta

O agrupamento hierárquico dos dados, proposto em [Alves et al. 2016] pode ser facilmente implementada para o propósito deste trabalho por meio de quatro etapas, ver Figura 1, sendo elas: seleção, adequação, segmentação e extração.

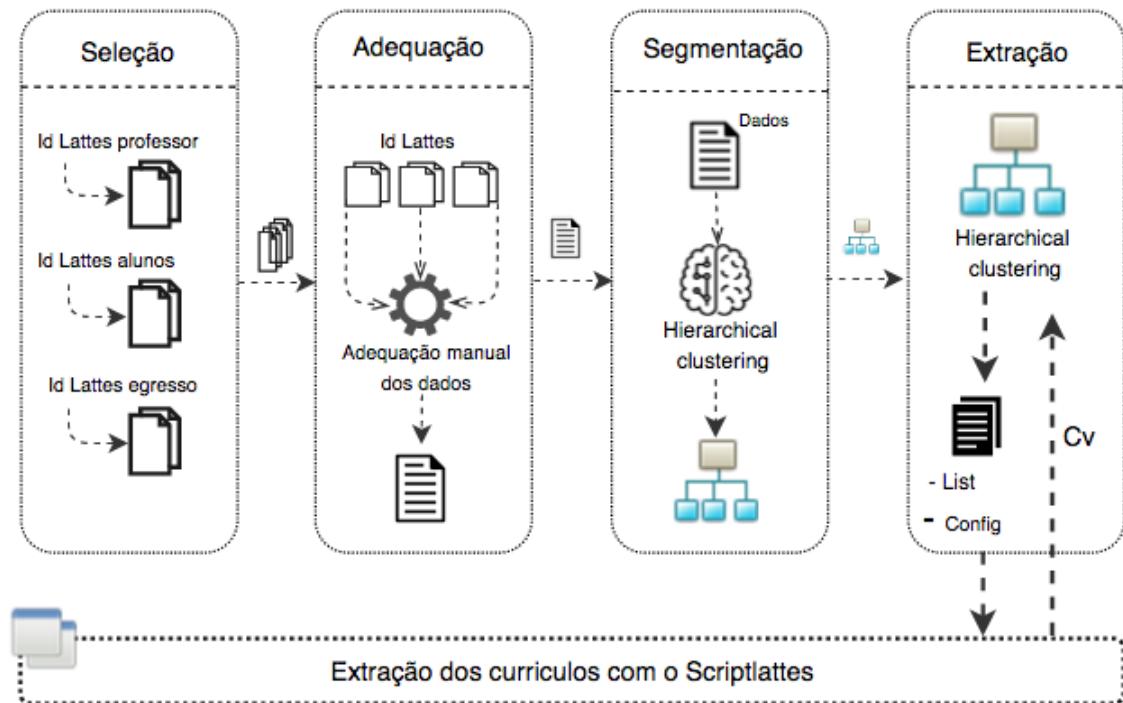


Figura 1. Modelo de segmentação utilizando aprendizagem de máquina

- **Seleção:** Para cada currículo de Cv é identificado manualmente na plataforma Lattes o seu Id Lattes e o nome do pesquisador. Dessa forma, é construído o arquivo dataset.csv contendo os currículos de Cv.
- **Adequação:** O arquivo dataset.csv é passado por um enriquecimento, onde são incluídas informações referentes ao curso, linha de pesquisa e área de conhecimento em cada currículo. Vale salientar, que essa etapa faz-se necessário para construir automaticamente a hierarquia \mathcal{T} .
- **Segmentação:** Nesta etapa, são configurados os parâmetros incluídos na etapa de adequação, para depois, executar o algoritmo de agrupamento hierárquico dos dados para construir a hierarquia \mathcal{T} .
- **Extração:** Após etapa de segmentação, os agrupamentos \mathcal{T}_i são construídos por meio de cortes em \mathcal{T} e, em seguida, para cada agrupamento \mathcal{T}_i são produzidos dois arquivos de configuração do Scriptlattes: *.list* e *.config*. Assim, é gerado um relatório executando o Scriptlattes para cada agrupamento \mathcal{T}_i .

4. Resultados

Como aplicação desta metodologia, foi construído uma sequência de hierarquias de currículos dos professores dos programas de mestrado e doutorado da Universidade Nove de Julho, sendo elas: \mathcal{T}^{2013} , \mathcal{T}^{2014} , \mathcal{T}^{2015} , \mathcal{T}^{2016} , $\mathcal{T}^{2013-2016}$, onde cada hierarquia é configurada, na etapa de segmentação, para extrair informações dos períodos de 2013, 2014, 2015, 2016 e 2013 – 2016, respectivamente. Com isso, podemos executar a etapa de *extração* para cada período. Os relatórios produzidos pelo Scriptlattes, de todos os agrupamentos hierárquicos, são dispostos em páginas *html* que podem ser encontradas em <https://db.tt/5JnRPH7e>.

5. Conclusão

Neste trabalho foi apresentado uma ferramenta para extrair informações para o preenchimento da plataforma Sucupira. A ferramenta proposta, faz uso de um método baseado em agrupamento hierárquico de dados para gerar relatórios a partir de um conjunto de currículos Lattes por meio da ferramenta Scriptlattes. Assim, a ferramenta proposta pode auxiliar gestores na extração de informações para preenchimento dos dados na plataforma Sucupira durante o período de prestação de contas.

Referências

- Alves, W. A. L., Santos, S. D., and Schimit, P. H. T. (2016). Hierarchical clustering based on reports generated by scriptlattes. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*.
- Brualdi, R. A. (2012). *Introductory Combinatorics*. Pearson Education. Pearson Education International.
- Duda, R. O., H. P. E. and Stork, D. G. (2012). *Pattern classification*. John Wiley & Sons.
- Ferraz, R. R. N., Quoniam, L., and Maccari, E. (2014). Inovação no planejamento anual e trienal do preenchimento da plataforma sucupira: Uso da ferramenta computacional scriptlattes. *XVII SEMEAD Seminários em Administração*, 18.
- Friedman, J., H. T. and Tibshirani, R. (2001). *The elements of statistical learning*, volume 1. Springer series in statistics Springer, Berlin.
- Mena-Chalco, J. P. and Junior, R. M. C. (2009). scriptLattes: an open-source knowledge extraction system from the Lattes platform. *Journal of the Brazilian Computer Society*, 15(4):31–39.
- Newman, M. H. A. (1992). *Elements of the topology of plane sets of points*. Dover Publications.

Índice Remissivo

- Affonso, C., 159
Alba, A. C., 37
Almeida, W. R., 417
Alves, W. A. L., 421, 425, 449, 461
Andrade, P. H., 79
Araújo, S. A., 95, 337, 421, 425
Baruti, D. T., 313
Bastos, A. S. A. M., 63
Batista, E., 229
Batista, H. R., 249, 353
Belan, P. A., 425
Bezerra, E. F., 19
Bissaco, M. A. S., 337
Borges, M., 441
Brancher, J. D., 71
Brandão, R. P. P., 377
Bravo, D. T., 421
Bulzico, V. A., 313
Bussadori, S. K., 95
Caetano, G. A., 55
Camargo, L., 229
Canne, D. V., 63
Cardoso, M. V., 193, 249, 273, 345, 353
Carvalho, A. C., 313
Carvalho, J., 441
Cavichioli, A., 79
Costa, I., 193, 249, 257, 265, 441
Costa, M. A., 453
Costa, W. S. C., 103, 111
Damazio, J. J., 95
Deana, A. M., 95, 151
Deus, F. E. G., 185
Dias, C. G., 151, 229, 313, 321, 329
Domingues, A. M., 337
Farias, E. B. P., 79
Farias, T. K., 103
Fernandes, A. A., 257
Fernandes, T. C. M., 257
Ferreira, A., 1
Ferreira, L. H., 457
Ferreira, R. A., 369
Ferreira, R. P., 1, 29
Filho, C. F. R., 213
Filho, F. V., 103
Fortunato, F. A. P. S., 87
Fujii, F. Q. P., 177
Gadbem, L. A., 213
Gama, J., 229
Garcia, L. P. S., 111
Garcia, T. A. A. F., 321
Gaspar, M. A., 405, 413, 429, 437, 445
Gauthier, F. O., 9, 385
Gavinho, L. G., 95
Gobber, C. F., 449
Gomes Junior, J. C., 437
Gustavo, B. D., 19
Jardim, V. O., 421
Jesus, D., 313
Jr, L. C. S., 143
Jr, R. T. S., 185
Junior, J. J. H. F., 111
Junqueira, L., 281, 289, 297
Kornrumpf, L. H. D., 361
Kuroe, R. T., 71
Leão, R., 441
Librantz, A. F. H., 221, 329, 433
Lima, A. C., 177
Lima, T. R. S., 401
Machado, G. B., 9, 385
Magalhães, F. L. F., 413, 445
Malcher, P. R. C., 111
Manera, L. T., 45
Martiniano, A., 1
Martins, W., 229
Mauro, M. H., 429, 445
Medina, B. E., 45
Mello, R. B., 453, 457
Merencio, V. H. R., 119
Mesquita, P. R. B., 389, 409
Miazaki, M., 127
Missaglia, N., 167
Moraes, L. M. P., 177
Moreira, G. M., 457
Moura, M., 313
Nabeta, S. I., 361
Napolitano, D. M. R., 29
Neto, J. S. A., 63
Nogueira, M. G., 185
Ohashi, F. K., 405, 429
Oliveira, E. J. A., 103

- Oliveira, F. B., 305
Oliveira, P. H. A., 417
Oliveria, H. J. Q., 63
Padilha, L., 127
Papale, I. B., 453
Passos, E. B., 55
Penha, R., 37
Pereira, F. H., 19, 135, 143, 201, 237, 369
Pereira, L. M. F., 9, 385
Pereira, M. M. A., 425
Pereira, W. F., 213
Persuhn, N. T., 265
Piekarski, A. E. T., 127
Piurcosky, F. P., 213, 453, 457
Pizarro, R., 441
Prado, K. R. M., 273
Reis, R. S., 221
Ribeiro, S. D., 313
Rivas, A., 257, 265, 441
Rivas, A. R., 119
Romio, E., 321
Rosa, A. F. C., 201, 237
Rossi, A., 159
Rozatte, G., 119
Salvetti, N., 249
Santana, A. L. M. F., 143
Santini, L. T., 281, 289
Santos, A. C., 397
Santos, A. L. M. F., 135
Santos, B. C., 119
Santos, C. B., 401
Santos, F. C. R., 329, 433
Santos, L. S., 397
Santos, S. C., 313
Santos, S. D., 461
Sassi, R. J., 1, 29, 79
Schimit, P. H. T., 273
Silva, A. C., 193, 445
Silva, B. L., 397
Silva, E., 273
Silva, E. A., 281, 289
Silva, E. D., 413
Silva, E. M., 193, 345
Silva, J. V., 95
Silva, L. C., 151, 445
Silva, M. F. S., 201
Silva, M. P., 71
Silva, N. C. A., 313
Silva, P. B. I., 377
Silva, S. V., 213
Silva, T. R., 55
Soares, M., 393
Soares, W. R., 221
Sousa, C. M., 329
Souza, A. W., 297
Souza, E. M., 389, 397, 401, 409
Tavares, C. Z., 55
Teixeira, G. A., 417
Thayná, N., 229
Todesco, J. L., 9, 385
Vieira, F., 159
Ybarra, L. A. C., 393
Zeitounian, K., 229
Érico, M., 441