

COMPUTAÇÃO: TECNOLOGIA, EDUCAÇÃO E MERCADO

# ENACOMP

XII ENCONTRO ANUAL DE COMPUTAÇÃO



UFG

DE 16 A 18 DE SETEMBRO  
DE 2015

## Anais

Catalão-GO

ISSN 2178-6992



### REALIZAÇÃO

Regional  
Catalão



UFG  
UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS



Departamento de  
Ciência da Computação

### SUPOORTE



CAPES

### FAPEG

FUNDAÇÃO DE AMPARO  
À PESQUISA  
DO ESTADO DE GOIÁS

### APOIO



Sociedade Brasileira  
de Computação



Colégio  
VERATZ



WGO  
telecom

### PARCEIROS



CESUC



FreteBras



Click  
SOLUÇÕES EM TECNOLOGIA



teletex  
360° IT solutions



CISCO



INSTITUTO FEDERAL  
GOIANO



# Anais do ~~XII~~ Encontro Anual de Computação

**Editores:**

Profa. Dra. Luanna Lopes Lobato  
*Universidade Federal de Goiás – UFG*

Prof. Dr. Márcio Antônio Duarte  
*Universidade Federal de Goiás – UFG*

Prof. Dr. Thiago Jabur Bittar  
*Universidade Federal de Goiás – UFG*

E56a Encontro Anual de Computação (12., 2015: Catalão, GO).  
Anais do XII Encontro Anual de Computação; 16 a 18 de setembro, 2015,  
Catalão, GO, Brasil.

CD + e-book  
ISSN: 2178-6992

Evento realizado pelo Departamento de Ciência da Computação, da  
Universidade Federal de Goiás, Catalão, GO.

1. Ciência da Computação. I. Encontro Anual de Computação, II. Título.

CDU - 004

# Organização

## Coordenação

- Prof. Dra Luanna Lopes Lobato Jabur

## Vice-coordenação

- Prof. Dr. Márcio Antonio Duarte

## Apoio Científico

- Prof. Dr. Thiago Jabur Bittar

## Apoio na Maratona de Programação

- Prof. Acrísio José do Nascimento Jr.

## Apoio técnico

- Paulo Henrique Silva Azevedo

## Comissão de alunos

- Alana Costa Machado
- Erikson Dutra de Miranda Silva
- Iago Oliveira David
- José de Sá Borges Junior
- Kelvyn Lucas Da Silva
- Leandro Guimarães Rodrigues
- Maicon de Jesus Lima
- Marcos Vinicius Tomaz de Oliveira
- Melque Henrique Lemes de Castro
- Rafael da Fonseca Rosa
- Régis Brito do Amaral
- Rodrigo de Souza Rosa
- Tiago de Souza Rosa
- Uzi Camara Viana



# Comitê Científico

- Dr. Antônio Carlos de Oliveira Junior – UFG/INF
- M.Sc. Christiane Borges Santos – IFG
- Dr. Ciro Meneses Santos – UFVJM/Biocombustíveis
- M.Sc. Crescêncio Rodrigues Lima Neto – IFBA/Info
- M.Sc. Cristiane de Fátima dos Santos Cardoso – IFGO
- Dr. Dalton Matsuo Tavares – UFG/IBIOTEC/DCC
- M.Sc. Ednaldo Dilorenzo de Souza Filho – IFPB
- M.Sc. Elias Adriano Nogueira da Silva – USP/ICMC
- M.Sc. Fabrício da Costa Dias – FACISA/FCM/ESAC
- M.Sc. Fernando Antônio Asevedo Nóbrega – USP/ICMC
- M. Sc. Gláucya Carreiro Boechat – UFBA/DCC
- M.Sc. Gleibson Rodrigo Silva de Oliveira – UFPE/Cin
- M.Sc. Hercilio de Medeiros Sousa – UFPB Virtual/IESP
- M.Sc. Hugo Sica de Andrade – Chalmers
- M.Sc. Iuri Santos Souza – UFBA/DCC
- Dr. Ivan do Carmo Machado – UFBA/DCC
- Dr. Iwens Sene Júnior – UFG/INF
- M.Sc. Jeneffer Cristine Ferreira – UFRPE
- M.Sc. Jonatas Bastos – IFBA/Info
- Dr. José Jorge Lima Dias Junior – UFPB/DCE
- Dra. Juliana de Albuquerque Gonçalves Saraiva – UFRPE/UAG
- Dra. Juliana Pereira de Souza Zinader – UFG/INF
- M.Sc. Júnior César de Lima – IFGO
- M.Sc. Larissa Rocha Soares – UFBA/DCC
- M.Sc. Leandro Agostini do Amaral – USP/ICMC
- M.Sc. Leandro Oliveira de Souza – UFBA/DCC
- M.Sc. Liliane do Nascimento Vale – UFG/IBIOTEC/DCC
- Dr. Luanna Lopes Lobato – UFG/IBIOTEC/DCC
- Dr. Márcio Ferreira de Souza Júnior – IFAL
- Dr. Márcio Antônio Duarte – UFG/IBIOTEC/DCC
- M.Sc. Márcio de Souza Dias – UFG/IBIOTEC/DCC
- Dr. Marcos Antônio de Matos Laia – UFSJ
- M.Sc. Muriel de Souza Godoi – UTFPR
- M.Sc. Nádia Félix Felipe da Silva – USP/ICMC
- Dra. Patrícia Takako Endo – UPE
- M.Sc. Paulo Anselmo da Mota Silveira Neto – UFRPE
- Dr. Rafael de Amorim Silva – UFAL/IC
- M.Sc. Rafael Serapilha Durelli – USP/ICMC
- Dra. Renata Teles Moreira – SWQuality
- M.Sc. Renner Baffa da Silva – UFSCar
- M.Sc. Rhavy Maia Guedes – IFPB
- Dr. Robson Eduardo de Grande – NSERC DIVA

- Dr. Rodrigo Rocha Gomes e Souza – UFBA/DCC
- Dra. Selma Terezinha Milagre – UFU/FEELM
- Dr. Sérgio Francisco da Silva – UFG/IBIOTEC/DCC
- M.Sc. Sérgio Francisco Tavares de Oliveira Mendonça – UFRPE
- M.Sc. Simone da Silva Amorim – IFBA
- M.Sc. Sofia Larissa da Costa – USP/ICMC
- Dra. Stella Jacyszyn Bachege – UFG/FENAD
- M.Sc. Taciana Novo Kudo – UFG/INF
- Dr. Tercio Alberto Santos Filho – UFG/IBIOTEC/DCC
- Dr. Thiago Jabur Bittar – UFG/IBIOTEC/DCC
- Dr. Ulysses Roberto Chaves Vitor – IFPE
- Dr. Vaston Gonçalves da Costa – UFG/IMTEC
- Dr. Yguaratã C. Cavalcanti – SERPRO/SC
- M.Sc. Weslei Alvim de Tarso Marinho – USF
- M.Sc. Wylliams Barbosa Santos – UFRPE

# Apresentação

Seja bem vindo ao XII Encontro Anual de Computação – EnAComp 2015, sediado na Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão, e organizado pelo Departamento de Ciência da Computação. O evento, anualmente, reúne professores, pesquisadores, profissionais e estudantes da graduação e pós-graduação de todo Brasil, com o objetivo de discutir sobre as inovações referentes à Computação.

O objetivo primário do EnAComp é despertar o interesse de alunos da computação, e de áreas relacionadas, pelos temas que têm estado em destaque na academia e na indústria, afim de reiterar os alunos e profissionais às necessidades da pesquisa e do mercado de trabalho.

O evento que começou em 2003 com o nome de Simpósio Anual de Computação (SiAComp), passou a ser denominado de Encontro Nacional da Computação (EnAComp) em 2010, em sua 8º edição, tendo como tema “*Computação, Inovação e Mercado*”. Com cerca de 200 inscritos obteve recorde em termos de público, com foco voltado para o mercado de trabalho, graduação, pós-graduação e tendências da computação.

Em 2011 o EnAComp já havia se tornado um evento conhecido e bem conceituado pelas pessoas da área e, em sua 9º edição, teve como tema “*Tecnologias Inteligentes: Desafios Científicos e Tecnológicos na Computação*”.

Em 2013, em sua 10º edição, o EnAComp ocorreu durante 4 dias por ter sido uma edição especial, comemorando 10 anos de evento. Neste sentido, foram oferecidas mais palestras e minicursos, em que foram abordados assuntos referentes à Computação em suas várias vertentes e como essas são aplicadas na prática das empresas, tendo como tema “*Computação: da teoria à prática*”.

Em 2014, 11º edição, o evento teve como tema “*Sistemas Embarcados: novas visões de desenvolvimento*”, sendo apresentados alguns dos métodos computacionais de desenvolvimento em sistemas embarcados, ferramentas de síntese de circuitos digitais e projetos relacionados em redes de comunicação.

Em 2015, sua 12º edição, o EnAComp tem como tema: “*Computação: Tecnologia, Educação e Mercado*”, com o objetivo de apresentar como a computação, se relacionada às tecnologias, educação e mercado, pode auxiliar nas mais diversas atividades, gerando resultados satisfatórios seja na área científica, tecnológica, mercadológica, dentre outras.

O evento, desde sua 1º edição, foi realizado na UFG – Regional Catalão, de modo a possibilitar a discussão de temas em destaque na computação e áreas afins, trazendo para a região importantes palestrantes, o que culmina em relevantes debates. Em todos os anos, o evento trouxe, além das palestras e minicursos, a realização da Maratona de Programação, Campeonato de Jogos Digitais e Apresentação de artigos, no formato pôster e oral, havendo premiação para estes. A publicação dos Anais é disponibilizada em formato eletrônico (na Internet e em CD), com supervisão editorial da UFG e participação

científica de pesquisadores de todo o país. Tal publicação conta com atribuição de número de ISSN 2178-6992.

Os participantes do EnAComp são representantes de diferentes regiões do Brasil. A crescente participação de estudantes, professores e profissionais da área vem a caracterizar a importância do evento, tanto para a comunidade acadêmica, como também para o mercado industrial. Assim, torna-se possível a integração profissional e cultural entre os participantes, os quais possuem em comum o interesse pelo uso da computação em suas atividades.

Ainda, é importante ressaltar que o evento tem contribuído, de forma positiva, para o crescimento e divulgação da UFG – Regional Catalão, uma vez que provê meios de incentivo aos alunos e profissionais. Além da capacitação dos estudantes e profissionais, que é também facilitada por meio da realização deste evento, deve-se ressaltar a importância da pesquisa e da inovação tecnológica em computação, como força motriz para o desenvolvimento de um país.

Nesse contexto, o XII EnAComp tem como foco englobar assuntos relacionados à computação, com foco na tecnologia, educação e mercado. Assim, busca-se promover o conhecimento referente a temas inovadores e tecnologia de ponta para o profissional em formação, o que torna o evento relevante para a região.

Este livro contém os artigos aceitos como apresentação oral e pôster no EnAComp 2015, os quais tratam de vários temas de pesquisa e desenvolvimento em Ciência da Computação. Os artigos também estão disponibilizados eletronicamente no endereço: *http://www.enacomp.com.br*.

Fizemos nosso melhor para oferecer um interessante encontro, estimulando a troca de informações científicas e inspirando novas ideias e colaborações, bem como para proporcionar-lhe ótimos dias durante sua estadia em Catalão, GO. Estamos felizes com sua presença e esperamos vê-lo nas próximas edições do EnAComp.

**Profa. Dra. Luanna Lopes Lobato (Coordenadora)**

**Prof. Dr. Márcio Antônio Duarte (Vice-coordenador)**

# Agradecimento

Agradecemos a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e a FAPEG (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Goiás) pelo financiamento ao EnAComp 2015, o que contribuiu para que pudéssemos realizar este evento com maior qualidade.

Adicionalmente, agradecemos a todos os patrocinadores que acreditaram no evento sendo nossos parceiros nesta realização.



# Sumário

<b>ORAIS</b>	<b>1</b>
<b>An updated review on Risk Management in SPL engineering</b>	3
<i>Iohan Gonçalves Vargas, Nilton Mendes de Souza, Thiago Jabur Bittar e Luanna Lopes Lobato.</i>	
<b>Aprendizagem Computacional Não-Supervisionada Aplicada à Alocação Autônoma de Recursos em Redes 4G LTE</b>	11
<i>Einar César Santos e Paulo Roberto Guardieiro.</i>	
<b>Avaliação e Análise de Softwares para Mineração de Dados aplicados ao processo de Pós-Compra</b>	19
<i>Haroldo Gomes Barroso Filho, Raimundo Castro, Louremar Junior e Elias Sales.</i>	
<b>Implantação de um Cluster de alto desempenho utilizando E-Waste</b>	27
<i>Breno Rodrigues de Sá e Fernando Barbosa Matos.</i>	
<b>IPSS: Uma plataforma de middleware para disponibilização de informações em smart spaces</b>	35
<i>Marcos Alves Vieira, Ernesto Veiga, Leandro Alexandre Freitas e Sergio T. Carvalho.</i>	
<b>LearnEngIN: uma Abordagem Interativa para o Aprendizado de Inglês</b>	43
<i>Iohan Gonçalves Vargas, Nilton Mendes de Souza, Luanna Lopes Lobato, Márcio Antônio Duarte e Thiago Jabur Bittar.</i>	
<b>Levantamento de soluções livres para informatização da biblioteca municipal de Pires do Rio - GO</b>	51
<i>David Rosa Garcia, Mônica Sakuray Pais e Gabriel Da Silva Vieira.</i>	
<b>Lições aprendidas com a implantação de um sistema acadêmico de graduação em parceria com empresa terceirizada: Um relato de experiência</b>	59
<i>Robson Nascimento e Renato De Freitas Bulcão-Neto.</i>	
<b>Medidor Inteligente de Consumo de Energia</b>	67
<i>Mariana Ferreira Damasceno, Kety Rosa de Barros Caparelli, Luciene Chagas de Oliveira, Deborah Rayely Santos e Souto, Wallace Oliveira Campos e Thompson Soares Tacon.</i>	
<b>Modelagem de um Sistema Multiagente para Qualidade de Grãos</b>	75
<i>Haroldo Gomes Barroso Filho, Ithalo Moura, Anderson Filipe, Isak Hendrix e Francisco Neto.</i>	
<b>PeQuiz: jogo educacional como ferramenta para o ensino de História e Geografia do Estado de Goiás</b>	83
<i>Marcos Alves Vieira, Ernesto Veiga, Carlos Roberto Da Silveira Junior e Sergio T. Carvalho.</i>	

<b>Persistência de Objetos Utilizando JAVA e DB4O: Uma Alternativa à Modelagem Objeto-Relacional</b>	91
<i>Walisson Pereira de Sousa e Virginia Sousa Venega.</i>	
<b>Projeto e Desenvolvimento de um Oxímetro de Pulso</b>	99
<i>Iracema Soares Braga, Kety Rosa de Barros Caparelli e Thiago Bruno Caparelli.</i>	
<b>Proposta de uma Arquitetura Orientada a Serviços Web para Sistemas de Localização RFID</b>	107
<i>Rafael De Amorim Silva e Leandro De Melo Sales.</i>	
<b>Recuperação de Informação: Visão Geral</b>	115
<i>Rodiney Marcal e Liliane Vale.</i>	
<b>Proposta de um Sistema Computacional para Biofeedback GSR</b>	124
<i>Deborah Rayely Santos E Souto, Luciene Chagas de Oliveira, Mariana Ferreira Damasceno, Mariana Cardoso Melo e Kety Rosa de Barros Caparelli.</i>	
<b>Sistema para Navegação de Deficientes Físicos em Ambiente Indoor usando NFC (Near Field Communication)</b>	132
<i>Luciene Chagas de Oliveira e Elzo Soares Pereira Filho.</i>	
<b>Tabela Periódica Interativa e Inclusiva</b>	140
<i>Diego Henriques Barboza Vieira, Ana Carla Souza de Jesus, Evellyn Gonçalves de Souza, Mônica Sakuray Pais e Amaury Walbert de Carvalho.</i>	
<b>Testando a performance de tecnologias especialistas em Rest API JSON uma abordagem em JAVA, PHP, C++, NODEJS, RUBY, PYTHON e GO</b>	147
<i>Itacir Pompeu, Fernando Matos e Marcel Melo.</i>	
<b>Um Modelo Conceitual Multinível sobre Cultura Organizacional no contexto de Metodologias Ágeis</b>	155
<i>João Paulo Amaral Azevedo E Silva, Gerson Correira Da Silva Junior, Valdemar Graciano Neto e Vinícius Sebba Patto.</i>	
<b>Uma Investigação do Estado da Arte de Engenharia Reversa voltada para Testes de Software</b>	163
<i>Ricardo Castelo Branco e Taciana Kudo.</i>	
<b>Utilizando a ferramenta Stencyl para desenvolvimento do Jogo Educacional The Collector</b>	171
<i>Melque Henrique Lemes de Castro, Thiago Jabur Bittar e Luanna Lopes Lobato.</i>	

<b>PÔSTERES</b>	<b>181</b>
<b>Aprendizagem de Máquina para auxiliar na Pré-Autoria de Atividades de Aprendizagem Adaptáveis</b> <i>Ana Elisa Lavras, Eveline Sá e Josenildo Silva.</i>	183
<b>Autoria de Objeto de Aprendizagem com uso de Design Instrucional para Raspberry Pi</b> <i>Adryano Escorcio, Eveline Sá e Jeane Ferreira.</i>	187
<b>Clusterização Bayesiana para classificação de risco de pacientes</b> <i>Haroldo Gomes Barroso Filho e Marcia Ito.</i>	194
<b>Estudo das abordagens do algoritmo de colônia de formigas para o problema do caixeiro viajante.</b> <i>Júlia Manfrin Dias.</i>	198
<b>Image Segmentation by Otsu Method</b> <i>Daniela de Oliveira Albanez, Marcos N. Rabelo, Sérgio F. Da Silva e Marcos A. Batista.</i>	203
<b>Melhores práticas envolvendo ITIL e COBIT</b> <i>Willian Gabriel Ruas e Iwens Gervasio Sene Junior.</i>	211
<b>Sistema para auxílio de Cálculos Diferenciais e Integrais (C.D.I.)</b> <i>Austeir José Barbosa.</i>	220
<b>Tecnologia Assistiva para Reabilitação de Cadeirantes utilizando Kinect</b> <i>Luciene Chagas de Oliveira e Thalison Carlos Fernandes Gomes.</i>	226

# ARTIGOS ORAIS



# An updated review on Risk Management in SPL engineering

Iohan Gonçalves Vargas<sup>1</sup>, Nilton Mendes de Souza<sup>1</sup>,  
Thiago Jabur Bittar<sup>2</sup>, Luanna Lopes Lobato<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade de São Paulo (USP)- ICMC  
Avenida Trabalhador São-Carlense, 400 – Centro – São Carlos – SP – Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Bioinformática – Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão  
Av. Dr. Lamartine Pinto de Avelar, 1120 – Setor Universitário – Catalão – GO – Brasil

{iohan,niltonmendes}@usp.br, {luannalopeslobato,thiagojabur}@gmail.com

**Abstract.** *Software Product Lines (SPL) is an approach for software development that focuses on systematic software reuse. However, establishing a complete SPL is not a simple task, since it can affect all the organization aspects. Thus, SPL is a complex approach and can involve major investments to the company and assumes considerable risks during the development line. Based on the amount of research papers that have been produced involving SPL aspects, the Risk Management (RM) still is few explored. This paper comes to present an upgrade in a previous research about RM during SPL. As initial results, with this review we found 1869 primary studies, which were analyzed and evaluated in order to include those that comes bring some insight to this research, resulting in 40 studies selected to this research. Outcomes indicate the need for (more/better/different) risk management practices in SPL, since there is a lack of studies providing relevant information on this topic.*

## 1. Introduction

During the last decade, several efforts were conducted to achieve effective ways to improve software productivity, reduce the costs of software development and decrease the time-to-market. It is based on a set of systems sharing a common, managed suite of features that satisfy a particular market or mission's needs and that are developed in a prescribed way [Clements and Northrop, 2001]. Risk Management (RM) supports this decision making process and its practices can help avoid many of the problems that occur during later stages of SPL development, based on the management of actions during the introduction of a SPL approach. "Management is a central task of product line development" [Birk and Heller, 2007] and "RM is required to facilitate and monitor the activities during it" [Boehm and Ross, 1989]. According to Lobato [2012], the main RM goal is to identify, address, and eliminate software risk before they become either threats to successful software development or major sources of rework.

In order to define the terms, in this research we assumed that the SPL phases, or as called SPL steps, are referred as SPL disciplines. These are the stages assumed during the SPL development, as presented in Pohl et al. [2005], which are Product Management (Scoping), Requirements, Design and Testing. In this sense, we presented a detailed review about RM in SPL, which was performed in a systematic way. As start point, to develop our research, we used the mapping study proposed by Lobato et al. [2012], which present a systematic review on RM in SPL during 20 years and this present research is

about an upgrade of the Lobato's research, in order to identify primary studies published in an approximately period of 5 years after. Thus, this research only complements the years that the research presented by Lobato [2012] did not cover.

The remainder of this work is organized as follows. The motivation is described in Section 2. The Section 3, presents the research questions. In Section 4 we present the data extraction and quality assessment. In Section 5 we present the quality criteria scores. In Section 6 we present the results. In Section 7 we present a discussion about the topic. In Section 8 we present a threat do validity. Finally, in Section 9 we present the conclusions obtained through the development of this research.

## 2. Motivation

Regarding to Risk Management in SPL context, is possible to realize through current research there are a few studies in the area. Although not a new concept, since the initial study around this topic was published by Boehm in early 1988, this fact is considered the preliminary statements about risks in Software Engineering (SE). Thus, as presented Lobato's research, were reported at the beginning 1663 references, which present a systematic review on RM in SPL during 20 years. In our study at the beginning 1869 references were identified, in order to identify primary studies published in an approximately period of 5 years after.

## 3. Research Questions

In order to examine the evidence and to answer the main question about RM-SPL, the research question (RQ) of this systematic review is: **What is known about existing literature regarding to Risk Management in SPL?**. Based on this argument, we have the following research questions to address our research goals: **RQ 1: Which Risk Management activities and practices are adopted to SPL?** The purpose this question is to identify the RM activities and practices that could be included by a software product line approach to manage and mitigate the risks from the SPL context. **RQ 2: Which Risk Management steps are suggested by the approaches?** The purpose this question is to find which steps are being used by the existing approaches to manage risks in SPL. **RQ 3: Which risk were identified and reported in SPL?** In this moment the our systematic review, the purpose this question is to find all risks that were related by the another studies. **RQ 4: What the researchers commonly use to evaluate the identified risks?** The purpose this question is to investigate the methods used to evaluate the identified risks. **RQ 5: How the stakeholders influences on the identified risks?** The purpose this question is to define the stakeholders' influence on the occurrence of a certain risk.

### 3.1. Inclusion and exclusion criteria

The studies associated the inclusion criteria to RM-SPL the following rules were strictly followed: An approach that has a close relation with Software Product Line and Risk Management, contingency and mitigation plans. Studies that will answer full or partial research questions, based in a definition about the risk previously explained. Associated the exclusion criteria RM to SPL context, the following rules were strictly followed: (1) Studies there were not written in English language. (2) Only was accepted studies published in relevant Journal or Conferences. (3) Studies that has not abstract or was incomplete.

(4) Duplicate studies, only the most recent and most complete were considered. (5) Were excluded studies that do not encompass the period from January 2010 to September (begin of this review) 2014. (6) Studies that encompass RM issues, but are not were related to SPL. (7) Studies that cover SPL issues, but are not concerned with RM. (8) Studies that were related to SPL, but without scientific analysis and published in unknown sources. (9) Short papers with less than 3 pages, or if they presented insufficient information.

### 3.2. Overview of Selection Stages

Initially, the first phase of research resulted in a set of 1869 studies, this references were selected by the data sources. This work was divided in three basic categories, Search Engines returned 1068 studies, Manual search Conferences returned 708 studies and Manual search Journals 93 studies. We performed for each one, the selection of studies in order to identify the most relevant ones. Related RM to SPL context, the studies that did not match the review scope were then excluded through activities named "Rounds". For every round, an aspect of the studies is verified and tested according to a criterion defined for each elimination stage. The number of studies still valid for consideration in this review has potentially decreased after each round execution.

## 4. Data Extraction and Quality Assessment

Resuming the information need to answer the research questions and evaluate its quality criteria, was created a form that comprises one paper for all research questions, where, are collected some details from the study too. Details that, identify the study, author, and publication source. This form supports us to save the relevant information of the studies. It is a mechanism to identify if a study can answer each question and the quality of answer. This evaluation was made for all papers selected for full read. Quality criteria - related work - are a form outlined to support measures the write quality, paper organization, and study credibility. The total score value is the sum of all values. To collect the information from the studies, two undergraduate students used a spreadsheet that contain the form to chart the data, whenever they have no consensus as conferee a PhD teacher discussed with the students the right decision. The quality assessment was outlined as questions, defined based on propose of Kitchenham and Charters [2011], the central for feature used for evaluate quality were developed three level scores where every quality criteria question has three possible choices: "Yes", "Partial" and "No". In addition, were chosen numerical values for "Yes", "Partial" and "No" respectively 1, 0.5 and 0. These questions are presented below:

(1) *Does the paper describe the steps followed to perform the RM?*. (2) *Are the used risk management activities and practices used well defined, efficient and easy to understand?*. (3) *Does the papers describe the risks identified for the RM?*. (4) *Does the paper describe the risk categories used for the RM?*. (5) *Does the paper describe measure for evaluating the identified risks?*. (6) *Does the paper present stakeholders? influence to the identified risks?*. (7) *Does the paper describe the contributions in applying RM approach in academy or industry?*. (8) *Does the paper describe which activities are used for the risk reduction?*. (9) *Does the paper describe that there is Risk Management throughout the whole SPL process?*. (10) *Does the paper inform if the risks in SPL are applied also for Single System Development?*. (11) *Does the paper inform whether the SPL Risk Management measures are applied in Single System Development?*.

The second part questions are related with goals presented, how clear and meaningful is the paper, also seeks for a good context, rationale, and coherence. These questions are listed below: (1) *Are the goals clearly stated?*. (2) *Were all of the study questions answered?*. (3) *Was the context of the research described?*. (4) *Was the research design appropriate to address the research goals?*. (5) *Were appropriate data collection methods used and described?*. (6) *Did the study provide clearly stated findings with credible results and justified conclusions?*

After the findings answer all questions, is possible measure the proportion on how relevant is each study for this review and be confident with its contribution. These quality scores are used for measure the quality of selected studies from data extraction stage, and are not applied for inclusion or exclusion criteria. Related RM to SPL context, in the Table 1 is presented all the selected studies to final analysis.

**Tabela 1. Selected Studies**

ID	Year	Title	Score(%)
S1	2012	Evidence from Risk Management in Software Product Lines development A Cross-Case Analysis	100
S2	2010	The importance of Documentation, Design and Reuse in Risk Management for SPL	91
S3	2012	Risk management in software product lines: An industrial case study	90.9
S4	2013	RISK MANAGEMENT IN SOFTWARE PRODUCT LINE ENGINEERING: A MAPPING STUDY	86.4
S5	2012	A study on Risk Management for software engineering	78.4
S6	2013	Quality of Merge-Refactorings for Product Lines	63.1
S7	2010	A Requirements Engineering process for Software Product Lines	62.8
S8	2012	Identifying Improvement Potential in Evolving Product Line Infrastructures: 3 Case Studies	58.3
S9	2010	Security requirements engineering framework for software product lines	43.9
S10	2012	An Industrial Study on the Risk of Software Changes	40.9
S11	2011	Towards Metamodel Support for Variability and Traceability in Software Product Lines	36.7
S12	2014	Identifying Risky Areas of Software Code in Agile/Lean Software Development: An Industrial Experience Report	36.3
S13	2011	Fuzzy cognitive map based approach for software quality risk analysis	34.8
S14	2010	EVOLUTION IN RELATION TO RISK AND TRUST MANAGEMENT	33.7
S15	2012	A novel approach to software quality risk management	33.5
S16	2012	Domain Specific Feature Modeling for Software Product Lines	32.2
S17	2010	Financial Pricing of Software Development Risk Factors	31.8
S18	2011	Requirements Uncertainty in a Software Product Line	31.8
S19	2013	Testing a Software Product Line	31.8
S20	2013	A review of research on risk analysis methods for IT systems	29.5
S21	2012	Software Product Management	29.5
S22	2013	Evaluating Different Strategies for Testing Software Product Lines	29.5
S23	2011	Experiences with Software Product Line Development in Risk Management Software	28
S24	2011	Refactoring the Documentation of Software Product Lines	27.2
S25	2013	Risks and risk mitigation in global software development: A tertiary study	25.7
S26	2010	Risk Management for Web and Distributed Software Development Projects	24.4
S27	2012	An Agile Approach for Software Product Lines Scoping	23.5
S28	2010	Opening up software product line engineering	23.1
S29	2012	An Innovative Model for Optimizing Software Risk Mitigation Plan: A Case Study	21.6
S30	2012	Rethinking the Mitigation Phase in Software Risk Management Process: A Case Study	21.5
S31	2013	A framework for role-based feature management in software product line organizations	21.2
S32	2013	In-depth characterization of exception flows in software product lines: an empirical study	21.2
S33	2011	Model based Analysis Process for Embedded Software Product Lines	21.2
S34	2012	On the Relationship between Inspection and Evolution in Software Product Lines	19
S35	2011	An Agile Scoping Process for Software Product Lines	19
S36	2011	RiPLE-TE: A Process for Testing Software Product Lines	19
S37	2010	Assessment of Product Derivation Tools in the Evolution of Software Product Lines: An Empirical Study	17.4
S38	2011	Towards the Integration of Quality Attributes into a Software Product Line Cost Model	17.1
S39	2011	Incremental and Iterative Reengineering towards Software Product Line	16.6
S40	2011	Optimal Risk Response plan of project risk management	12.9

## 5. Quality Criteria Scores

The quality criteria scores were based on the answers to quality criteria questions. The possible answers (1 to “yes”, 0,5 to “partly”, and 0 to “no”) were defined in order to represent the score of each study. Papers with “yes” answers are those that presented relevant information about the question, “partly” represents answers that did not address direct information for clearly answering a question. Also, “no” answers were assigned to studies that did not address answers to the specific question at all. Papers with “yes” answers were emphasized in Table 2(a), marked in bold.

Tabela 2. Caption

RQ	Answer	ID Papers	Total
RQ1	Yes	S1, S2, S4, S5, S6, S18, S19, S24, S29, S37	10
	Partial	S3, S7, S9, S11, S22, S25, S35, S39, S40	9
	No	S8, S10, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S20, S21, S23, S26, S27, S28, S30, S31, S32, S33, S34, S36, S38	21
RQ2	Yes	S1, S3, S4, S6, S11, S12, S13, S14, S18, S20, S29, S30, S33, S38, S40	15
	Partial	S2, S5, S9, S10, S15, S16, S17, S23, S25, S26, S32, S37	12
	No	S7, S8, S19, S21, S22, S24, S27, S28, S31, S34, S35, S36, S39	13
RQ3	Yes	S1, S2, S3, S5, S6, S8, S13, S26, S30, S35	10
	Partial	S4, S12, S18, S19, S23, S25, S29, S32, S33, S34, S36, S39	12
	No	S7, S9, S10, S11, S14, S15, S16, S17, S20, S21, S22, S24, S27, S28, S31, S37, S38, S40	18
RQ4	Yes	S1, S3, S18	3
	Partial	S4, S6, S7, S8, S12, S14, S17, S20, S23, S36	10
	No	S2, S5, S9, S10, S11, S13, S15, S16, S19, S21, S22, S24, S25, S26, S27, S28, S29, S30, S31, S32, S33, S34, S35, S37, S38, S39, S40	27
RQ5	Yes	S1, S2, S3, S4, S28, S31	6
	Partial	S6, S7, S10, S19, S21, S23, S26, S27, S34, S39	10
	No	S5, S8, S9, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S20, S22, S24, S25, S29, S30, S32, S33, S35, S36, S37, S38, S40	24

(b) Categorization of risks identified

ID	Risk Name	ID	Risks
R1	Absence of Metrics	R28	Tight schedule for the project
R2	Absence of non functional features	R29	Estimate changes
R3	Inadequate Quality of the Artifacts	R30	Failure in requirements identification
R4	Customer requirements not stable	R31	Immature SPL
R5	Immature process (scoping)	R32	Inadequate technology, methods and process
R6	Inadequate core assets instability	R33	Staff turnover
R7	Inadequate features definition	R34	No qualified staff
R8	Inappropriate reuse	R35	Lack of team commitment
R9	Usability problems	R36	Limited development costs
R10	Bad practices in management	R37	Non-use of certifications
R11	Centralized knowledge	R38	Problems with Staff
R12	Inadequate configuration management	R39	Conflicting requirements
R13	Ignoring past experience	R40	Complexity of SPL
R14	Inadequate risk management	R41	Unnecessary variability
R15	Inadequate technical documentation	R42	Working remotely
R16	Rework	R43	Absence of domain experts
R17	No product focus	R44	Immature Domain
R18	Inadequate communication	R45	Client understanding of SPL
R19	Cultural barriers	R46	Lack of Tool Support
R20	Difficulties in introducing SPL	R47	Slower process of change
R21	Infrastructure unavailability	R48	Immature Architecture
R22	Project is discontinued	R49	Difficulties in acquiring knowledge
R23	Delayed inspection rounds	R50	Platform not Mutable
R24	Delayed validation of artifacts	R51	Pollution of the platform
R25	Delay in time-to-market	R52	Absence of SPL experts
R26	Missed schedule	R53	Workload on experts
R27	Tight schedule for client		

As presented in Table 2(a), several studies did not directly deal with our primary research question. However, they were included because their contribution emerged during data analysis as recurring themes regarding to research questions topics.

## 6. Results to RM-SPL

### 6.1. RQ1. What Risk Management activities and practices are adopted to SPL?

According to Wijnstra [2002], there are little research on RM practices in SPL, there are a few activities being explored in the SPL context. As shown in Table 2(a), only 10 studies explicitly provide activities, which may be used to avoid risks [S1], [S2], [S4], [S5], [S6], [S18], [S19], [S24], [S29] and [S37]. Although most of the studies answered the questions with information emerged during data analysis as recurring themes regarding RM to SPL context, some of them partially provide this information in topics, by describing activities that can be used to manage the risks. All RM activities and practices identified during the primary study analysis are described as follows:

**SPL Documentation:** This practice is described in detail in the study [S2], the documentation is important for avoiding recreating the risks already identified. **Artifacts Reuse:** The study [S2] states the importance of risks documentation and design, as well as the reuse of risk documentation Reuse of RM is concerned on the ability of reusing this documentation for different products in the SPL context. **Architecture Definition:** SPL adopters are typically more concerned about the issues related to the technical aspects of the development, such as, domain analysis or architecture development, based on studies [S1], [S2], [S3] emphasizes that a poor description of the architecture is a risk for project success. **Requirements Management:** The studies [S4], [S7], [S9] and [S18], address this activity: it is necessary to identify requirements and keep their focus during project and program management. **Requirements Engineering (RE) process:** Was reported in the study [S7] the importance to use the Requirements Engineering (RE) process, providing correct requirements development and management, covering three activities: Model

Scope, Define Requirements and Define Use Cases. **SPL Variability:** The study [S36] presents the following information: **variability** should be mentioned as the most important issue to be handled, since its exploitation may lead to a large number of configurations that one system may support.

**Mitigation Plan:** The study [S25], [S29], [S35], [S37] related about this SPL practice. Based in this context is possible to state that planning only on the basis of success. In the paper [S29] developing an integrated mitigation plan is a core responsibility as well as a main concern of a risk manager. **Mature Domain Definition:** Through of study [S35] is possible to realize that the domain is fundamental for the best scoping result, and consequently a better result in the SPL as a whole. **Interviews:** This is a important coefficient to obtain the success, the studies [S1], [S7] highlighted that interviews were applied to collect the participant's feelings about the project and observations were useful to recognize possible insights through the participants' behavior. **SPL Tools:** The study [S24] presented the Docline tool as a way to facilitate and optimize the process of documentation regarding SPL. The study [S6] proposed an approach, RiPLE process is composed of scoping, requirements, design, implementation, risk management, and testing. **SPL Testing:** Testing is a way to verify the process quality, identifying problems that were not observed during the development. The study [S22] reports that testing, is an important activity related to the software quality, becomes essential to avoid fault propagation to the derived products.

## 6.2. RQ2. What Risk Management steps are suggested?

As previously mentioned, there is little research on RM practices in SPL, this way a few studies answered directly the RQ2. As presented in Table 2(a), 15 studies explicitly provide activities, which may be used to control of risks [S1], [S3], [S4], [S6], [S11], [S12], [S13], [S14], [S18], [S20], [S29], [S30], [S33], [S38] and [S40]. For this research question were obtained many studies that reports comprehensively the answers, but all follows in the same direction. Based in this statement the study [S4] showed one figure to represent all activities involved in the process to risk management. The activity of risk management provides the mechanisms to reduce the probability of future uncertain events. Risk Management includes the four activities. **Risk Identification; Risk Analysis and Prioritization; Risk Planning; Risk Monitoring.**

## 6.3. RQ3. What risk were identified and reported in SPL?

As previously cited, there is little research on RM practices in SPL, this way a few studies answered directly the RQ3. As presented in Table 2(a), 10 studies explicitly provide activities, which may be used to handle of risks [S1], [S2], [S3], [S5], [S6], [S8], [S13], [S26], [S30] and [S45]. Indeed, were obtained 10 studies that clearly identify the risk but the most do not suggest mechanisms to solve the. In addition, another 12 studies presented relevant information about the identification of risk. These results were collected to define the risks for SPL, as presented in the Table 2(b).

## 6.4. RQ4. What the researchers commonly use to evaluate the identified risks?

As previously mentioned, there is little research on RM practices in SPL, this way a few studies answered directly the RQ4. As shown in Table 2(a), 3 studies explicitly provide activities, which may be used to manipulate the risks [S1], [S3] and [S18]. According to

study [S4] the impact estimation as part of risk assessment is an important task to execute on risk management projects. The risk is classified in a range as follow: **Almost none** 0. **Low risk** 1-2. **Medium risk** 3. **High risk** 4. **Very high risk** 5. These risks classified as Management Risks are those that can directly impact the project progress and do not contributed with the SPL success, since they may be disseminated to the whole product line, and incite the occurrence of others. The study [S1], [S3] addressing to evaluation of the identified risks, the risks were analyzed according to their likelihood (L), impact (I) and severity (S). The mathematical expression is the following:  $[S = L * I]$ . Regarding to SPL a risk may impact in different products, for this reason the risks must be commonly evaluate and analyzed the your impact.

#### 6.5. RQ5. How the stakeholders influences on the identified risks?

As previously cited, there is little research on RM practices in SPL, this way a few studies answered directly the RQ5. As shown in Table 2(a), six studies explicitly provide activities, which may be used to manage the risks [S1], [S2], [S3], [S4], [S28] and [S31]. The study [S2] reports that in general, the stakeholders must know about how their actions can affect the project and to execute them with commitment. Thus, the risks from this category are important and the risk manager should select users that have knowledge with the project and commitment with the work. In addition, the study [S6] emphasizes that different stakeholders were selected in each of the SPL disciplines, scoping (Risk Manager, Developers, Architects, Project Manager, SPL Expert, Scope Expert, Configuration Manager, Customer and Domain Expert) and requirements (Requirement Analyst, Inspection Manager, Quality Analyst, Configuration Manager, Domain Analyst, Domain Expert, Risk Manager and Project Manager).

### 7. Discussion

Indeed were found a few relevant numbers of publications that discuss RM to SPL. The most of the studies did not address all aspects for efficient software project management, only four studies were considered able to address all the five research questions, this number corresponds to 4.39%. The review process was quite complex due the fact of the significant amount the data accessed and enormous data source involved. The use of spreadsheets were indispensable and considerable very important to control the activity stages and organizing extracted information, the success this research is regarding to correct use this tool.

### 8. Threats to Validity and Future Work

It is possible to cite the limitations of this review: **Manual Search:** The whole process of collecting studies was manually executed, excepted for the search on search engines. **Researchers Selection:** As the selection was based on sampling, on the other hand, to take a sample or samples of (something) for analysis, perhaps we might have no selected the most suitable set of researchers. **Subjectivity:** Since the data extraction of this review was manually undertaken, the results obtained are susceptible to different interpretations. **Quality assessment:** All quality criteria, research questions, data sources, methods and answers for this research were created for collecting quality results.

Based on the results identified related RM-SPL, from the empirical studies developed in this research, was observed the need to compare in future work the following

aspects: **Literature review [Lobato, 2012]:** once the studies were selected, they were filtered in order to identify the most relevant ones. Through of the execution this work was possible to report results about the importance of Risk Management practices to SPL. Outcomes indicate the need for (more/better/different) risk management practices in SPL.

## 9. Conclusion

The main motivation of this work was to investigate the state-of-the-art in RM for SPL, through a mapping study. This way, a few studies have addressed strategies for avoiding or solving risks in SPL projects. Although considered a difficult task, is possible to emphasizes many benefits for adopting software product line engineering as development paradigm, most of them are related to business objectives and organizational issues, since time and costs are decreased, while product quality is increased based on assets.

A review was undertaken so relevant studies could be collected and critically appraised. The RM activities must be put into practice in SPL projects, due to the rising complexity of software. Also, external factors must be considered when managing risks, such as cultural barriers, personnel skills, budget constraints, and others. Several risks can be easily avoided if RM is executed. Many software projects are highly susceptible to failures because no risk managing activities are planned and executed. The importance of the stakeholders and their influences to risky activities in developing software are not properly discussed in literature. This research may provide useful measures for both academy and industry environments, and to help other researchers to understand which information about risks in SPL.

## Referências

- Birk, A. and Heller, G. (2007). Challenges for Requirements Engineering and Management in Software Product Line Development. Requirements Engineering: Foundation for Software Quality, Trondheim, Norway, June 11-12, Proceedings. Volume 4542, Springer.
- Boehm, B., W. and Ross, R. (1989). Theory-W Software Project Management Principles and Examples. IEEE Trans. Softw. Eng. 15, 7, 902-916. 1989.
- Clements, P. and Northrop, L. (2001). Software Product Lines: Practices and Patterns.
- Kitchenham, B. and Charters, S. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Technical Report Technical Report EBSE 2007-001, Keele University and Durham University Joint Report.
- Lobato, L., L. (2012). An approach for Risk Management in Software Product Lines. Ph. D. thesis proposal. Federal University of Pernambuco, Brazil, 2012, pp 214p.
- Lobato, L., L., Almeida, E., S. and Meira, S., R., L. (2012). Risk Management in Software Engineering: A Scoping Study. In: 16th International Conference on Evaluation & Assessment in Software Engineering (EASE), 2012, Ciudad Real, Espanha.
- Pohl, K., Bolckle, G., Linden, V. F. (2005). Software Product Line Engineering: Foundations, Principles, and Techniques. Springer.
- Wijnstra, J. G. (2002). Critical factors for a successful platform-based product family approach. In Proceedings of the Second International Conference on Software Product Lines, pages 68-89, London, UK. Springer-Verlag.

# Aprendizagem Computacional Não-Supervisionada Aplicada à Alocação Autônoma de Recursos em Redes 4G LTE

Einar C. Santos<sup>1</sup>, Paulo R. Guardieiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Engenharia Elétrica – Universidade Federal de Uberlândia (UFU)  
Av. João Naves de Ávila 2121 - Campus Santa Mônica  
CEP 38408-100 – Uberlândia - MG

**Abstract.** *The machine learning is an artificial intelligence area whose application extends to several knowledge areas. Its use is ideal for acquiring knowledge in systems where human intervention is undesirable or infeasible. Furthermore, resource allocation is an important procedure for quality of service assurance in LTE 4G networks. Traditional algorithms for such purposes do not possess the necessary logic to adjust themselves due to environment variations, impeding process optimization. This paper presents an autonomous mechanism of resource allocation in LTE 4G networks based on unsupervised machine learning. Results demonstrates good performance of proposal.*

**Resumo.** *A aprendizagem computacional é uma área da inteligência artificial cuja aplicação estende-se a diversas áreas do conhecimento. Sua utilização é ideal para obtenção de conhecimento em sistemas onde a intervenção humana é indesejada ou impraticável. Outrossim, a alocação de recursos é um procedimento importante para garantia de qualidade de serviço em redes 4G LTE. Algoritmos convencionais com tal finalidade não possuem a lógica necessária para ajustarem-se às variações no ambiente, impedindo a otimização do processo. Este trabalho apresenta um mecanismo autônomo de alocação de recursos em redes 4G LTE baseado em aprendizagem computacional não-supervisionada. Os resultados demonstram o bom desempenho da proposta.*

## 1. Introdução

A crescente demanda no acesso a redes banda larga sem fio motiva a busca por soluções relacionadas ao problema do compartilhamento de recursos. Além disso, a garantia de qualidade no acesso a conteúdo em alta definição, como a transmissão de vídeos em alta resolução ou de eventos em tempo real, requer melhor aproveitamento da rede. Por esse motivo, o conhecimento sobre o ambiente e o sistema é fundamental para otimizar a utilização dos recursos disponíveis.

A inserção de inteligência artificial em sistemas de comunicação é uma opção interessante para automatizar tarefas exclusivamente atribuídas a seres humanos como organização, otimização e reparação. Nesse contexto, a implementação da aprendizagem computacional não-supervisionada apresenta-se como alternativa para geração de conhecimento ou aprimoramento de habilidades sobre um conjunto de dados de maneira autônoma [Carbonell et al. 1983].

A proposta apresentada em [Petridou et al. 2007] implementa um algoritmo de alocação de recursos em protocolos de multiplexação por divisão de comprimento de

onda, geralmente utilizado em redes de fibra ótica. O algoritmo adota o método de classificação *K-Means* [Lloyd 1982],[MacQueen et al. 1967] para agrupar nós da rede de acordo com seus respectivos dados de demanda de recursos (quantidade de pacotes solicitados).

O *K-Means* é um método simples de aprendizagem computacional não-supervisionada e aplicável a problemas *NP*-difícil. Sua principal limitação encontra-se na necessidade de informar previamente a quantidade de agrupamentos a serem estabelecidos pelo algoritmo [Hamerly and Elkan 2003]. Visando superar essa limitação, um algoritmo de classificação não-paramétrico baseado no *K-Means*, conhecido como *X-Means* [Pelleg et al. 2000], foi desenvolvido com a finalidade de estabelecer automaticamente a quantidade de agrupamentos no processo.

Este trabalho apresenta a modificação do algoritmo *X-Means* e sua aplicação em redes 4G LTE com o objetivo de otimizar a alocação autônoma de recursos em condições de compartilhamento e garantia de qualidade de serviço ou *Quality of Service* (QoS).

## 2. Algoritmos de Classificação Não-Supervisionada

A classificação não-supervisionada organiza um conjunto de dados distribuídos em um espaço  $n$ -dimensional em grupos, baseados na medida de similaridade entre os atributos, sem rotulação ou utilização de amostras de treinamento [Gira et al. 2004]. A similaridade é estabelecida utilizando alguma medida de distância. A mais comum é a euclidiana, apresentada a seguir:

$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2} \quad (1)$$

Onde  $n$  é quantidade de atributos,  $p_i$  e  $q_i$  são os  $i$ -ésimos atributos selecionados. Em alguns casos, substitui-se  $q_i$  pela média  $\mu$  dos atributos, estabelecida por:

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n p_i \quad (2)$$

Escolheu-se o algoritmo *X-Means* pelo fato de ser de fácil implementação, possuir custo computacional relativamente baixo e ser não-paramétrico, eliminando intervenção no sistema. Apesar disso outros algoritmos de classificação não-supervisionada podem ser encontrados na literatura, sendo os principais: *Expectation-Maximization* (não-paramétrico) [Moon 1996]; *Gaussian Mixture Model* (paramétrico) [Reynolds 2009]; *K-Means* (paramétrico); *Dirichlet Process Mixture Model* (não-paramétrico) [Antoniak 1974] e *X-Means* (não-paramétrico).

## 3. Alocação Autônoma de Recursos em Redes 4G LTE

A alocação de recursos é um dos procedimentos realizados para assegurar QoS, adotado em situações de compartilhamento de recursos. Tal procedimento possui lógica pré-estabelecida pelo desenvolvedor e fornecida pelo fabricante do equipamento a ser utilizado no ambiente de rede. Em situações convencionais, a lógica implementada não

ajusta-se dinamicamente a mudanças no ambiente, impedindo o compartilhamento de maneira otimizada.

Operações autônomas em redes banda larga sem fio pertencem ao conceito de redes cognitivas e auto-organizáveis, tecnologias desenvolvidas com o objetivo de planejar, configurar, gerenciar, otimizar e reparar a rede sem intervenção humana ou de elementos externos. Redes auto-organizáveis e cognitivas geralmente utilizam métodos de inteligência artificial, detectam mudanças e tomam decisões adaptativas baseadas nas informações do sistema [De la Roche et al. 2012],[Bkassiny et al. 2013],[Wang et al. 2015]. Entre as principais funções consideradas, o conceito aborda a capacidade dos equipamentos de utilizarem métricas para melhorar o desempenho da rede de maneira autônoma [3GPP 2012].

#### 4. Unidade de Alocação de Recursos em Redes 4G LTE

Redes 4G LTE utilizam a tecnologia de transmissão *Orthogonal Frequency Domain Multiple Access* (OFDMA) no canal *downlink* e *Single Carrier Frequency Division Multiple Access* (SC-FDMA) no *uplink*.

A menor unidade de alocação de dados em redes 4G LTE é o *Resource Block* (RB), atribuído exclusivamente a um único usuário ou *User Equipment* (UE) no sistema. O RB é composto de 12 subportadoras de 15 kHz cada, totalizando 180 kHz de largura de banda por RB com resolução de 0,5 ms no domínio do tempo (*slot*). Um quadro OFDMA possui duração de 10 ms e é subdividido em 10 subquadros de 1 ms. A quantidade de RBs por quadro OFDMA depende do espectro de largura de banda adotado. Por exemplo, uma largura de banda de 1,4 MHz corresponde a 6 RBs utilizáveis enquanto 20 MHz equivalem a 100 RBs utilizáveis por quadro.

A decisão de alocação de recursos (escalonamento) é realizada na estação base de transmissão e recepção do sinal de rádio do sistema, conhecida como *Evolved Node Base* (eNodeB ou eNB). Além de outras atividades, a eNB é responsável por processar informação sobre a condição individual do canal *downlink* percebida pelos UEs. Essa informação é transmitida periodicamente à eNB e conhecida como *Channel Quality Indicator* (CQI).

#### 5. Algoritmo *X-Means* Modificado para Classificação Não-Supervisionada

O algoritmo de classificação *X-Means* adota o mesmo princípio do *K-Means* para classificação de dados. Entretanto, difere-se apenas no fato de não necessitar da informação sobre a quantidade de classes a serem estabelecidas. Para isso, o *X-Means* utiliza fatores de pontuação dos agrupamentos, sendo dois a escolher: o *Bayesian Information Criterion* (BIC) ou o *Akaike Information Criterion* (AIC) [Pelleg et al. 2000]. Ambos, BIC e AIC são medidas de qualidade para um conjunto de dados estabelecidos. Essa medida de qualidade é obtida pelo cálculo de máxima verossimilhança dos dados em relação a um modelo com distribuição gaussiana [Jones 2011].

A pontuação BIC é obtida pelo seguinte cálculo:

$$BIC(M_j) = \hat{l}_j(D) - \frac{p_j}{2} \cdot \log R \quad (3)$$

Onde  $\hat{l}_j(D)$  é a log-verossimilhança obtida no ponto  $j$  de máxima verossimilhança do conjunto de dados  $D$ ,  $M_j$  é a quantidade de dimensões ou atributos,  $p_j$  é a quantidade de parâmetros em  $M_j$  e  $R$  é a quantidade de pesos no conjunto de dados  $D$ .

A log-verossimilhança dos dados pertencentes ao centroide  $m_c(\hat{l}_j(D_c))$  incluindo a máxima verossimilhança estimada é dada por:

$$\hat{l}_j(D_c) = -\frac{R_c}{2} \log(2\pi) - \frac{R_c \cdot M}{2} \log(\hat{\sigma}^2) - \frac{R_c - k}{2} + R_c \log R_c - R_c \log R \quad (4)$$

$R_c$  é a quantidade de pesos do conjunto de dados associado ao centroide  $m_c$ . A variância  $\hat{\sigma}^2$  estimada para cálculo da máxima verossimilhança é dada por:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{R - k_j} \sum_i (x_i - m_c)^2 \quad (5)$$

Onde  $x_i$  são os atributos e  $k_j$  é o valor de  $k$  estabelecido no algoritmo para a  $j$ -ésima iteração.

Basicamente, o *X-Means* é realizado em sucessivas iterações do *K-Means* de acordo com os seguintes passos:

1. Inicialização dos parâmetros  $k_{min}$  e  $k_{max}$
2. Particionamento dos dados em  $k_i$  centroides
3. Geração das células de Voronoi selecionando os pontos mais próximos aos centroides
4. Iteração dos passos 2 e 3 até convergência (semelhante ao *K-Means*)
5. Particionamento do  $i$ -ésimo agrupamento em dois sub-agrupamentos
6. Determinação da pontuação BIC para o agrupamento individual e para os agrupamentos divididos
7. Incremento do valor  $k_{selecionado}$  caso pontuação BIC do agrupamento dividido seja maior
8. Iteração dos passos 5 a 7 até o último agrupamento
9. Iteração dos passos 1 a 8 até valor  $k_i$  for igual a  $k_{max}$  estabelecido
10. Obtenção do valor  $k_{selecionado}$ , dos centroides e pontos associados

O valor  $k_{max}$  inicial estabelecido é arbitrário e definido a critério do desenvolvedor. Entretanto, considerando que a quantidade de parâmetros contida no conjunto de dados informados é desconhecida, é desejável atribuir um valor  $k_{max}$  proporcional à quantidade real de classes a serem descobertas, evitando assim a geração de agrupamentos individuais. Alguns critérios podem ser utilizados, como a regra de ouro ou *Rule of Thumb* [Mardia et al. 1979], dada por:

$$k_{max} \approx \sqrt{\frac{R}{2}} \quad (6)$$

Contudo, nas investigações conduzidas na análise da implementação do algoritmo proposto, o cálculo de  $k_{max}$  modificado que aproxima-se a uma quantidade máxima ideal é estabelecido por:

$$k_{max} \approx 6 \log M + \sqrt{\frac{R}{\log R}} \quad (7)$$

## 6. Algoritmo de Alocação Autônoma de Recursos

A proposta de alocação autônoma de recursos é direcionada apenas ao canal *downlink* e caracteriza-se, primeiramente, por um mecanismo de classificação de UEs que estabelece, a partir dos CQIs recebidos pela eNB, a quantidade de classes (agrupamentos) e os UEs pertencentes a cada classe. Após a classificação, estabelece-se uma função de ranqueamento responsável por ordenar as classes de acordo com a prioridade no acesso aos recursos. Finalmente, define-se uma regra para alocação da quantidade de recursos por UE em cada classe.

A eNB recebe os CQIs na forma de matriz a cada *Transmission Time Interval* (TTI) (menor unidade de tempo estabelecida entre transmissões de CQIs pelos UEs). Após recebimento dos CQIs, a eNB executa o algoritmo proposto que acrescenta mais dois parâmetros à nova matriz composta para classificação: a vazão histórica individual e o índice de justiça de Jain [Jain et al. 1999]. O índice de justiça é útil para equilibrar a alocação de recursos entre os diferentes tipos de usuários e demandas de serviço, ajudando a evitar a inanição de recursos a usuários com má condição de canal. O índice de justiça é obtido por:

$$F_i = \frac{(\sum_{i=1}^n r_i)^2}{(n \sum_{i=1}^n r_i^2)} \quad (8)$$

Onde  $r_i$  é a vazão média do  $i$ -ésimo usuário.

Além disso, para garantir a melhor troca entre índice de justiça e o desempenho do usuário individual em termos de vazão média, levando em consideração a qualidade individual  $h_i$  do canal, acrescentam-se os parâmetros na forma:

$$h_i + \sqrt{\frac{r_i^2}{F_i}} \quad (9)$$

Os procedimentos realizados pelo algoritmo proposto são executados de acordo com o fluxograma ilustrado na Figura 1.

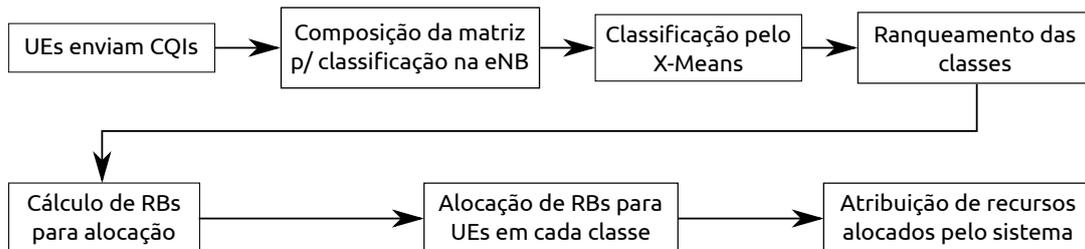


Figura 1. Procedimentos realizados pelo algoritmo de alocação proposto

### 6.1. Ranqueamento das Classes e Cálculo de RBs para Alocação

O ranqueamento das classes é estabelecido na ordem decrescente dos valores dos atributos de cada centroide, semelhante ao mecanismo de ranqueamento estabelecido em [Petridou et al. 2007]. Considera-se portanto as classes com os melhores parâmetros na matriz.

O cálculo de RBs a serem alocados deve ser inteiro, além de considerar a quantidade de classes  $k$  obtidas pelo *X-Means* a partir da matriz composta. Portanto, a fórmula estabelecida para obtenção da quantidade de RBs por UE,  $RB_{sUE,i}$ , em cada classe  $i$  correspondente, ordenada de acordo com a prioridade estabelecida no ranqueamento, é:

$$RB_{sUE,i} = \left\lceil \left[ 10^{\left( \frac{\log k \cdot (i-k)}{(k-1)e^{1,1}} \right)} \right]^{-1} \right\rceil \quad (10)$$

## 7. Simulação e Resultados

Para efeito de avaliação de proposta, utilizou-se a ferramenta LTE Vienna System Level Simulator [Mehlführer et al. 2011]. Seu uso está em consonância com os termos estabelecidos no acordo de licença acadêmica do produto.

Os cenários considerados para avaliação da proposta são compostos por:

- Três células (*Multi Cell*) c/ raio de 500 m cada;
- 30 UEs/célula;
- Modo *Single Antenna*;
- 20 MHz de largura de banda, totalizando 100 RBs por quadro OFDMA;
- Modelo COST 231 de perda de percurso macroscópico de sinal;
- Modelo aleatório p/ tráfego nos UEs (vídeo, voz e tráfego de *background*);
- 01 cenário com UEs estáticos e 01 cenário com mobilidade dos UEs até 120 Km/h;
- 46 dBm de potência de transmissão da eNB.

Para o restante dos parâmetros, manteve-se os valores padrões estabelecidos no *script* do cenário LTE *Multi Cell* do simulador.

Para efeito de comparação, também foram obtidos resultados da simulação utilizando algoritmos clássicos, como o *Round Robin* (RR), o *Proportional Fair* (PF) e o *Best Channel Quality Indicator* (*Best CQI*).

A Tabela 1 apresenta os resultados das simulações para um cenário com UEs estáticos, enquanto a Tabela 2 apresenta os resultados das simulações para cenário com UEs movendo-se a 120 Km/h:

**Tabela 1. Resultados de simulações - Cenário com UEs estáticos**

Algoritmo	Vazão Máx./UE	Vazão Média/UE	Vazão Mín./UE	Índice de Justiça
<i>X-Means</i>	1,95 Mbps	1,12 Mbps	0,40 Mbps	0,8507
<i>Proportional Fair</i>	2,89 Mbps	2,25 Mbps	1,33 Mbps	0,9446
<i>Best CQI</i>	10,11 Mbps	2,70 Mbps	0,00 Mbps	0,3816
<i>Round Robin</i>	1,74 Mbps	1,12 Mbps	0,42 Mbps	0,8567

**Tabela 2. Resultados de simulações - Cenário com UEs movendo a 120 Km/h**

Algoritmo	Vazão Máx./UE	Vazão Média/UE	Vazão Mín./UE	Índice de Justiça
<i>X-Means</i>	2,04 Mbps	0,61 Mbps	0,00 Mbps	0,3334
<i>Proportional Fair</i>	2,91 Mbps	1,01 Mbps	0,06 Mbps	0,3651
<i>Best CQI</i>	3,25 Mbps	1,02 Mbps	0,06 Mbps	0,3653
<i>Round Robin</i>	1,86 Mbps	0,60 Mbps	0,00 Mbps	0,3348

Em termos gerais, percebe-se que os resultados da proposta assemelham-se aos do algoritmo de escalonamento *Round Robin* com um desempenho ligeiramente melhor. Além disso, a pouca variação do índice de justiça em comparação ao *Proportional Fair* e *Round Robin* nos dois cenários avaliados aponta uma estabilidade do algoritmo, diferentemente do que acontece ao *Best CQI*. Neste caso, é necessário investigar outros fatores que possam afetar o desempenho do algoritmo proposto, como a quantidade de UEs por célula, o atraso médio do tráfego analisado, o critério para ranqueamento e também o mecanismo de composição da matriz de classificação.

Apesar de não atingir o objetivo, em termos de otimização na utilização de recursos, a plausibilidade da proposta possibilita análises futuras do mecanismo. Tecnicamente os resultados são considerados bons, embora possam ser melhorados.

## 8. Conclusão

Este trabalho apresentou um mecanismo autônomo de alocação de recursos em redes 4G LTE baseado em um algoritmo de aprendizagem computacional não-supervisionada visando a otimização do compartilhamento de recursos na garantia de QoS.

A aplicação de técnicas não-supervisionadas atende o critério de automação necessário para se estabelecer redes auto-organizáveis e cognitivas na tecnologia em questão, caracterizando menor intervenção humana e consequente redução de custos nas operações da rede.

Apesar de não atingir os objetivos desejados, os resultados de simulação apresentam um bom desempenho da proposta em comparação a algoritmos clássicos da literatura. Entretanto, espera-se que o ajuste de alguns critérios adotados possam favorecer o desempenho em comparação aos algoritmos considerados. Até onde sabe-se, há poucos riscos relacionados ao estudo proposto, restando apenas a otimização dos resultados, em termos de QoS, para conclusão.

Sugere-se como trabalho futuro o ajuste de alguns critérios, como a inserção e avaliação de funções mais aprimoradas para o ranqueamento de classes de usuários geradas pelo algoritmo *X-Means*.

## Referências

- 3GPP (2012). *3GPP TS 36.300 v10.8.0, Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); Overall description; Stage 2 (Release 10)*. 3GPP.
- Antoniak, C. E. (1974). Mixtures of Dirichlet Processes with Applications to Bayesian Nonparametric Problems. *The annals of statistics*, pages 1152–1174.

- Bkassiny, M., Li, Y., and Jayaweera, S. K. (2013). A Survey on Machine-Learning Techniques in Cognitive Radios. *Communications Surveys & Tutorials, IEEE*, 15(3):1136–1159.
- Carbonell, J. G., Michalski, R. S., and Mitchell, T. M. (1983). Machine Learning: A Historical and Methodological Analysis. *AI Magazine*, 4(3):69.
- De la Roche, G., Alayón-Glazunov, A., and Allen, B. (2012). *LTE-Advanced and Next Generation Wireless Networks: Channel Modelling and Propagation*. John Wiley & Sons.
- Grira, N., Crucianu, M., and Boujemaa, N. (2004). Unsupervised and Semi-Supervised Clustering: A Brief Survey. *A Review of Machine Learning Techniques for Processing Multimedia Content*, 1:9–16.
- Hamerly, G. and Elkan, C. (2003). Learning the K in K-Means. In *Advances In Neural Information Processing Systems*, volume 16, page 281. MIT Press.
- Jain, R., Durresti, A., and Babic, G. (1999). Throughput Fairness Index: An Explanation. Technical report, Tech. rep., Department of CIS, The Ohio State University.
- Jones, R. H. (2011). Bayesian Information Criterion for Longitudinal and Clustered Data. *Statistics in medicine*, 30(25):3050–3056.
- Lloyd, S. P. (1982). Least Squares Quantization in PCM. *Information Theory, IEEE Transactions on*, 28(2):129–137.
- MacQueen, J. et al. (1967). Some Methods for Classification and Analysis of Multivariate Observations. In *Proceedings of the fifth Berkeley symposium on mathematical statistics and probability*, volume 1, pages 281–297. Oakland, CA, USA.
- Mardia, K. V., Kent, J. T., and Bibby, J. M. (1979). *Multivariate Analysis*. Academic press.
- Mehlführer, C., Ikuno, J. C., Simko, M., Schwarz, S., Wrulich, M., and Rupp, M. (2011). The Vienna LTE Simulators-Enabling Reproducibility in Wireless Communications Research. *EURASIP J. Adv. Sig. Proc.*, 2011:29.
- Moon, T. K. (1996). The Expectation-Maximization Algorithm. *Signal processing magazine, IEEE*, 13(6):47–60.
- Pelleg, D., Moore, A. W., et al. (2000). X-means: Extending K-means with Efficient Estimation of the Number of Clusters. In *ICML*, pages 727–734.
- Petridou, S. G., Sarigiannidis, P. G., Papadimitriou, G. I., and Pomportsis, A. S. (2007). Clustering Based Scheduling: A New Approach to the Design of Scheduling Algorithms for WDM Star Networks. In *Communications and Vehicular Technology in the Benelux, 2007 14th IEEE Symposium on*, pages 1–5. IEEE.
- Reynolds, D. (2009). Gaussian Mixture Models. In *Encyclopedia of Biometrics*, pages 659–663. Springer.
- Wang, W., Kwasinski, A., Niyato, D., and Han, Z. (2015). A Survey on Applications of Model-Free Strategy Learning in Cognitive Wireless Networks. *arXiv preprint arXiv:1504.03976*.

## **Avaliação e Análise de Softwares para Mineração de Dados aplicados ao processo de Pós-Compra**

**Haroldo G. B. Filho<sup>1</sup>, Raimundo C. Soares<sup>1</sup>, Louremar V. A. Júnior<sup>1</sup>, Elias S. Silva<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Coordenação de Sistemas para Internet – Faculdade de Educação de Bacabal (FEBAC)  
Rua 12 de Outubro, 377, Centro, Bacabal - MA, 65700-000

{haroldogomes86}@gmail.com

***Abstract.** In an increasingly competitive market and business models enhance become increasingly faster, where the post purchasing process is characterized as a critical decision-making step for a customer loyalty and thus ripening of the mark. To enable companies to achieve this phase successfully proposed the use of software focused on data mining, for compression and refinement of information in relation to a particular customer profile, but it is valuable to assess and analyze which software is best suited for each scenario.*

***Resumo.** Em um mercado cada vez mais competitivo, os modelos de negócio aprimoram-se cada vez mais rápido, onde o processo de pós-compra caracteriza-se como uma fase de tomada de decisão crucial para a fidelização de um cliente e conseqüentemente amadurecimento da marca. Para que as empresas possam alcançar tal fase com êxito é proposto a utilização de softwares focados em Mineração de Dados, para a compressão e refinamento de informações em relação a um determinado perfil de cliente, porém é válido avaliar e analisar qual software é melhor indicado para cada cenário.*

### **1. Introdução**

Os processos de desenvolvimento de produtos, aplicativos de celular, *softwares*, entre outros, vem evoluindo progressivamente, porém torna-se irrelevante vender algo sem “fidelizar” o consumidor. Devido a esse fato de preocupa-se com a satisfação do cliente não apenas na etapa do consumo, mas após ele, investisse em modelos matemáticos, softwares e técnicas baseadas em Mineração de Dados para o entendimento de novas e complexas estruturas de dados oriundos do volume de informação e transformações em padrões de compra.

### **2. Processo de Pós-Compra**

O Processo de Pós-compra por se encontrar no fim de um ciclo de tomadas de decisão envolvendo o sentimento e comportamento do cliente, baseia-se em um fluxo regular de relacionamento, para [Polloni et al 2004] é necessário considerar aspectos como: propósito, relacionamento e satisfação, para que tal ciclo tenha por consequencia o retorno do consumidor.

O propósito de todo negócio, bens ou serviços, é criar e manter clientes satisfeitos [Drucker 1973]. Um dos grandes atributos existentes no sucesso de um processo de compra está relacionada ao relacionamento duradouro entre empresa e consumidor (Rapp; Collins, 1990 – *apud* Engel, Blackwell, Miniard, 2000). Para que este relacionamento mantenha-se ao longo do tempo é preciso entender a necessidade da existência de qualidade e satisfação permanente dos clientes. O foco na qualidade, do ponto de vista do cliente, e sua satisfação são fundamentais para o sucesso do processo de compra. (Lovelock, Wight, 2001)

A Satisfação de compra é o resultado da diferença entre desempenho percebido pelo comprador e suas expectativas anteriores de compra de determinado produto ou serviço [Kotler 2000]. Segundo Mowen e Minor (2003), a satisfação é “a atitude geral sobre um produto ou serviço após a sua aquisição e uso. é o julgamento de avaliação posterior à compra, resultante de uma compra específica” .

Deve-se considerar que uma vez feita a venda, o processo de avaliação de satisfação e qualidade estende-se em especial à fase de Pós-Compra, que será o momento que o consumidor poderá efetivamente evidenciar o desempenho da compra obtida. (Engel, Blackwell, Miniard, 2000)

### **3. Mineração de dados**

Com o aumento do armazenamento de dados crescendo exponencialmente, algumas questões tornaram-se relevantes: Como tratar tais dados ? Como as bases de dados suportarão tamanha demanda ? Existem técnicas e *softwares* específicos para tais situações ? Com o objetivo de responder tais perguntas, foi proposta, no final da década de 80, a Mineração de Dados, do inglês *Data Mining*.

A Mineração de Dados é uma das tecnologias que mais vem crescendo ao longo da última década, em detrimento do capital investido por companhias com o objetivo de coletar dados com precisão e refinamento. Witten et al. [88], Olson et al. [58] e Bramer [6] apresentam algumas das aplicações em um fluxo de compra nas quais a Mineração de Dados é aplicada de forma eficaz:

Retenção de clientes: identificação de perfis para determinados produtos, venda cruzada;

Bancos: identificar padrões para auxiliar no gerenciamento de relacionamento com o cliente;

Cartão de Crédito: identificar segmentos de mercado, identificar padrões de rotatividade;

Cobrança: detecção de fraudes;

Telemarketing: acesso facilitado aos dados do cliente.

Por possuir um caráter multidisciplinar, a Mineração de Dados adapta seu conceito ao cenário de atuação de cada autor, destacando-se aplicações em: Estatística, Aprendizado de Máquina e Banco de Dados. Em [Zhou 1996], é feita uma análise comparativa sobre as três perspectivas citadas.

Em [Hand et al 2001], a definição é dada de uma perspectiva estatística: "Mineração de Dados é a análise de grandes conjuntos de dados a fim de encontrar relacionamentos inesperados e de resumir os dados de uma forma que eles sejam tanto úteis quanto compreensíveis ao dono dos dados".

Em [Cabena et al 1998], a definição é dada de uma perspectiva de banco de dados: "Mineração de Dados é um campo interdisciplinar que junta técnicas de máquinas de conhecimentos, reconhecimento de padrões, estatísticas, banco de dados e visualização, para conseguir extrair informações de grandes bases de dados".

Em [Fayyad et al 1996], a definição é dada da perspectiva do aprendizado de máquina: "Mineração de Dados é um passo no processo de Descoberta de Conhecimento que consiste na realização da análise dos dados e na aplicação de algoritmos de descoberta que, sob certas limitações computacionais, produzem um conjunto de padrões de certos dados."

Habitualmente a Mineração de Dados é identificada como uma tecnologia capaz de realizar tarefas complexas, tais como:

### **3.1. Descrição**

É a tarefa utilizada para descrever padrões e tendências demonstrados por dados. Em geral, uma descrição promove uma gama de possibilidades para possíveis interpretações de resultados obtidos, bastante utilizada em fases de análise de dados.

### **3.2. Classificação**

Possui o objetivo de identificar a qual classe um determinado registro pertence. o modelo analisa o conjunto de registros fornecidos, com cada registro já contendo a indicação à qual classe pertence, a fim de 'aprender' como classificar um novo registro (aprendizado supervisionado) [Polloni et al 2004].

### **3.3. Estimação**

Tal tarefa é similar à classificação, no entanto é utilizada quando um registro é identificado por um valor numérico e não um categórico. Possui um foco quantitativo para avaliação, por exemplo, de acordo com um número de compradores de um determinado produto, dizer quanto foi investido, baseado em tal informação pode-se lestimar qual produto poderá dar um certo prejuízo em alguns meses ou dias.

### **3.4. Predição**

A tarefa de predição é similar às tarefas de classificação e estimação, porém ela visa descobrir o valor futuro de um determinado atributo.

### **3.5. Agrupamento (*Clustering*)**

A tarefa de agrupamento visa identificar e aproximar os registros similares. Um agrupamento (ou *cluster*) é uma coleção de registros similares entre si, porém diferentes

dos outros registros nos demais agrupamentos. Esta tarefa difere da classificação pois não necessita que os registros sejam previamente categorizados (aprendizado não-supervisionado). Além disso, ela não tem a pretensão de classificar, estimar ou prever o valor de uma variável, ela apenas identifica os grupos de dados similares [Polloni et al 2004].

### 3.6. Associação

Através da forma: SE atributo  $X$  ENTÃO atributo  $Y$ , identifica a relação entre grupos através de análise de dados, aplicado a áreas como: Segurança, *Market Basket*, Taxonomia de plantas, entre outras.

## 4. Softwares Para Mineração De Dados

Para uma descoberta de conhecimento, bem como o seu respectivo refinamento, existem um quantidade expressiva no mercado, com áreas de atuação diferentes, livres ou “pagos”, complexos ou simples, aplicados em mineração de dados para formalização de perfil, mineração de texto, numérica, processamento de imagens, entre outras. Para a avaliação e análise em processo de pós-compra (objeto de pesquisa do presente trabalho) selecionou-se alguns softwares com alta participação de mercado, são eles: Weka, Oracle Data Mining (ODM), IBM SPSS Modeler e GMDH *Shell*.

### 4.1. WEKA

*Waikato Environment for Knowledge Analysis* – WEKA [Waikato 2004, Witten & Frank 2000] é uma ferramenta de KDD (*Knowledge Discovery in Databases*, ou seja, Descoberta de Conhecimento em Bancos de Dados) que contempla uma série de algoritmos de preparação de dados, de aprendizagem de máquina (mineração) e de validação de resultados [Silva 2004]. WEKA foi desenvolvido na Universidade de Waikato na Nova Zelândia, sendo escrito em Java e possuindo código aberto disponível na Web (ver figura 1), fornecendo funcionalidades para pré-processamento, classificação, regressão, agrupamento, regras de associação e visualização, atualmente faz integra a ferramenta *BI OpenSource Pentaho*.

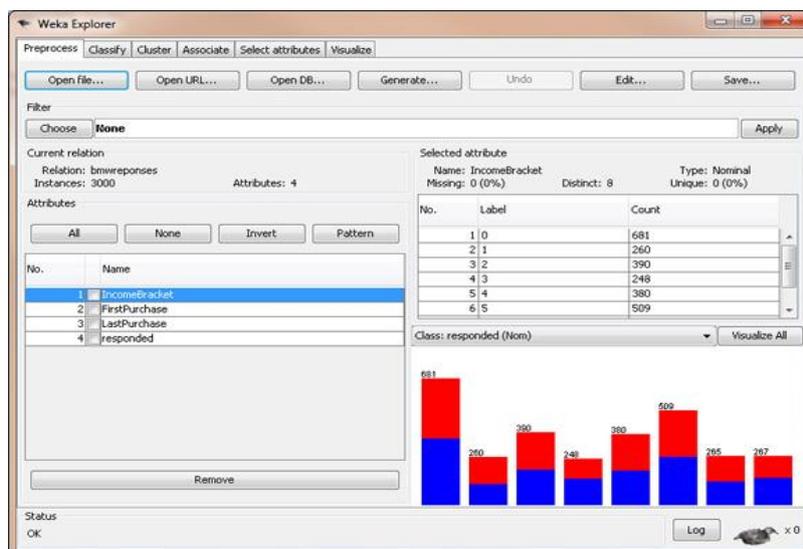


Figura 1. Interface do Weka.

## 4.2. Oracle Data Mining (ODM)

O Oracle Data Mining (ver figura 2) integra o pacote de soluções para base de dados conhecido como Oracle Database 11g Enterprise Edition, onde disponibiliza técnicas para encontrar padrões, prever comportamentos, identificar atributos chave e associações escondidas ou valores anormais. Possui recursos específicos para gerenciamento de desempenho de algoritmos, para que o mesmo possa utilizar o método *dividir para conquistar* frente a situações mais complexas. Suporta técnicas de *supervised* e *unsupervised learning* e inclui algoritmos de Classificação e Regressão, Modelos de *Clustering* e Associações. O ODM é utilizado através de interfaces em SQL (*Structured Query Language*), PL/SQL, Java e Add-Ins para *Excel*

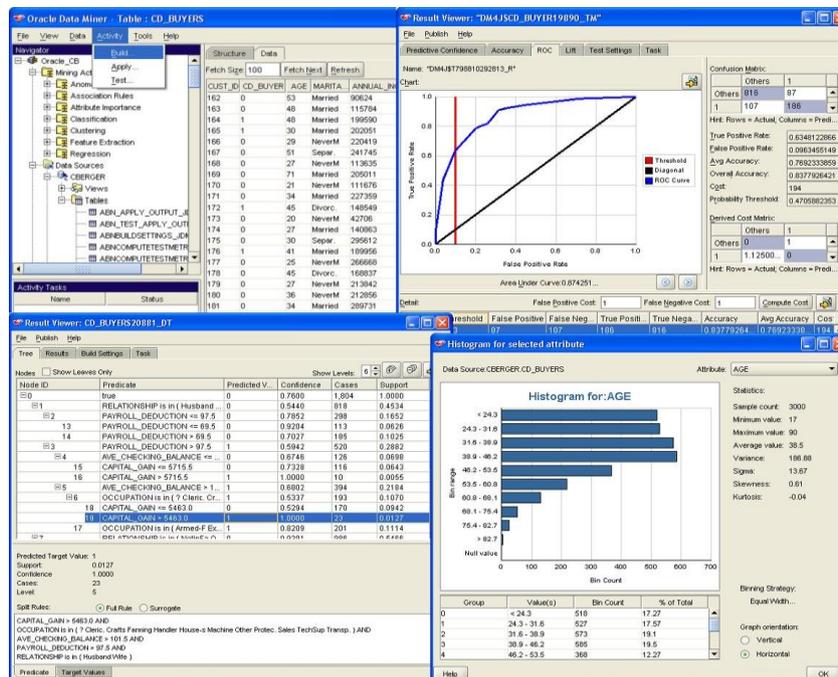


Figura 2. Multi-interface do Oracle Data Mining

## 4.3. IBM SPSS Modeler

O IBM SPSS *Modeler* (ver figura 3) é um software pertencente a IBM (Internacional Business Machines) caracteriza-se por ser uma plataforma de análise de predição que foi desenvolvida para modelar e representar a inteligência em futuras tomadas de decisão por grupos, indivíduos ou sistemas. Fornece vários algoritmos avançados e técnicas que incluem análise de texto, análise de entidades, gestão de decisões e otimização.

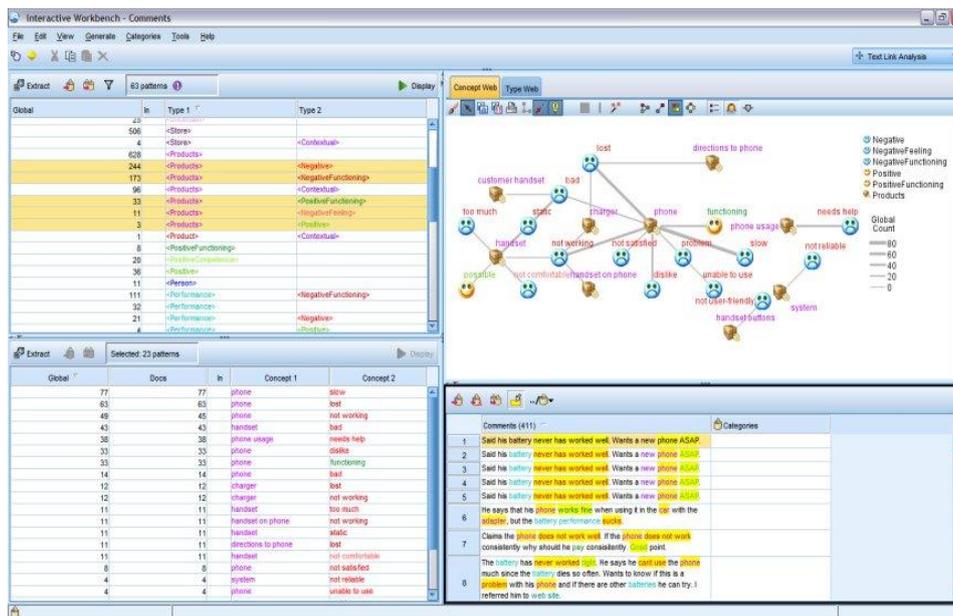


Figura 3. Interface do IBM SPSS Modeler

#### 4.4. GMDH Shell

GMDH Shell (ver figura 4) é uma ferramenta *easy-to-use* para mineração de dados e previsão de conjuntos de dados multi-paramétricos. Ele executa uma otimização estrutural e paramétrica totalmente automático de um modelo, é útil para mineração de dados, análise preditiva, análise de séries temporais, a previsão e descoberta de conhecimento. O *software* combina a tecnologia de aprendizado de máquina bem comprovada e capacidades alargadas para o uso eficaz de *multi-core*, com múltiplos processadores e computadores em *cluster*.

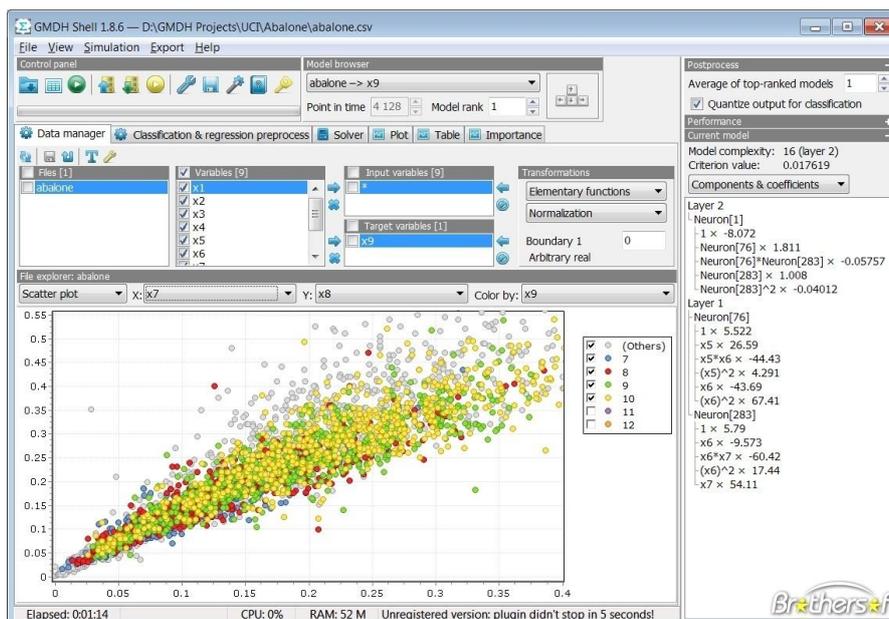


Figura 4. Interface do GMDH Shell

GMDH Shell torna o processamento de dados muito mais fácil, ele é capaz de detectar automaticamente os dados utilizáveis dentro de um arquivo, transformar os dados de acordo com um tipo de problema, descartar entradas irrelevantes e construir um conjunto de modelos preditivos na base de princípios de detecção de complexidade e auto-organização de objetivos.

## 5. Metodologia para Avaliação e Análise

Para formalizar uma avaliação e análise coesa e com resultado minimamente errôneo necessitam-se de parâmetros, definidos para fins de tais testes: (I) Escalabilidade, a capacidade de evolução do software em função do tempo e sua robustez; (II) Usabilidade, disposição das funcionalidades de um *software*; (III) Curva de aprendizagem, nível de adaptação do usuário ao software; (IV) Extensões, se há funcionalidades adicionais em constante desenvolvimento; (V) Licença, participação de alguma comunidade ou anuidades; (VI) Documentação, embasamento teórico em função do *software* em questão, através de *helps*, artigos e patentes.

Para a validação dos parâmetros, e posteriormente os resultados, representa-se o seguinte estudo de caso: dez lojas eletrônicas possuem uma carteira de mil clientes, cada, dos quais duzentos não voltaram a comprar no site, trezentos não visitam o site e quinhentos mantiveram algum tipo de relacionamento. Vinte usuários simularam tal evento em quatro softwares (objetos de estudo deste artigo) e aplicaram “conceitos” de 1 (pior conceito) a 5 (melhor conceito), onde pode-se observar (ver tabela 1) tais resultados das médias:

	Escalabilidade	Usabilidade	Curva de aprendizagem	Extensões	Licença	Documentação
Weka	3,5	4,5	5	4	5	4,5
ODM	3	4	4	4	3	5
IBM SPSS	5	4	4	4,5	3	5
GMDH Shell	4	4,5	3,5	3	3,5	3,5

**Tabela 1. Médias de avaliação baseada em parâmetros**

Baseado em tais testes utilizando parâmetros, seis ao todo. Percebe-se que o *software* Weka possuiu um resultado mais satisfatório que os demais, porém é importante considerar que tal desempenho limitou-se ao estudo de caso com foco em um processo de pós-compra, não levando em consideração qualquer técnica ou algoritmo de mineração de dados, utilizando estritamente recursos e eventos gráficos (GUI, *Graphical User Interface* ou Interface Gráfica com usuário) ou “*click-to-result*”, ou seja, clique e tenha a resposta.

## 6. Conclusão

Percebe-se que tais softwares possuem um desempenho satisfatório, porém possuem certas limitações em requisitos cruciais, principalmente na Licença, que impacta diretamente na participação de uma comunidade ativa ou não, que conseqüentemente enfraquece ou limita a escalabilidade e documentação. É importante ponderar que os softwares aqui avaliados não se limitam exclusivamente ao cenário de um processo de pós-compra, mesmo que baseado nos resultados seja uma importante consideração.

## Referências

- Bramer, M. **Undergraduate Topics in Computer Science - Principles of Data Mining**. Springer, 2007.
- Cabena, P; Hadjinian, P; Stadler, R; Jaapverhees; Zanasi, A. **Discovering Data Mining: From Concept to Implementation**. Prentice Hall, 1998.
- Drucker, P. F. Management: tasks, responsibilities, practices. New York: Harper & Row, 1973.
- Engel, J. F., Blackwell, R. D., Miniard, P. W. Comportamento do consumidor. Rio de Janeiro: LTC, 2000. 8ª edição.
- Fayyad, U; Piatetsky-Shapiro, G; SMYTH, P. **From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases**. American Association for Artificial Intelligence, 1996.
- Hand, D; Mannila, H; Smyth, P. **Principles of Data Mining**. MIT Press, 2001.
- Lovelock, C.; Wright, L. Serviços: marketing e gestão. São Paulo: ed. Saraiva, 2001.
- Mowen, J. C.; Minor, M. S. Comportamento do consumidor. São Paulo: Prentice Hall, 2003.
- Polloni A., Barbieri L., Macedo A. L. A., Souza C. C. M., Maciel J. D., Riccardi R. Q., Garcia M. N., FECAP, 2002. O Comportamento do Consumidor no Pós-Compra – Identificando as Reclamações – Um Estudo Exploratório.
- Olson, D. L; Delen, D. **Advanced Data Mining Techniques**. Springer, 2008
- Silva M. P. S. Mineração de Dados - Conceitos, Aplicações e Experimentos com Weka, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, UERN.
- University of Waikato. Weka 3 – Machine Learning Software in Java. Disponível no site da University of Waikato (2004). URL: <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka>
- Zhou, Z.-H. **Three perspectives of data mining**. Artificial Intelligence Journal, p. 139–146, 2003.
- Kotler, P. Administração de Marketing. São Paulo: ed. Prentice Hall, 2000. 10ª edição.
- Witten, I.; Frank, E. Data Mining – Practical Machine Learning Tools. Morgan Kaufmann, 2000.

# Implantação de um Cluster de alto desempenho utilizando E-Waste

Breno R. de Sá<sup>1</sup>, Fernando B. Matos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos (IF Goiano)  
Caixa Postal 92 – 75650-000 – Morrinhos – GO – Brazil

**Abstract.** *Several educational institutions, have lots of electronic waste available dropped for not meeting the current computational requirements. In parallel, there is deficiency supercomputers for use in distributed processing disciplines and research. The purchase of this equipment does not bring an interesting cost benefit, since they have high cost and maintenance. This article presents a solution that consists of the implementation of a Beowulf cluster using existing computing infrastructure. Thus making it an interesting way to institutions that do not have large financial resources.*

**Resumo.** *Diversas instituições de ensino, possuem grande quantidade de lixo eletrônico disponível descartado por não atender os requisitos computacionais atuais. Em paralelo, existe a deficiência de supercomputadores para uso em disciplinas de processamento distribuído e pesquisas. A compra destes equipamentos não traz um custo benefício interessante, uma vez que possuem elevado custo de aquisição e manutenção. Este artigo apresenta uma solução, que consiste na implantação de um Beowulf cluster utilizando infraestrutura computacional existente. Tornando-se assim uma via interessante, para instituições que não possuem grandes recursos financeiros.*

## 1. Introdução

Existem diversas áreas que demandam por uma carga massiva de processamento ou que possuam serviços críticos que devem estar sempre disponíveis [Pitanga 2003]. Para atender esta demanda à um custo relativamente baixo surgiram os *clusters* computacionais. A quantidade de aplicações dos *clusters* são extensas. Segundo [Pitanga 2008] estas incluem videoconferência, ambientes de trabalho cooperativo, diagnósticos em medicina, base de dados paralelos utilizada para suporte a decisões e gráficos avançados em realidade virtual. A palavra *cluster* significa agrupar ou aglomerar, pode-se considerar como *cluster* dois ou mais computadores interligados para resolver uma tarefa comum [Jardim and Sá 2010]. Assim constituindo uma alternativa interessante para substituir os supercomputadores, que possuem um alto custo de aquisição e manutenção [Leal and Vasconcelos Filho 2011]. Os *clusters* são classificados como Sistemas Distribuídos. Que “é aquele no qual os componentes localizados em computadores interligados em rede se comunicam e coordenam suas ações apenas passando mensagens.” [Coulouris et al. 2007].

A ideia do uso de processamento distribuído não é nova, iniciando na década de 60 com a IBM, que utilizava o sistema HASP (*Houston Automatic Spooling Priority*) e JES (*Job Entry System*) com função de interligar Mainframes [Pitanga 2008]. Entretanto somente em 1994 Donald Becker e Thomas Sterling criaram no CESDIS (*Center of*

*Excellence in Space Data and Information Sciences*) da NASA o *cluster Beowulf*. Este utilizando microcomputadores comuns, os populares PCs [Tonidandel 2008]. Em seu primeiro protótipo o *Beowulf cluster* utilizava 16 computadores interligados. Os computadores possuíam um microprocessador Intel 486DX4, 16 MB de memória RAM, disco rígido de 540MB, ligados por duas interfaces de rede ethernet de 10Mbps [Pitanga 2008]. Ainda segundo [Zacharias 2004] o conjunto atingiu cerca de 70Mflops o que era comparável à de pequenos supercomputadores comerciais. O nome *Beowulf* faz referência ao herói do poema épico de mesmo nome, onde um dos seus principais atributos era o de possuir a força de trinta homens [Oliveira 2010].

Pode-se observar que existem diversas literaturas nacionais que abordam este tema. Marcos Pitanga [Pitanga 2002] cria o projeto Multipinguim visando a computação de alto desempenho e seu estudo. Em [Leal and Vasconcelos Filho 2011] é utilizado um *Beowulf cluster* para simulações de ambientes de rede. Igor Jardim e Paulo Sá [Jardim and Sá 2010] citam que instituições não governamentais e universidades recorrem cada vez mais ao uso de *clusters*. O que pode ser confirmado através dos trabalhos de [Beserra et al. 2014] e [Pinheiro et al. 2013] que implementam *clusters* em instituições de ensino. O trabalho apresentado por [Pinheiro et al. 2013] confecciona um *cluster* com equipamentos legados, porém não realiza testes para seleção do hardware, os nós escravos não possuem discos rígidos, além de utilizar pacotes diferentes dos abordados neste trabalho, como o DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*) e PXE (*Preboot eXecution Environment*). Enquanto que [Beserra et al. 2014] utiliza de forma inteligente os recursos de hardware disponíveis, virtualizando diversos *clusters* nos computadores recuperados. Entretanto, este trabalho não utiliza hardware 100% reaproveitado, visto que foram utilizadas memórias RAM novas.

Neste trabalho, será descrito as principais etapas necessárias para a implantação de um *Beowulf cluster* utilizando hardware destinado ao descarte. Este *cluster* tem como objetivo suprir a demanda existente nas matérias de sistemas distribuídos do IF Goiano – Campus Morrinhos. Visto que não foram encontrados trabalhos científicos que aprofundaram na recuperação do *hardware*. Este trabalho pretende abranger a captação e seleção dos equipamentos utilizados. Ainda será descrito os fatores que levaram a escolha do local ao qual o *cluster* foi implantado.

## **2. A problemática do lixo eletrônico.**

Nos dias atuais, existe uma grande preocupação com o lixo gerado diariamente pela população mundial, principalmente o lixo eletrônico (*E-Waste*). Segundo [Ruscevska et al. 2015] somente no ano de 2014 foram gerados cerca de 41,8 milhões de toneladas de lixo eletrônico que representa cerca de 5,9 quilogramas por pessoa. Ainda segundo [Calvão et al. 2009] cerca de 75% dos computadores vendidos até hoje, são considerados lixo computacional. E segundo um relatório da UNEP (*United Nations Environment Programme*) [PNUMA 2010] o Brasil possui grande potencial para introduzir tecnologias de reciclagem de lixo eletrônico, pois este setor é informal e relativamente pequeno.

No Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, este é um problema crescente. Pois com a troca do parque tecnológico, grande parte do material substituído, foi armazenado para processo de desfazimento. Pode-se também citar os acidentes nas aulas

práticas de manutenção. O que é comum, visto que se está ensinando algo novo ao aluno, que por sua vez nunca desmontou um computador. Uma das problemáticas, é o que fazer com o lixo eletrônico advindo deste mal funcionamento. Pode-se adquirir peças novas e consertá-los, porém a burocracia é grande. Outro caso refere-se ao tempo necessário para que as peças sejam adquiridas, isso se deve ao tramite comum de uma licitação, que é obrigatório em instituições públicas.

De qualquer forma o reparo dos equipamentos requer tempo e planejamento, pois ou se compra o equipamento buscando prever o que necessitará de reparo. Ou aguarda a ocorrência acontecer para requisitar as peças necessárias. Neste caso uma alternativa utilizada é a de abarrotar os depósitos com maquinas defeituosas.

### **2.1. A concepção da ideia.**

Visto a problemática da instituição possuir grande quantidade de *E-Waste* (resíduo eletrônico ou lixo eletrônico) disponível. Existindo em paralelo a necessidade de um supercomputador, ora para o ensino de novas matérias aos alunos da instituição, ora para o cálculo de códigos massivos. Surgiu então a ideia da construção de um *Beowulf cluster* utilizando o lixo eletrônico da instituição. A filosofia utilizada neste *Beowulf cluster* foi inspirada nas apresentadas por [Pitanga 2002] possuindo algumas modificações, segue abaixo as filosofias:

- Fácil manutenção;
- Uso dos equipamentos disponíveis;
- Custo zero de hardware;
- Custo zero de software e ferramentas de apoio.

O trabalho foi iniciado com a procura do que seria o laboratório de pesquisa para a construção do *cluster*. Uma sala antiga próxima a um dos laboratórios de informática foi escolhida. Após a organização da sala foram iniciados os trabalhos de busca dos equipamentos utilizados no *cluster*. Acreditava-se, que seria encontrada pouca quantidade de lixo eletrônico, pois o parque tecnológico da instituição a tempos não era substituído. Entretanto foram encontrados diversos equipamentos, alguns muito antigos e outros recentemente descartados.

### **2.2. Triagem do lixo eletrônico.**

A triagem dos lixos eletrônicos deve ser realizada com bastante cautela. Levando em consideração que foram encontrados equipamentos descartados de diversas formas. Desde aqueles bem-acondicionados, em laboratórios de manutenção e em salas fechadas. Quanto, também foram encontrados equipamentos jogados em galpões, sofrendo a ação de sol, umidade e até mesmo chuva. Este tipo de problemática não é exclusividade deste trabalho, segundo [Pinheiro et al. 2013] os equipamentos encontrados apresentavam problemas semelhantes. O que lhes transpareceram “falta de confiabilidade” no hardware.

Após a pré-seleção dos equipamentos, estes foram levados ao laboratório para uma segunda fase de triagem, limpeza e testes. Após limpeza cada peça foi testada:

- Disco Rígido: todos os discos rígidos foram formatados, após passarem pelo teste de disco do sistema Ubuntu. Em seguida passaram um teste de estresse/benchmark utilizando o software AS SSD Benchmark que verifica a velocidade máxima de leitura e gravação. Durante estes testes deve-se verificar se o HD possui ruídos referentes a cabeça de leitura ou demais componentes;

- Fonte de alimentação: todas as fontes foram testadas através de um multímetro, além de testes conectadas a uma bancada. A fonte deveria suportar no mínimo 10 minutos de funcionamento, sem ruídos nos coolers ou aparentar avarias;
- Memória RAM: todas as memórias RAM foram testadas individualmente, e limpas caso constatada a necessidade. No segundo teste procurava-se problemas de compatibilidade através do uso de múltiplas memórias na mesma placa mãe;
- Processador: Os processadores passaram por limpeza e troca de pasta térmica, além da verificação da qualidade do dissipador utilizado. A temperatura era verificada através da BIOS e deveriam ficar ligados por pelo menos mais de 10 minutos.

Após realizados os testes de bancada, que consistem em testar as peças em computadores abertos. Sendo esta uma técnica utilizada para agilizar o processo de teste. Os computadores em seguida foram montados e novamente passaram por um teste de funcionamento de cerca de 3 à 4 horas. Finalizado o período, os computadores são desligados abruptamente. Logo ligava-se novamente para verificar a temperatura através de sua BIOS. O teste de energia foi realizado, pois a instituição de aplicação se localiza na zona rural e o problema de quedas de energia é frequente. Lembrando que estes testes devem ser realizados afim de encontrar peças defeituosas e atestar o funcionamento do equipamento recuperado. Assim é possível garantir que o *cluster* após implantado deverá funcionar com a ausência de simples defeitos. Pois após a implantação do *cluster* o ideal é que ele funcione “sozinho” sem necessidade de muitas manutenções.

### 2.3. Equipamentos recuperados.

Abaixo segue a lista dos equipamentos recuperados após busca no campus:

- Vinte e seis computadores Itautec com processador Intel Pentium 4 HT, 1 gigabyte de memória RAM do tipo DDR, disco rígido com 40 gigabytes de armazenamento;
- Um servidor tipo torre com processador Intel Celeron D com 4 gigabytes de memória RAM do tipo DDR2, disco rígido com 160 gigabytes de armazenamento;
- Um notebook Acer com 128 megabytes de memória RAM, disco rígido de 10 gigabytes de armazenamento, processador Intel Pentium 3, placa de vídeo ATI Rage de 8 megabytes e carregador;
- Foram construídos dois computadores com processador Intel Dual Core, 4 gigabytes de memória RAM do tipo DDR2, placa de vídeo de 512 megabytes, 5 discos rígidos de 80 gigabytes totalizando 400 gigabytes de armazenamento, placa externa de rede 10/100/1000 Mbps (megabites por segundo) e leitora/gravadora de DVD;
- Foi construído um computador com Processador Pentium 4 HT, 4x512MB Totalizando 2GB de RAM do tipo DDR, Placa de Vídeo Nvidia MSI 128 megabytes, 5 discos rígidos de 80 gigabytes totalizando 400 gigabytes de armazenamento, placa externa de rede 10/100/1000 Mbps (megabites por segundo) e leitora/gravadora de DVD;
- Três nobreaks Engetron senoidal inteligente de 3kVa.

Na Table 1, demonstramos os quantitativos de hardware encontrados (Qtd encontrada) pelo quantidade de hardware recuperados (Qtd recuperada), bem como a porcentagem (%):

**Table 1. Itens encontrados vs. recuperados**

Item	Qtd encontrada	Qtd recuperada	%
Fonte de alimentação	79	59	74,7%
Disco rígido	86	69	80,2%
Memória RAM	64	60	93,3%
Placa Mãe	35	28	80%
Processador	35	29	82,9%

Lembrando que outros equipamentos foram encontrados, como mouses, teclados, impressoras, cabos, coolers, dentre outros. Esta tabela não engloba o item servidor tipo torre, pois este foi doado na íntegra pela Gerencia de Tecnologia da Informação.

### 3. Softwares utilizados.

O sistema operacional escolhido foi o Ubuntu server em sua versão 14.04LTS, sua escolha se deve ao fato de não utilizar interface gráfica, visto que os nós escravos não necessitam de monitores para execução, assim tornando desnecessário uso deste tipo de interface. Além de possuir acesso a informações facilitado por meio de seu site, possuindo documentação *off-line* em português. Abaixo segue a lista de pacotes utilizados para a configuração do *cluster*:

- Pacote lam-mpidoc este pacote contém as descrições da MPI;
- Pacote lam-runtime LAM (Local Multicomputer Area) é uma implementação open source do MPI;
- Pacote lam4-dev LAM (Local Multicomputer Area) é uma implementação open source do MPI que provê os cabeçalhos de desenvolvimento e arquivos relacionados;
- Pacote mpich-bin é a implementação do sistema de computação paralela MPI (Message Passing Interface);
- Pacote libmpich1.0-dev compõe bibliotecas estáticas e arquivos de desenvolvimento;
- Pacote libmpich1.0gf é a biblioteca runtime compartilhada do mpich;
- Pacote rsh-client programa de cliente para conexões de shell remoto;
- Pacote rsh-server programa de server para conexões de shell remoto;
- Pacote nfs-kernel-server este pacote contém o suporte em espaço de usuário necessário para uso do servidor NFS de núcleo kernel;
- Pacote nfs-common (somente nos escravos) suporte a NFS comuns ao cliente e ao servidor.

A Biblioteca MPI (*Message Passing Interface*) é referenciada pelos pacotes lam-mpidoc, lam-runtime, lam4-dev e mpich-bin, pode ser definida como o coração do *cluster*. O MPI é responsável pela troca de mensagens, ela otimiza a comunicação e aumenta o desempenho computacional das máquinas. O MPI surgiu da necessidade de se resolver alguns problemas relacionados à portabilidade existentes entre as diferentes plataformas [Leal and Vasconcelos Filho 2011]. Esta biblioteca permite o uso de linguagens de programação sequencial como C, C++ ou Fortran [Tonidandel 2008]. Em seu funcionamento o MPI envia uma cópia do código fonte para cada escravo e um nome, e cada escravo começa a execução de um programa a partir da primeira linha de comando e segundo [Jardim and Sá 2010] utilizam as seguintes regras:

- O escravo primeiro deve executar as linhas de comando não nomeadas;
- Executar cada linha nomeada com o mesmo nome do escravo;
- Um escravo não deve executar algo destinado a outro escravo.

Os pacotes *rsh-client* e *rsh-server*, permitem que o server execute os comandos nos nós constituintes, sem que haja a necessidade de autenticação manual por parte dos nós. O pacote *libmpich1.0-dev* contém códigos para execução de testes *cluster*. Os pacotes *nfs-kernel* e *nfs-common* permitem o compartilhamento de arquivos entre os computadores existentes no *cluster*.

#### 4. Implantação do *cluster* ambiente de teste

Antes da implantação do sistema nos computadores físicos, foi preferível a pré-configuração dos sistemas, através de máquinas virtuais, a decisão foi tomada de acordo com os seguintes critérios:

- Entrega de sistema enxuto: configurando o sistema em máquinas virtuais, existe uma maior facilidade de mudar a versão utilizada, refazer as máquinas quando necessário, além de facilitar a realização de backups. Assim encontrando uma configuração mais próxima do desejado em menor tempo;
- Mitigação de problemas naturais: uma vez que o laboratório de pesquisas possui diversas infiltrações, comprometendo a confiabilidade do local, uma vez que existe a possibilidade de danos às máquinas de testes;
- Testes de diferentes configurações: com as máquinas virtuais, é possível simular diversos ambientes de rede, inclusive aplicando configurações de hardware distintas entre os nós;
- A pesquisa pode ser realizada em qualquer hora ou lugar: uma vez instalado no notebook do pesquisador, a pesquisa pode ser realizada a qualquer momento e em qualquer lugar. Visto que o Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos se localiza fora da cidade, e seu acesso é restrito aos finais de semana e feriados.

Ressaltando que os testes de configuração do ambiente *cluster*, foram realizados no computador pessoal do pesquisador, assim mantendo a filosofia adotada no projeto de custo zero. Configuração da máquina hospedeira:

- Hardware da máquina hospedeira: processador Intel Core i7-2670QM possuindo 4 núcleos e 4 threads, 8GB de memória RAM e 250GB de SSD;
- Sistema Operacional base: Windows 8.1, a licença é gratuita através de uma parceria do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos com a Microsoft;
- Máquina virtual utilizada: Hyper-v, máquina virtual presente de forma nativa no Windows 8.1.

Configuração das VMs de teste:

- Hardware cedido VM Mestre: um núcleo de processamento, 1GB de RAM e 10 GB de SDD, placa de rede virtual WAN e placa de rede virtual para rede interna do *cluster*;
- Hardware cedido VM Escravo: um núcleo de processamento, 512MB de RAM e 10 GB de SDD, placa de rede virtual WAN e placa de rede virtual para rede interna do *cluster*;
- Sistema Operacional: Ubuntu Server 14.04LTS.

## 5. Implantação do *cluster* ambiente real

Após, constatação que todas as configurações foram feitas corretamente, e que o sistema estava finalmente preparado para a implementação, foi decidido replicar o modelo para as máquinas reais, o local decidido para implantação foi o *Data Center* da instituição por possuir os seguintes requisitos:

- Temperatura controlada: o data center da instituição possui dois aparelhos de refrigeração fornecendo redundância, caso ocorram problemas em finais de semana ou feriados;
- Piso elevado: graças ao piso elevado, todo o cabeamento estruturado, bem como rede elétrica, fica bem acondicionada, permitindo melhor acesso a tomadas, pois estas estão disponíveis em diversos lugares abaixo do piso;
- Energia estabilizada: A corrente elétrica do *Data Center*, está estabilizada em 220V, não existindo oscilações na rede;
- Nobreaks: atualmente o *Data Center* dois nobreaks, ambos de 20Kva, trabalhando em redundância, assim garantindo uma disponibilidade de cerca de uma hora e meia, após queda de energia;
- Rack para instalação adequado: foi disponibilizado para a pesquisa um Rack IBM para alocação dos computadores, assim atendendo os requisitos iniciais de implantação.

A primeira configuração do *cluster*, foi realizada em três computadores, podendo ser escalonada, na medida do possível, as configurações dos computadores são:

- Dois computadores Itautec com processador Intel Pentium 4 HT, 1 gigabyte de memória RAM do tipo DDR, disco rígido com 40 gigabytes de armazenamento;
- Um servidor tipo torre com processador Intel Celeron D com 4 gigabytes de memória RAM do tipo DDR2, disco rígido com 160 gigabytes de armazenamento.

Para interligar os computadores foram utilizados:

- Um switch 3com de 48 portas 10/100Mbps, reaproveitado;
- Cabos de rede patch cords cat.5e blindados, reaproveitados.

## 6. Conclusão.

Através do trabalho apresentado pode-se concluir que é possível construir um *cluster* computacional, utilizando somente lixo eletrônico reciclável. Possibilitando assim grande diminuição do impacto ambiental. Levando em consideração que a instituição possuía grande quantidade de lixo eletrônico em deterioração abarrotando os depósitos e galpões. Tal material possui substâncias tóxicas e cancerígenas, caracterizando um risco se mal administrado. Além de não possuir futuro certo, incomodando visualmente ambientes públicos, como laboratórios de estudos. As peças sobressalentes reaproveitadas, foram disponibilizadas para a Gerência de Tecnologia da Informação utiliza-las.

As vantagens de tal conquista no âmbito acadêmico são nítidas, os materiais defeituosos e antigos ficaram à disposição das aulas de manutenção, para o aprendizado dos alunos. Além que agora os alunos poderão implementar os códigos estudados em suas disciplinas. Como por exemplo seu uso para resolução de problemas complexos como os NP completos. Novos projetos de pesquisa como comparativos de desempenho

e consumo energetico entre *clusters* reais e *clusters* virtualizados. Testes de desempenho em relação ao quantitativo de nós habilitados na execução do código. Gerenciamento de trafico da rede de um *cluster*. Ainda projetos de extensão, como elaboração de um grupo de estudo para programação distribuida. E a criação de um museu eletrônico, com os equipamentos antigos recuperados. agora são possíveis abrindo novas possibilidades de publicações. Trazendo assim resultados positivos ao IF Goiano - Campus Morrinhos.

## References

- Beserra, D., Karman, R., Oliveira, F., Borba, A., Araujo, J., Araújo, A., and Fernandes, F. (2014). Utilização de hardware legado para o ensino de cad. *International Journal of Computer Architecture Education (IJCAE)*.
- Calvão, A. M., Rose, D. E., Ribeiro, D. d. S., Almeida, M. H. B. D., Almeida, R. L., and Lima, R. L. (2009). O lixo computacional na sociedade contemporânea. *I ENINED - Encontro Nacional de Informática e Educação*.
- Coulouris, G., Dollimore, J., and Kindberg, T. (2007). *Sistemas Distribuidos Conceitos e Projeto*. Bookman, 4th edition.
- Jardim, I. L. d. C. and Sá, P. S. S. (2010). Aplicabilidade de um sistema em cluster. *Revista das Faculdades Integradas Claretianas*, (3).
- Leal, L. B. and Vasconcelos Filho, F. X. d. (2011). Uma abordagem para alta demanda de processamento utilizando cluster de beowulf.
- Oliveira, J. B. d. (2010). Paganismo e cristianismo no poema beowulf. *Brathair*.
- Pinheiro, D. R. S., Ângelo C.S. de Medeiros, de A. Barbosa, L. P., Medeiros, J. P. S., and Neto, J. B. B. (2013). Reutilização de equipamento legado na criação de um cluster. In de Castro, A. F., editor, *Reutilização de equipamento legado na criação de um cluster*, pages 145–150.
- Pitanga, M. (2002). Supercomputadores caseiros: Construindo cluster com linux. <http://www.clubedohardware.com.br/artigos/supercomputadores-caseiros-construindo-clusters-com-o-linux/370/3>.
- Pitanga, M. (2003). Computação em cluster. <http://www.clubedohardware.com.br/artigos/computacao-em-cluster/153/3>.
- Pitanga, M. (2008). *Construindo supercomputadores com Linux*. Brasport, 3th edition.
- PNUMA (2010). Urgent need to prepare developing countries for surge in e-wastes. <http://goo.gl/7PcNR2>.
- Ruscevska, I., Nellemann, C., Isarin, N., Yang, W., Liu, N., Yu, K., Sandnæs, S., Olley, K., McCann, H., Devia, L., Bisschop, L., Soesilo, D., Schoolmeester, T., Henriksen, R., and Nilsen, R. (2015). Waste crime waste risks: Gaps in meeting the global waste challenge. Technical report, UNEP.
- Tonidandel, D. A. V. (2008). Manual de montagem de um cluster beowulf sob a plataforma gnu/linux. Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP.
- Zacharias, D. C. (2004). Funcionamento de um cluster linux. <http://www.vivaolinux.com.br/artigo/Funcionamento-de-um-cluster-Linux>.

# IPSS: Uma Plataforma de *Middleware* para Distribuição de Informações em *Smart Spaces*

Marcos Alves Vieira<sup>1,2</sup>, Ernesto Fonseca Veiga<sup>1</sup>,  
Leandro Alexandre Freitas<sup>1</sup>, Sergio T. Carvalho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Informática – Universidade Federal de Goiás (UFG)  
Goiânia – GO – Brasil

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano)  
Iporá – GO – Brasil

{marcosalves, ernestofonseca, leandroalexandre, sergio}@inf.ufg.br

**Abstract.** *This paper proposes a middleware focused on the distribution of information in ubiquitous environments. The architecture of the Information Provider for Smart Spaces (IPSS) provides services that can be used by applications that need to provide and obtain information. The solution for the provision of information in smart spaces assumes that each individual has interests in particular topics. Therefore, we built a model of information distribution based on the interests of each user. An application was developed as proof of concept, using the IPSS. In this application, the focus is the provision of information in an academic environment.*

**Resumo.** *Este artigo propõe um middleware focado na distribuição de informações em ambientes ubíquos. A arquitetura do Information Provider for Smart Spaces (IPSS) fornece serviços que podem ser usados por aplicativos que precisam fornecer e obter informações. A solução para a disponibilização de informações em espaços inteligentes assume que cada indivíduo tem interesses em tópicos específicos. Dessa forma, foi construído um modelo de distribuição de informações a partir dos interesses de cada usuário. Um aplicativo foi desenvolvido como prova de conceito, usando o IPSS. Nesta aplicação, o foco é o fornecimento de informações em um ambiente acadêmico.*

## 1. Introdução

Nos dias de hoje, as pessoas são cada vez mais expostas a informações indesejadas pelas mais diversas formas de mídia, tais como propagandas de produtos, reportagens jornalísticas e outros tipos de divulgação em geral [Hlavac and Schaefer 2013]. Grande parte das informações recebidas não são úteis ou de interesse dessas pessoas, tomando seu tempo e não trazendo nenhum tipo de benefício. Por outro lado, cada indivíduo, de forma particular, possui interesse em determinadas informações que são relevantes para o seu dia a dia, sejam estas relativas à sua vida pessoal ou profissional.

Objetivando que as informações de interesse cheguem ao usuário de forma transparente e tirando proveito da crescente popularização dos dispositivos computacionais móveis, tais como *smartphones* e *tablets*, este artigo apresenta a proposta do *middleware Information Provider for Smart Spaces (IPSS)*, que se vale de características da

computação ubíqua, tais como mobilidade e sensibilidade ao contexto, para fornecer serviços de distribuição de informações. Os serviços do IPSS podem ser utilizados por aplicações que necessitem de primitivas para disponibilizar e obter informações, para os mais diversos propósitos, auxiliando dessa forma no aspecto de comunicação em *smart spaces* (espaços inteligentes).

O IPSS foi implementado na linguagem Java, utilizando o *middleware* de comunicação *Java Message Service* (JMS) e o *broker* de mensagens *Apache ActiveMQ*. Como prova de conceito, uma aplicação para disponibilização de informações em ambientes acadêmicos também foi desenvolvida a partir da *Application Programming Interface* (API) do IPSS.

O restante deste trabalho está estruturado como se segue. A Seção 2 apresenta os conceitos de computação ubíqua, *smart spaces* e *middleware* para computação ubíqua, nos quais este trabalho está fundamentado. A Seção 3 descreve a arquitetura do IPSS, bem como os serviços oferecidos. A Seção 4 apresenta, como prova de conceito, uma aplicação que utiliza a API do IPSS para disponibilização de informações em um *smart space* que representa uma instituição de ensino. A Seção 5 trata os trabalhos relacionados. Por fim, na Seção 6, são apresentadas as conclusões do trabalho realizado, além das perspectivas de trabalhos futuros.

## 2. Fundamentos

Esta seção apresenta brevemente alguns dos fundamentos teóricos nos quais um *middleware* para computação ubíqua se baseia.

### 2.1. Computação Ubíqua

O termo e a ideia de Computação Ubíqua tomaram forma a partir da visão de Mark Weiser [Weiser 1991], o qual vislumbrou a possibilidade de tornar a utilização da computação invisível ao usuário, fundindo-a com elementos do dia a dia, ou seja, fazendo com que o usuário não precise perceber a tecnologia para aproveitar seus benefícios. Segundo este conceito, a computação estaria permeada nos objetos do ambiente físico do usuário, não requerendo dispositivos computacionais tradicionais para a interação, tais como teclado e *mouse*. Segundo Weiser, na computação ubíqua o foco do usuário sai do dispositivo computacional que ele manipula e passa para a tarefa ou a ação a ser realizada.

### 2.2. Smart Spaces

Um *Smart Space* é uma área física delimitada, como uma sala, prédio ou bloco, permeada com serviços computacionais que orquestram a infraestrutura existente no ambiente [Coulouris et al. 2011, Román et al. 2002, Singh et al. 2006]. Por exemplo, foi utilizado para este trabalho o ambiente de instituições de ensino como *smart space*, onde as informações devem chegar de forma transparente aos dispositivos dos usuários, que podem ser dos tipos aluno e professor.

Para gerenciar, organizar e configurar os serviços que permeiam os *smart spaces*, são utilizadas as plataformas de *middleware* [Román et al. 2002, Sousa and Garlan 2002, Xu et al. 2003]. O foco principal dessas plataformas é fornecer serviços que integrem o usuário ao ambiente, especificando e distribuindo serviços pela infraestrutura do espaço inteligente com o objetivo de realizar a imersão do usuário no ambiente físico [Junior et al. 2013].

### 2.3. *Middleware* para Computação Ubíqua

O termo *middleware* se refere ao *software* e às ferramentas que objetivam esconder a complexidade e heterogeneidade do *hardware* e plataformas de rede subjacentes, além de facilitar o gerenciamento de recursos do sistema e aumentar a previsibilidade das execuções da aplicação [Raychoudhury et al. 2012].

O objetivo de um *middleware* para computação ubíqua é combinar as necessidades da aplicação com os recursos disponíveis, garantindo assim, qualidade e eficiência na utilização destes recursos.

A utilização de uma plataforma de *middleware* para computação ubíqua deve apresentar meios de permitir interconectar, gerenciar e orquestrar todos os dispositivos, tecnologias e funcionalidades presentes no *smart space*, além de garantir que problemas que porventura venham a ocorrer sejam tratáveis.

## 3. IPSS: Information Provider for Smart Spaces

O IPSS é um *middleware* que se vale das características da computação ubíqua, tais como mobilidade e sensibilidade ao contexto, para fornecer serviços de distribuição de informações em *smart spaces*. As próximas subseções detalham a sua arquitetura.

### 3.1. Distribuição de Informações em *Smart Spaces*

A plataforma IPSS visa implementar duas primitivas de distribuição: *disponibilizar e obter informações*. Para que a comunicação ocorra e, por conseguinte, a distribuição de informações, deve haver um emissor e, pelo menos, um receptor definidos. No escopo deste trabalho, o emissor é caracterizado como *publicador* e os receptores como *assinantes*. O papel do publicador é desempenhar a primitiva de *disponibilizar informações*, enquanto o papel do assinante se refere à primitiva *obter informações*. Toda informação é enviada por um publicador para um determinado tópico criado previamente. Apenas os assinantes que optaram por obter informações deste tópico, e o fizeram antes do envio da informação por parte do publicador, a receberão. Um publicador pode disponibilizar informações para um ou mais tópicos, enquanto que um assinante pode obter informações de um ou mais tópicos.

Para o IPSS, **informação** é qualquer tipo de mensagem que se queira transmitir, sendo esta manipulável apenas pela aplicação que utiliza o *middleware*. Em outras palavras, a informação transmitida é opaca à plataforma de *middleware* e sua função se restringe a fazer com que esta mensagem transite do publicador para o(s) assinante(s).

Dentre os tipos de mensagens que podem ser transmitidas pelo IPSS, encontram-se: mensagens de texto plano, arquivos XML, *slides* de apresentações (e.g. PPT, PPTX, ODP), arquivos PDF, dentre outros, além de qualquer outro objeto serializável.

### 3.2. Arquitetura

A arquitetura definida para o IPSS é baseada no modelo de notificação de eventos *publish/subscribe*, onde os dispositivos dos usuários podem tanto se inscrever como publicadores, disponibilizando informações em um *broker de mensagens*, como também se inscrever como assinantes, obtendo assim as informações publicadas.

Na arquitetura do IPSS, os serviços são oferecidos por gerentes, que colaboram entre si, implementando funcionalidades específicas no âmbito da distribuição de informações. Essa separação visa tornar a arquitetura proposta modular e flexível, através do desacoplamento dos serviços, de maneira que possam ser oferecidos por gerentes independentes. O conjunto dos serviços e, por consequência, dos gerentes, compõe a plataforma IPSS.

A visão geral da arquitetura do IPSS é mostrada na Figura 1. Ao centro, o *middleware* IPSS, composto pelos gerentes de usuário, de eventos e de comunicação. Na camada imediatamente abaixo do IPSS, encontra-se o *middleware* de comunicação, que fornece suporte ao modelo *publish/subscribe*. Abaixo do *middleware* de comunicação encontra-se o ambiente de execução, e, acima do IPSS, as aplicações que utilizam sua API.

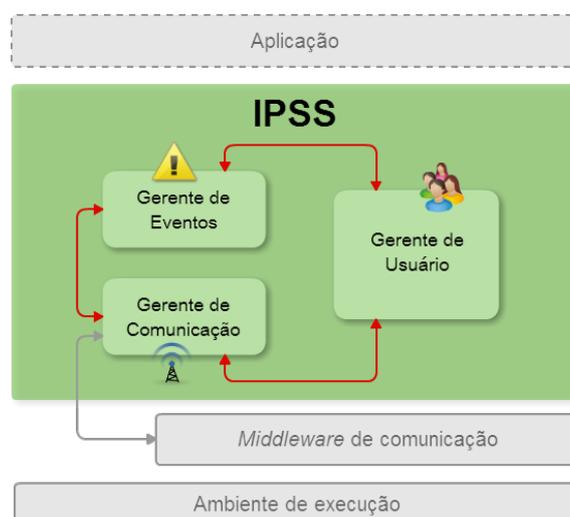


Figura 1. Visão geral da arquitetura do IPSS.

Os gerentes situam-se entre a aplicação e o ambiente de execução da plataforma do dispositivo, bem como sobre um *middleware* de comunicação, que faz a interligação entre a plataforma IPSS e o *broker*. O *middleware* de comunicação tem como objetivo fornecer a infraestrutura para o envio de informações, seja dos dispositivos dos usuários para o *broker* ou do *broker* para os dispositivos. Por meio dos serviços oferecidos pelo conjunto de gerentes e do *middleware* de comunicação, o IPSS oferece uma interface de alto nível para o envio e recebimento de informações em *smart spaces*.

Foram definidos três gerentes para o IPSS: gerente de comunicação, gerente de usuário e gerente de eventos. Os serviços oferecidos por estes gerentes são especificados a seguir:

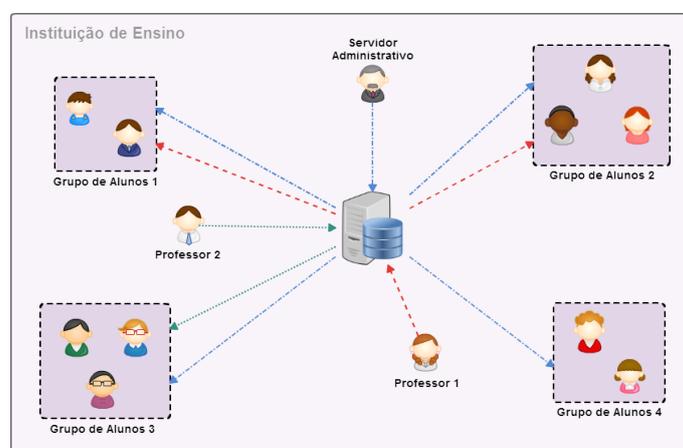
- **Gerente de Comunicação:** Permite que os usuários enviem e recebam informações dos tópicos nos quais são, respectivamente, publicadores e assinantes. É responsável pela conexão entre o IPSS e o *broker* de mensagens, sendo que essa conexão é realizada através de um *middleware* de comunicação externo ao IPSS. O *middleware* de comunicação é o responsável por fornecer a base do modelo de eventos, permitindo dessa forma a implementação de publicadores e assinantes e a entrega confiável de mensagens.

- Gerente de Usuário:** Fornece operações para a criação e exclusão de usuários que podem ser do tipo *publicador* ou *assinante*. Para os usuários publicadores, são associados os tópicos do *broker* de mensagens, nos quais estes poderão publicar. Para usuários do tipo assinante, são definidos os tópicos de interesse, cujos eventos serão monitorados por uma interface associada ao assinante. Cabe à aplicação que utilizar a API do IPSS, definir se o usuário poderá assumir a função de publicador ou assinante, ou eventualmente as duas.
- Gerente de Eventos:** Fornece uma interface para monitoramento de eventos no *broker* de mensagens, notificando as aplicações quando há novas publicações nos tópicos do *broker* assinados por um usuário. O gerente de eventos atua de forma específica sobre os usuários do tipo assinante, monitorando seus tópicos de interesse e notificando quando há novos eventos (publicação de informações) nestes tópicos de forma *assíncrona*, ou seja, caso o usuário não esteja conectado no momento da publicação ele será notificado na primeira oportunidade em que este se conectar.

#### 4. Prova de Conceito

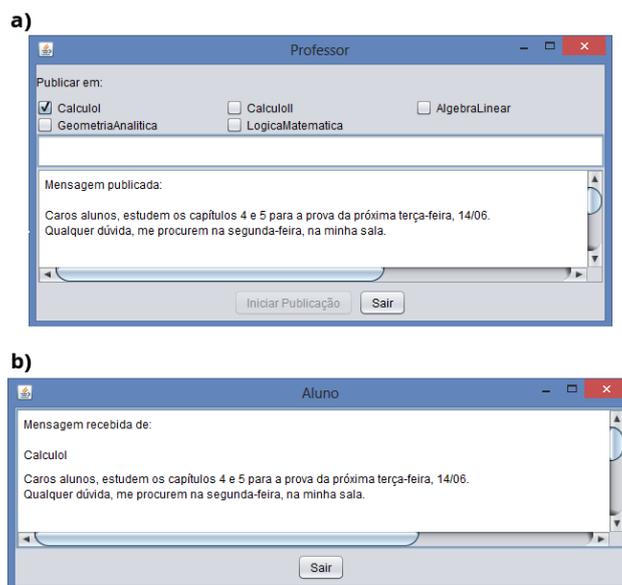
A plataforma de *middleware* IPSS foi implementada utilizando a linguagem de programação Java e o *middleware* de comunicação *Java Message Service* (JMS). Como *broker* de mensagens, oferecendo a base para o envio e recebimento de informações, foi utilizado o *Apache ActiveMQ*.

Como prova de conceito, foi desenvolvida uma aplicação para distribuição de informações em ambientes acadêmicos, utilizando a linguagem Java e a API do IPSS. Ela se baseia no cenário apresentado pela Figura 2, em que um *smart space* representa uma instituição de ensino na qual existem três usuários publicadores, sendo dois professores e um servidor administrativo. O Professor 1 publica uma mensagem em um tópico do *broker* de mensagens que é assinado por alunos dos Grupos 1 e 2. Já o Professor 2, publica em um tópico assinado apenas por alunos do Grupo 3. O Grupo de Alunos 4 recebe somente as mensagens do Servidor Administrativo, que publica em um tópico de informações diversas da instituição, assinado por todos os alunos.



**Figura 2. Cenário de aplicação do IPSS utilizando a aplicação para distribuição de informações em instituições de ensino.**

A Figura 3(a) mostra a interface gráfica da aplicação do usuário publicador, neste caso um professor, que permite a disponibilização de informações. A Figura 3(b) apresenta a interface gráfica da aplicação do aluno, no momento em que esta recebe uma notificação de publicação no tópico Cálculo I. Nesta aplicação, o professor pode escolher um ou mais tópicos para publicar as informações, que serão recebidas pelos alunos que assinam este tópico. Neste caso em particular, a aplicação está sendo utilizada por um professor de matemática que ministra diversas disciplinas. Essa figura mostra uma publicação realizada no tópico referente à disciplina de Cálculo I.



**Figura 3. Telas da aplicação no dispositivo do aluno (a) e do professor (b).**

A aplicação desenvolvida trabalha de maneira assíncrona, ou seja, os usuários assinantes recebem as informações publicadas nos seus tópicos de interesse no momento em que se conectam ao *broker*, não necessitando estar conectados no momento da publicação.

## 5. Trabalhos Relacionados

O foco do *middleware* IPSS é o compartilhamento de informações em ambientes ubíquos. Nesta seção são discutidos alguns trabalhos relacionados ao *middleware* IPSS.

Gaia [Román et al. 2002] é um *middleware* que visa orquestrar os serviços de um *smart space* através do gerenciamento e coordenação dos recursos, entidades de *software* e dispositivos heterogêneos que o compõem. Este é um artigo clássico da área, pois concretiza a visão de ubiquidade proposta por Mark Weiser [Weiser 1991].

Em [Mareli et al. 2013], os autores propõem um *framework* que oferece abstrações para facilitar o desenvolvimento, teste e execução de aplicações ubíquas em *smart spaces*, além de lidar com problemas recorrentes da área, tais como: *i)* heterogeneidade dos dispositivos; *ii)* variedade de informações de contexto e serviços; e *iii)* disponibilidade de recursos. A fim de testar a proposta, foi utilizada uma plataforma chamada *SmartAndroid*.

O *Ubiquitous Computing for Learning Environments* (UCLE) [Junior et al. 2012] é um *middleware* de movimentação de conteúdo que se baseia em três primitivas prin-

cipais: mover, clonar e espelhar. Estas primitivas tornam transparentes as tarefas de compartilhamento de conteúdo em aplicações colaborativas, ao abstrair problemas como modelos diferentes de comunicação, concorrência e representação externa do conteúdo.

O *Multimodal Interagent Communication Architecture* (MICA) [Kadous and Sammut 2004] é um *middleware* para computação ubíqua que tem por objetivo o compartilhamento de informações, a aprendizagem das preferências e a interação entre os usuários através de diversos dispositivos e modalidades. O MICA trabalha com o conceito de quadro-negro, que é uma estrutura global e centralizada, por onde todas as interações entre os usuários passam.

O Gaia e o *framework* apresentado por Mareli *et al.* introduzem um mecanismo mais abrangente para o gerenciamento dos dispositivos que compõem o *smart space* e as interações entre estes dispositivos. Contudo, o segundo trabalho possui um viés de automação e monitoramento de ambientes, que se assemelha ao IPSS no sentido de que as ações são disparadas somente se as regras definidas pelos usuários forem satisfeitas. Em outras palavras, os usuários só serão afetados por ações que lhe forem pertinentes, assim como ocorre com os usuários do IPSS que somente recebem informações em tópicos assinados previamente por eles.

O UCLE e o MICA apresentam *middlewares* para compartilhamento de conteúdo em *smart spaces*. O UCLE define três primitivas para movimentação de conteúdo e apresenta uma arquitetura que as tornam possível. O MICA possibilita que seus agentes recebam notificações sobre objetos de seu interesse colocados no quadro-negro. Esta característica se assemelha ao modelo proposto pelo IPSS.

A principal vantagem que o IPSS traz é a transparência para o desenvolvedor, no que diz respeito especificamente à construção de aplicações baseadas nas primitivas *obter* e *disponibilizar* informações. Isso possibilita a programação em alto nível para a criação de usuários publicadores e assinantes, e para a utilização dos serviços de disponibilizar e obter informações em ambientes ubíquos. A API do IPSS oculta do desenvolvedor a complexidade e os detalhes da implementação da plataforma adjacente, tais como as tecnologias utilizadas para interconectar os publicadores e os assinantes, o *middleware* de comunicação e o sistema de *broker*, permitindo que seu foco seja orientado para a lógica de negócio da aplicação.

## 6. Conclusão

O *Information Provider for Smart Spaces* (IPSS) é uma plataforma de *middleware* para distribuição de informações em *smart spaces*. A arquitetura apresentada neste artigo é composta por três gerentes que, de forma conjunta, oferecem os serviços do IPSS: *Gerente de Usuário*, *Gerente de Comunicação* e *Gerente de Eventos*.

Para validar a plataforma de *middleware* proposta, foi desenvolvida uma aplicação voltada para a distribuição de informações em instituições de ensino. Esta aplicação utiliza os serviços e primitivas do IPSS por meio da sua API, para definir usuários publicadores, como professores e servidores administrativos, e usuários assinantes, como alunos.

O próximo passo neste trabalho refere-se ao desenvolvimento de um *Gerente de Contexto*, responsável pela captura, processamento e disponibilização de informações de contexto provenientes do ambiente físico. Dentre as informações que poderiam ser

disponibilizadas, encontram-se: *i*) a localização do usuário; *ii*) os recursos dos dispositivos; e *iii*) os dados de sensores e atuadores que constituem o *smart space*. Essas informações de contexto poderiam ser utilizadas para desenvolver aplicações que se adaptem às características particulares de cada usuário ou dispositivo.

Outro trabalho futuro relevante seria a avaliação do IPSS em diferentes cenários, tanto em pequena quanto em larga escala. A partir desta avaliação, métricas poderiam ser definidas para a comparação do modelo proposto com outros modelos disponíveis, como, por exemplo, comparar o tempo, a facilidade de desenvolvimento e a utilização de uma aplicação concebida com base nos serviços disponibilizados pelo IPSS, com a mesma aplicação construída utilizando diretamente os serviços do JMS.

## Referências

- Coulouris, G. F., Dollimore, J., Kindberg, T., and Blair, G. (2011). *Distributed Systems: Concepts and Design*. International computer science series. Addison-Wesley.
- Hlavac, R. and Schaefer, M. (2013). The social media revolution as theorized by “the cluetrain manifesto”. *Journal of Integrated Marketing Communications*.
- Junior, M. P. R., Freitas, L. A., Massarani, M. A. L., Rocha, R. C., and Costa, F. M. (2012). Ucle: Um middleware de computação ubíqua para compartilhamento de conteúdo em salas de aula inteligentes. *Simpósio Brasileiro de Computação Ubíqua e Pervasiva – SBCUP*.
- Junior, M. P. R., Massarani, M. A. L., Freitas, L. A., da Rocha, R. C. A., and Costa, F. M. (2013). C3s: a content sharing middleware for smart spaces. *Workshop on Pervasive Collaboration and Social Networking*.
- Kadous, M. and Sammut, C. (2004). Mica: pervasive middleware for learning, sharing and talking. In *Pervasive Computing and Communications Workshops, 2004. Proceedings of the Second IEEE Annual Conference on*, pages 176–180.
- Mareli, D., Erthal, M., Barreto, D., and Loques, O. (2013). Um framework de desenvolvimento de aplicações ubíquas em ambientes inteligentes. *Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos – SBRC*, pages 643–656.
- Raychoudhury, V., Cao, J., Kumar, M., and Zhang, D. (2012). Middleware for pervasive computing: A survey. *Pervasive and Mobile Computing*.
- Román, M., Hess, C., Cerqueira, R., Campbell, R. H., and Nahrstedt, K. (2002). Gaia: A middleware infrastructure to enable active spaces. *IEEE Pervasive Computing*, 1:74–83.
- Singh, R., Bhargava, P., and Kain, S. (2006). State of the art smart spaces: application models and software infrastructure. *Ubiquity*, 2006(September):7.
- Sousa, J. P. and Garlan, D. (2002). Aura: an architectural framework for user mobility in ubiquitous computing environments.
- Weiser, M. (1991). The computer for the 21st century. *Scientific american*, 265(3):94–104.
- Xu, B., Lian, W., and Gao, Q. (2003). Migration of active objects in proactive. *Information and Software Technology*, 45(9):611–618.

# LearnEngIN: uma Abordagem Interativa para o Aprendizado de Inglês

Nilton Mendes Souza<sup>1</sup>, Iohan Gonçalves Vargas<sup>1</sup>, Luanna Lopes Lobato Jabur<sup>2</sup>,  
Thiago Jabur Bittar<sup>2</sup>, Márcio Antônio Duarte<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação — ICMC  
Universidade de São Paulo – São Carlos/SP

<sup>2</sup>Instituto de Biotecnologia – IBIotec  
Universidade Federal de Goiás – Catalão/GO,

{niltonmendes,iohan}@usp.br,{luannalobato,thiagojabur,marcioduarte}@ufg.br

**Abstract.** *Background: The digital education games are usefull tools that can suport the leaning process of a specific hability. Objective: Assist students to learn easier the English language. Method: A digital educational game was developed as a tool for support the learning process. Results: A game named “Learn English an Introduction (Learn EngIN)” was implemented and evaluated. Conclusion: The Learn EngIN is a game that contributes positively for the english teaching and learning, once it has an interatively approach.*

**Resumo.** *Contextualização: Os jogos educacionais são ferramentas que podem ajudar no ensino de alguma habilidade específica. O inglês tem se tornado cada vez um idioma compreendido no mundo inteiro. Objetivo: Facilitar o ensino e a aprendizagem do idioma inglês. Método: Por meio de um jogo educacional digital, pretende-se facilitar a aprendizagem. Resultado: Um jogo educacional digital chamado Learn English an Introduction (LearnEngIN) foi implementado e avaliado. Conclusão: O LearnEngIN é um jogo que contribui positivamente para ensino de inglês, visto que apresenta uma abordagem interativa e passou por uma avaliação.*

## 1. Introdução

Os jogos digitais têm conquistado crianças e adultos, visto que proporcionam desafios, fantasias e diversão aos jogadores [Savi e Ulbricht 2008]. Dessa forma, o mercado de jogos digitais têm crescido nos últimos anos [Savi e Ulbricht 2008, da Silva et al. 2014]. Segundo [da Silva et al. 2014], a maioria dos jogos digitais disponíveis possuem apenas a função lúdica de divertir os jogadores. No entanto, explorar conteúdos educacionais em jogos digitais contribui para facilitar o aprendizado [Annetta 2010, da Silva et al. 2014, Virvou e Katsionis 2003].

Um jogo educacional digital pode ser visto como ferramentas computacionais ou eletrônicas, que tem o propósito de complementar o ensino de um conjunto de habilidades específicas [Annetta 2010]. Jogos digitais podem ser considerados como ferramentas eficientes, pois enquanto motivam e divertem incrementam a capacidade de compreensão do que está sendo ensinado [Roland et al. 2004]. Além disso, atualmente, a tecnologia e os jogos digitais são partes integrantes da vida dos jovens e crianças. Dessa forma, é viável

que os jogos educacionais sejam utilizados como uma saída para minimizar a distância entre o aluno, o professor e a escola [Mattar 2010].

Nesse contexto, se insere o Learn English an Introduction (LearnEngIN), um jogo digital que tem o objetivo de dar suporte à aprendizagem da língua inglesa. O inglês é um idioma global<sup>12</sup>, ou seja, ele é falado e compreendido em muitos países. Recentemente, o Brasil tem sido palco de atrações internacionais como a Copa do Mundo e em pouco tempo receberá as Olimpíadas. Nesses eventos é necessário que exista um idioma meio para comunicação com os estrangeiros<sup>3</sup>, e um deles é o inglês. Além disso, a língua inglesa é parte da ementa do currículo básico do ensino fundamental e médio no Brasil [Kadri 2010]. Segundo Brasil [1998], aprender uma língua estrangeira possibilita ao aluno aumentar sua autopercepção como ser humano e como cidadão.

Este artigo está organizado da seguinte forma: Na Seção 2, uma fundamentação teórica sobre jogos educacionais e desenvolvimento é apresentada. Na Seção 3 é apresentado como o LearnEngIN foi desenvolvido, na Seção 4 o LearnEngIN é descrito. Na Seção 5 os resultados são descritos e, por fim, na Seção 6, a conclusão e os trabalhos futuros são propostos.

## 2. Fundamentação Teórica

Os jogos educacionais são ferramentas que tem o objetivo de apoiar a atividade de ensino de alguma habilidade específica [Annetta 2010]. Para serem eficazes, ou seja, facilitar o aprendizado, os jogos digitais educacionais devem possuir as seguintes características [von Wangenheim e Shull 2009, GROS 2003]: i) **efeito motivador**: são capazes de inserir ambientes interativos e dinâmicos no contexto do ensino, motivando os alunos com metas a serem vencidas; ii) **facilitador do aprendizado**: possuem características multimídias que permitam representar conceitos e levar o entendimento de disciplinas; iii) **desenvolvimento de habilidades cognitivas**: incentivar o jogador elaborar estratégias e entender como os objetos do jogo se relacionam; iv) **aprendizado por descoberta**: considerado a resposta instantânea do jogo, o jogador é estimulado por curiosidade, promovendo, assim, a experimentação e exploração das diversas situações; v) **coordenação motora**: em determinados jogos, os jogadores são incentivados a se movimentarem e desenvolverem habilidades específicas.

Annetta [2010] definiu um *framework* para o projeto de um jogo educacional. Neste *framework*, são definidos elementos que facilitam que um jogo alcance seus objetivos pedagógicos e não frustre os jogadores. Os elementos são: i) **identidade**: o jogador deve se sentir dentro do jogo, sendo ele representado por um personagem ou avatar. ii) **imersão**: o jogador sente-se presente dentro do jogo, com essa característica o jogador se sente estado de **continuidade**; iii) **interatividade**: diversos personagens e elementos do jogo se comunicam; iv) **complexidade crescente**: um bom jogo deve possuir diversos níveis de dificuldade, é importante que o jogador sempre seja recompensado por suas conquistas no jogo. v) **análise de atuação**: o jogo deve possuir mecanismos para que professores ou tutores possam acompanhar o desempenho dos alunos; vi) **instrutivo**: os

<sup>1</sup>[http://www.thehistoryofenglish.com/issues\\_global.html](http://www.thehistoryofenglish.com/issues_global.html)

<sup>2</sup><http://www.statista.com/statistics/266808/the-most-spoken-languages-worldwide/>

<sup>3</sup><http://www.brasil.gov.br/esporte/2014/11/rio-2016-oferece-8-mil-vagas-para-voluntarios-para-protocolos-e-idiomas>

jogos devem ser auto explicativos sobre sua utilização, além disso, a aprendizagem deve acontecer de forma incorporada ao cenário.

Jogos educativos digitais são poderosas ferramentas de aprendizado que estimulam raciocínio lógico, assim como, a capacidade de explorar e descobrir novos conceitos, vivenciando distintas situações em diversificados cenários. O inglês tem se apresentado indispensável, independentemente da sua área de conhecimento. Porém, no Brasil, o ensino deste idioma ainda é bastante precário e necessita de mais suporte [Kadri 2010].

## 2.1. Desenvolvimento de Jogos

Existem diversas ferramentas que visam sistematizar e facilitar o desenvolvimento de jogos eletrônicos, por exemplo: Construct<sup>4</sup> 2, HTML 5, Stencyl e Cocos2D<sup>5</sup>. Essas ferramentas podem ser chamadas de *Open Web Platform*, pois elas trouxeram avanços não apenas para desenvolvimento de aplicações web, mas também para o desenvolvimento de jogos digitais. Assim, deu-se início a uma nova geração de jogos que podem ser oferecidos de forma ubíqua e independente de plataforma. No desenvolvimento do LeanEngIN, foi utilizada a ferramenta de desenvolvimento Stencyl, na versão 2.2.0 para sistema operacional Mac 10.9.1. Stencyl é uma plataforma gratuita para criação de jogos em flash, que permite desenvolver aplicativos em 2D para dispositivos móveis, computadores de mesa e Web.

O Stencyl contém um conjunto de ferramentas que possuem interface intuitiva e objetiva, que permite facilitar o fluxo de trabalho durante a construção dos jogos. Além disso, o Stencyl possui diversos recursos *drag-and-drop* (arrastar e soltar), permitindo ao desenvolvedor produzir um aplicativo sem precisar ter contado com código. Ao criar um cenário, na propriedade *Events* é possível adicionar e remover eventos. Também é possível adicionar e remover recursos arrastando e soltando, existem várias propriedades na parte direita da tela como mostrado em destaque na Figura 1.

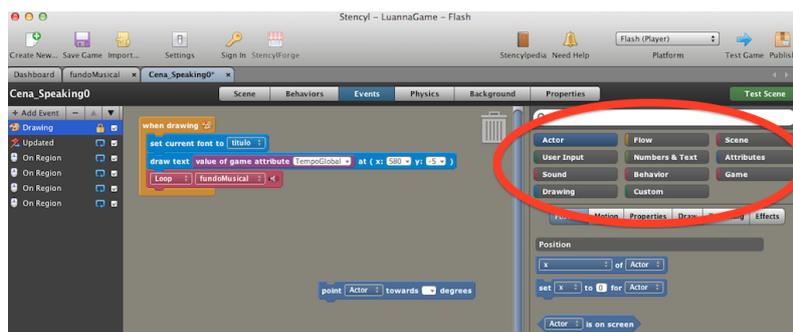


Figura 1. Ferramenta Stencyl com recursos drag-and-drop.

Os jogos desenvolvidos no Stencyl podem ser exportados para serem executados na Web, no formato *swf* para o *Adobe Flash Player* e *HTML5*. A ferramenta também oferece suporte para exportar arquivos para serem executados em *iOS* e *Android*, o que não foi utilizado neste projeto pois está presente apenas em versões pagas. Na próxima seção, é apresentado como Stencyl foi utilizado para desenvolver o jogo.

<sup>4</sup><https://www.scirra.com/construct2>

<sup>5</sup><http://www.cocos2d-x.org/>

### 3. Desenvolvimento do Jogo

Para desenvolver questões de múltipla escolha, foi utilizado um recurso chamado *Region*, apresentado na Figura 2, por meio desse recurso é possível implementar funções que reagem ao clique do mouse. Para manipular o evento do clique do mouse, foi utilizada a função *when mouse is pressed on*, apresentada na Figura 3. Quando uma *Region* é pressionada pelo cursor são disparados comandos, como: adicionar ou remover pontuação do jogador. Uma mensagem referente a escolha correta ou errada é apresentada ao jogador. Quando a opção correta é selecionada a próxima cena é invocada, quando o jogador seleciona a opção errada ele deve refazer a fase.

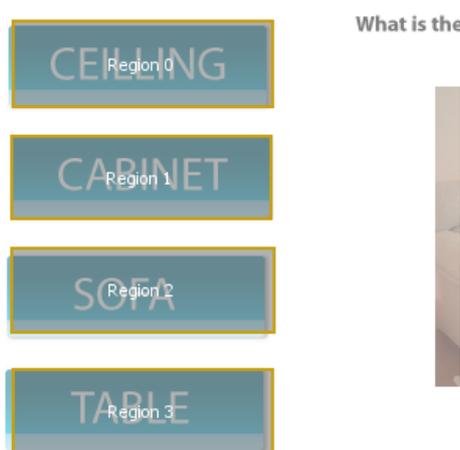


Figura 2. Regiões utilizadas para o clique



Figura 3. Clique em uma região

A Figura 4 mostra a implementação de mensagens de texto na tela, o Stencyl possui algumas funções para impressão de texto na tela, no projeto foram utilizadas duas, *set current font to* que recebe como argumento o tipo de fonte a ser utilizada, esta fonte deve ser pré-definida. A função *draw text* desenha um texto na tela, nas posições ajustadas em dois planos X e Y.



Figura 4. Desenhando Texto na Tela

Das diversas funções do Learning EngIN, o contador de tempo, que apesar da troca de telas, continua se atualizando e incentivando o usuário a se superar a cada interação com o jogo. O Stencyl possui algumas funções que ajudam a implementar as mensagens relativas ao tempo. Primeiramente o contador de tempo da ferramenta é diferente do que estamos acostumados, ele é utiliza centésimos de segundo e como o contador de tempo neste jogo é o segundo, foi feito uma conversão que pode ser observada na Figura 4.



Figura 5. Convertendo o tempo

#### 4. Apresentação do Jogo

A primeira fase do jogo engloba a *reading section*, para o aprendizado de palavras e reconhecimento dos objetos relacionados. O jogo tem apenas um ator ativo, o qual jogador pode ser manipulado através dos setas direcionais do teclado, que pode tocar objetos para encontrar dicas de palavras. Os outros atores são apenas reativos ao toque do primeiro ator, e apresentam uma imagem.

Obedecendo as legendas na Figura 6: 1 – Ao tocar uma interrogação próximo de é lançado uma mensagem com o nome do objeto, a que classe pertence e breve exemplo. 2 – Objetos após serem tocados e apresentar a mensagem, é afixado ao lado do objeto o nome do mesmo. 3 – O mesmo exemplo da legenda 2, o nome fixado ao objeto. 4 – O personagem principal da primeira tela. 5 – Mensagem com informações e exemplo sobre o objeto tocado. 6 – Ator reativo, interrogação, que deve ser tocada para que o conteúdo da legenda 5 seja lançada. 7 – Contador de tempo restante, o jogador tem 60 segundos para descobrir todas informações que esta tela pode lhe proporcionar, após este tempo o jogador é levado a próxima tela.

Nas próximas fases, o jogador é incentivado a relembrar o que aprendeu e sanar suas dúvidas, nesta sessão o aluno tem a possibilidade de aprender sobre a leitura e escrita. A seguinte estratégia é adotada nesta fase: é apresentado uma imagem que apresenta um objeto e quatro possíveis nomes para o objeto, as opções de nome são acionadas ao clique do mouse, e caso o nome escolhido seja para o objeto a pontuação é acrescida de um ponto, caso contrário é retirado um ponto do jogador. Portanto, o aprendiz não passa para próxima cena sem aprender, o jogo só avança se o jogador acertar.

São cinco cenários de perguntas, como apresentado na Figura 7, e ao final há um mural de resultado com a pontuação final do jogador e tempo gasto desde a primeira fase até o final do jogo. A segunda parte do jogo Learning EngIN, foi definida como *speaking*

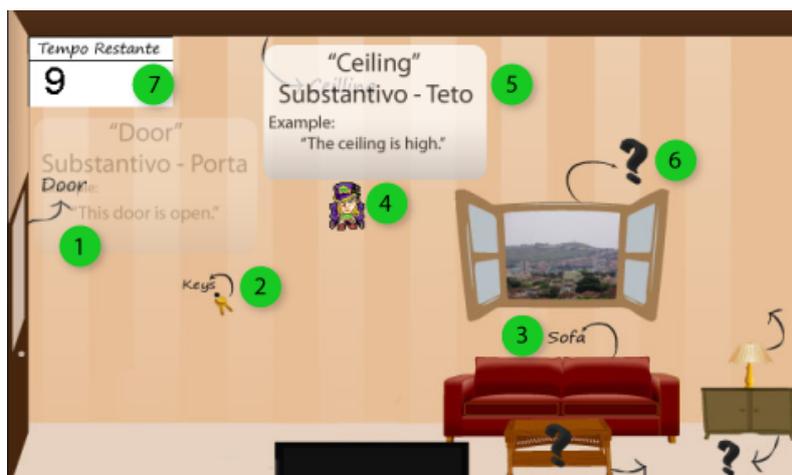


Figura 6. Reading section

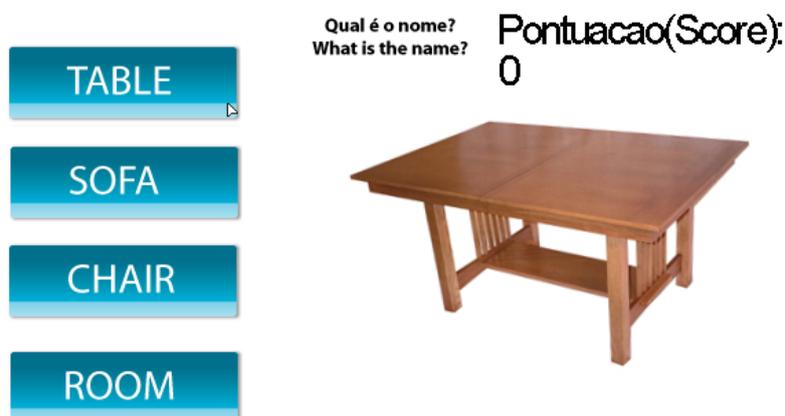


Figura 7. Sessão de perguntas

*section*, esta parte induz o usuário a praticar a pronúncia em inglês, necessitando que o mesmo saiba ler e pronunciar a palavra da respectiva questão de forma correta, para obter mais pontos, caso a opção de escolha não seja a correta, será diminuída a pontuação geral em 1 ponto, o jogador apenas passará de fase, ao acertar a respectiva questão.

Como mostrado na 8, o cenário da *speaking section* é formado por dois atores, ator 1: professor, cuja função é demonstrar a palavra que será perguntada/avaliada e apresentar as 4 opções de escolha de pronúncia, ator 2: aluno, cuja função é apenas representar alguém (aluno) que aprenderá inglês, logo, não apresenta ações. Contudo, por obrigatoriedade o usuário deverá escolher apenas uma opção, através do *Event* de entrada para captura do clique do mouse. Foi adotado uma estratégia de ensino e aprendizado, que é muito utilizada em dicionários e até mesmo em sites didáticos de inglês, no qual juntamente com a palavra é fornecida a escrita falada, representando como é feita a respectiva pronúncia em inglês.

É comum estarmos limitados por tempo e pontuação quando se trata de jogos em geral, neste trabalho o usuário terá 300 segundos (ou 5 minutos, decrementando até zerar) para responder todas as 10 questões presentes na *speaking section*. Para cada questão

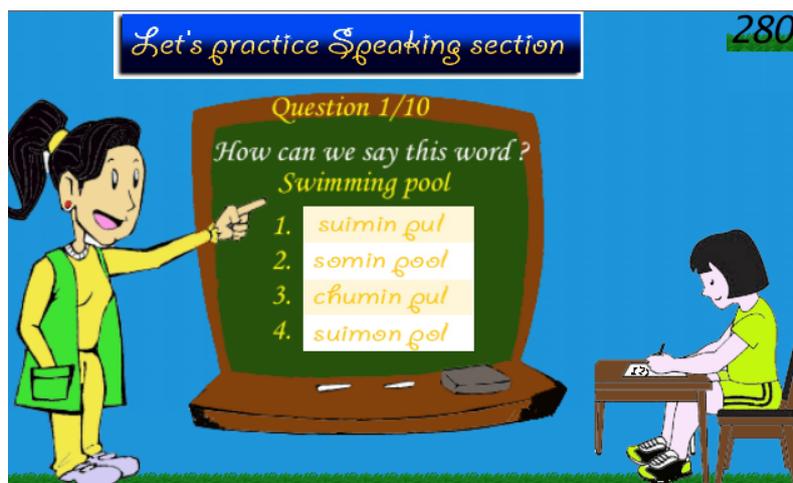


Figura 8. *Speaking section*

respondida corretamente será contabilizado 1 ponto, em caso de questão respondida de forma errada o usuário perderá pontos, visualizará uma mensagem informando que respondeu errado, e será contabilizado 1 ponto negativo na pontuação do jogador, somente passará para a próxima fase, quando responder a questão de forma correta.

## 5. Resultados

Como resultado do trabalho, foram apresentadas duas fases do jogo educacional LearnEngIN. Alguns cenários de aprendizado foram apresentados para as fases, através de um estudo de caso aplicado em um ambiente acadêmico, no qual participaram 15 alunos de graduação da Universidade Federal de Goiás. Nesse estudo de caso, o jogo foi considerado de fácil utilização e intuitivo, sendo que diversas características prenderam a atenção do usuário, dentre elas cores e sons (quando há erro ou acerto). O jogo possui utilidade em qualquer sistema operacional, levando em consideração que este tenha o `plug-in` do Adobe Flash Player. O Stencyl pode também exportar para outras plataformas, mas por enquanto utilizamos apenas flash, acreditando que ainda tem maior abrangência.

Como observamos nas Figuras 6, 7 e 8 há algumas diferenças sutis ao primeiro olhar, mas de grande sentido pedagógico. É notável através de análises, revisões da literatura de jogos e do estudo de caso realizado, que jogos podem se tornar monótonos se não incitar o jogador a desenvolver novas habilidades. Logo, é notável que na primeira sessão todas as palavras em inglês são apresentadas juntamente com sua correspondente em português, na segunda parte apenas é apresentada a língua inglesa, estabelecendo assim, maior envolvimento e aprendizado.

Esse jogo possui limitações como não abordar as habilidades de pronúncia e audição, que são importantes e cobradas em exames internacionais sobre a língua inglesa, como o *Toefl iBT*. Outra limitação é que o estudo de caso foi conduzido com alunos de graduação e esses geralmente possuem conhecimentos básicos tanto jogos digitais quanto em inglês.

## 6. Conclusão

Neste artigo foi apresentado o desenvolvimento de um jogo educacional chamado LearnEngIN. Este jogo foi proposto com o objetivo de ser uma ferramenta no ensino da língua inglesa. O idioma inglês tem se tornado cada vez mais falado no mundo e, principalmente, tem sido adotado nos principais eventos e no currículo básico do ensino fundamental e médio no Brasil. Dessa forma, neste trabalho buscou-se aproximar a diversão, a interatividade e o ambiente desafiador, proporcionados pelos jogos digitais, ao conhecimento necessário aos alunos.

A partir do desenvolvimento deste jogo e o estudo realizado sobre jogos digitais educacionais, é possível perceber que eles auxiliam no aprendizado, enquanto proporcionam diversão. Como trabalhos futuros, pretende-se aperfeiçoar o LearnEngIN. Foi verificado que adicionar novas cenas e funcionalidades, principalmente relacionadas à pronúncia, podem tornar a área de ensino mais ampla. Pretende-se realizar um experimento controlado para analisar a eficácia deste jogo com alunos, visto que nesse tipo de experimento podem ser comparados resultados de aprendizagem utilizando o jogo e não utilizando-o. Além disso, esse jogo deve ser disponibilizado em plataforma web sem custos aos usuários.

## Referências

- Annetta, L. A. (2010). The “i’s” have it: A framework for serious educational game design. *Review of General Psychology*, 14(2).
- Brasil. Parâmetros Curriculares Nacionais (5ª a 8ª Séries). [http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/pcn\\_estrangeira.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/pcn_estrangeira.pdf). Online; acessado em 22 Julho 2015.
- da Silva, J. W., Rodrigues, D. S., Dantas, D., Nunes, V. B., e Nobre, I. A. M. (2014). Educa trânsito – um jogo de apoio à educação no trânsito. *Novas Tecnologias na Educação*, 12(2).
- GROS, B. (2003). The impact of digital games in education. *First Monday*, 8(7).
- Kadri, M. S. E. (2010). Inglês como língua franca: um olhar sobre programas disciplinares de um curso de formação inicial de professores de inglês. *Revista Científica do Programa de Pós-Graduação em Estudos da Linguagem*, 10(2):64–91.
- Mattar, J. (2010). *Games em educação: como os nativos digitais aprendem*. Pearson Prentice Hall, São Paulo, 1 edition.
- Roland, L. C., Fabre, M.-C. J. M., Konrath, M. L. P., e Tarouco, L. M. R. (2004). Jogos educacionais. *Novas Tecnologias na Educação*, 2(1).
- Savi, R. e Ulbricht, V. R. (2008). Jogos digitais educacionais: Benefícios e desafios. *Novas Tecnologias na Educação*, 6(2).
- Virvou, M. e Katsionis, G. (2003). VIRGE: tutoring English over the Web through a game. In *Proceedings of the International Conference on Advanced Learning Technologies*, pages 469–.
- von Wangenheim, C. e Shull, F. (2009). To game or not to game? *IEEE Software*, 26(2):92–94.

## Levantamento de soluções livres para informatização da biblioteca municipal de Pires do Rio - GO

David Rosa Garcia, Gabriel da Silva Vieira, Mônica Sakuray Pais

Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí

david328432@gmail.com, gabriel.vieira@ifgoiano.edu.br,  
monica.pais@ifgoiano.edu.br

**Abstract.** *The municipal library of Pires do Rio - GO has about 18,000 books in its collection and is currently the maintenance of these works is carried out manually by employees. This presents study results that link free solutions for the implementation of computer -based systems in libraries. This proposal seeks to meet the need to transpose manual activities performed within the study object library for activities with computer support. Thus, a data crossing was made between the functionalities required of the library with the features submitted by three applications Gnuteca, OpenBiblio and Biblivre.*

**Resumo.** *A biblioteca municipal de Pires do Rio - GO possui cerca de 18.000 livros em seu acervo e atualmente a manutenção dessas obras é realizada de forma manual por seus funcionários. A presente pesquisa apresenta resultados que apontam soluções livres para a implantação de sistemas baseados em computador em bibliotecas. Essa proposta procura atender a necessidade de transpor atividades manuais exercidas no âmbito da biblioteca objeto de estudo para atividades com suporte computacional. Para tanto, foi feito um cruzamento de dados entre as funcionalidades requeridas da biblioteca com as funcionalidades apresentadas por três aplicativos Gnuteca, OpenBiblio e Biblivre.*

### 1 INTRODUÇÃO

A biblioteca municipal de Pires do Rio foi construída e inaugurada em 25 de Janeiro de 1976, e naquele tempo era uma das poucas fontes de pesquisa da cidade, apresentando um grande número de usuários. Atualmente a biblioteca possui cerca de 18.000 livros em seu acervo, sendo o controle desse material e dos empréstimos de livros realizado de forma manual pelos seus funcionários.

Segundo Tarapanoff (2006), a informação é um fator determinante para a melhoria de processos, produtos e serviços, tendo valor estratégico em organizações. A ideia da informação como ferramenta estratégica evoluiu com o foco em recursos informacionais, mostrando resultados em relação à eficiência operacional, evitando desperdício e automatizando processos.

O interesse central do gerenciamento dos sistemas de informação é projetar, construir e manter os sistemas de disponibilização de informação. É preciso descobrir as necessidades de informação das organizações para que se possa projetar sistemas que atendam a essas necessidades e conceber aplicações que ofereçam dados à organização de uma maneira adequada, em um formato apropriado e em um local conveniente

(WATSON, 2004).

Existem sistemas de gerenciamento de bibliotecas desenvolvidos como software livre, entre eles se destacam o Gnuteca, OpenBiblio, Biblivre, PMB, Koha, entre outros. Esses softwares estão atualmente instalados em diversas universidades, faculdades, institutos e bibliotecas, como uma versão do Gnuteca que gerencia dados da biblioteca do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, e o Biblivre que gerencia a biblioteca João XXIII em São Paulo.

Segundo a definição de (Campos, 2006). Software livre é um programa de computador cujo autor o disponibiliza para qualquer um usá-lo, copiá-lo, e distribuí-lo, seja na sua forma original ou com modificações, seja gratuitamente ou com custo. Embora inúmeros softwares que atendam esse conceito estejam disponíveis para uso não significa dizer que a sua utilização não demandará uma análise de viabilidade para a sua aplicação. Logo, a utilização de um software livre de gerenciamento de bibliotecas depende de um levantamento dos seus requisitos técnicos e funcionais, e da avaliação dos softwares livres existentes com o intuito apontar aquele que melhor se alinha ao problema em questão.

Esse trabalho tem por objetivo apresentar uma solução para a informatização da biblioteca municipal de Pires do Rio – GO, com a disponibilização de acesso ao sistema pela internet e com o uso de software livre de gerenciamento de bibliotecas. Para o desenvolvimento da pesquisa há o suporte das bibliotecárias da Biblioteca Municipal de Pires do Rio e também o apoio do atual gerente.

## 2 REQUISITOS ESPECÍFICOS DA BIBLIOTECA

Os requisitos específicos da biblioteca municipal de Pires do Rio foram levantados segundo o Processo Unificado (Unified Process - UP). A análise de requisitos funcionais e não funcionais foram elaboradas segundo os modelos apresentados pelo Processo Unificado da Rational (RUP).

Para levantar quais são os requisitos de um sistema, devem-se obter informações dos interessados (stakeholders), consultar documentos, obter conhecimentos do domínio e estudar o negócio da organização. É uma atividade complexa que não se resume somente a perguntar às pessoas o que elas desejam, mas sim analisar cuidadosamente a organização, o domínio da aplicação e os processos de negócio no qual o sistema será utilizado (KOTONYA; SOMMERVILLE, 1998).

De início foram levantados os requisitos funcionais necessários para a transposição das atividades exercidas na biblioteca sobre análise para um ambiente suportado por computador. Para a coleta de dados foi feita uma entrevista com os colaboradores dessa proposta. Essa entrevista permitiu traçar o perfil e atividades dos principais atores dentro do sistema. A tabela 1 ilustra esses resultados.

**Tabela 1. Características dos usuários do sistema.**

Ator	Descrição
Administrador - Gerente da biblioteca municipal de Pires do Rio.	Realiza o cadastramento de novos funcionários busca, exclusão, tem todo o relatório de usuários e livros cadastrados além disso terá um relatório de livros reservados, de livros emprestados e de multas cobradas por atraso além de poder gerenciar o portal.
Funcionário – Funcionários da biblioteca municipal de Pires do Rio.	Realiza o cadastro de novos livros, busca, exclusão, alteração. O cadastramento de novos usuários busca, exclusão, alteração, também deve gerenciar um portal de

	notícias, com novos lançamentos e indicações de livros, além disso é também função do funcionário fazer a cobrança de multas por atraso.
Usuário – Usuários cadastrados na biblioteca municipal de Pires do Rio.	O usuário pode reservar livros, verificar sua situação, renovar livros, gerar carteirinha, além de poder ver um portal de notícias com novos lançamentos e indicações de livros.
Visitantes – Visitantes do sistema da biblioteca municipal de Pires do Rio.	Apenas terão acesso ao portal.

O próximo passo foi levantar a descrição dos usuários e funcionários envolvidos no projeto, dados como nível de escolaridade, formação acadêmica e idade foram consultados. A tabela 2 apresenta uma descrição sucinta de cada ator.

**Tabela 2. Descrição de usuários do sistema.**

Ator	Descrição
Administrador - Gerente da Biblioteca municipal de Pires do Rio.	Possuí formação acadêmica, noções intermediária de informática e está na faixa de 30 a 50 anos.
Funcionário – Funcionários da biblioteca municipal de Pires do Rio.	Possuí formação acadêmica, noções intermediária de informática e está na faixa de 25 a 50 anos.
Usuário – Usuários cadastrados na biblioteca municipal de Pires do Rio.	Pode ou não possuir formação acadêmica, noções intermediária de informática e está na faixa de 12 a 50 anos.
Visitantes – Visitantes do sistema da biblioteca municipal de Pires do Rio.	Pode ou não possuir formação acadêmica, noções intermediária de informática e está na faixa de 12 a 50 anos.

Após esta entrevista, foi feito um levantamento dos requisitos da biblioteca. Os requisitos demonstram as necessidades que os usuários apresentam em relação a administração e utilização dos serviços da biblioteca. Essa etapa tem como função, passar ao desenvolvedor ou analista como o sistema deve funcionar, podendo descrever, ainda, como o sistema deve reagir a entradas específicas, como o sistema deve se comportar em situações específicas e o que o sistema não deve fazer (SOMMERVILLE, 2007).

A tabela 3 apresenta alguns dos requisitos funcionais levantados para a biblioteca municipal de Pires do Rio.

**Tabela 3. Requisitos funcionais**

RF1	Cadastro
Descrição	O sistema deverá permitir o cadastro de Funcionários, Gerente, Usuários e Livros.
RF2	Intervalo de Empréstimo de Livros.
Descrição	O sistema não deve permitir que seja emprestado livros que já estejam emprestados. Um usuário pode possuir até quatro livros. Um usuário pode renovar os livros até 3 vezes no sistema. Um funcionário deve reservar um livro caso solicitado pelo usuário.
RF3	Relatório de Empréstimo de Livro
Descrição	O sistema deverá permitir uma listagem com todas os empréstimos de livro. Uma filtragem, pelo nome do usuário, pode ser necessária ao preparar a lista de pesquisas cadastradas.
RF4	Exclusão de Empréstimo.
Descrição	O sistema não deve permitir a exclusão de um empréstimo de livro que esteja finalizado ou ativo. Nesses casos, o usuário deverá finalizar o empréstimo que criará um histórico no sistema.
RF5	Histórico do sistema
Descrição	O sistema deverá armazenar os históricos de todas as operações e campos do sistema, através da gravação dos mesmo em uma base de dados.

Após ter estes dados coletados, foi desenvolvido um diagrama de caso de uso, que

tem como função representar visualmente as ações e necessidades da biblioteca. Os principais casos de uso são: Manter Livros, Manter Funcionário, Manter Usuário, Manter Gerente, Manter Portal e Gerar Relatórios. A figura 1 apresenta o diagrama de casos de uso elaborado.

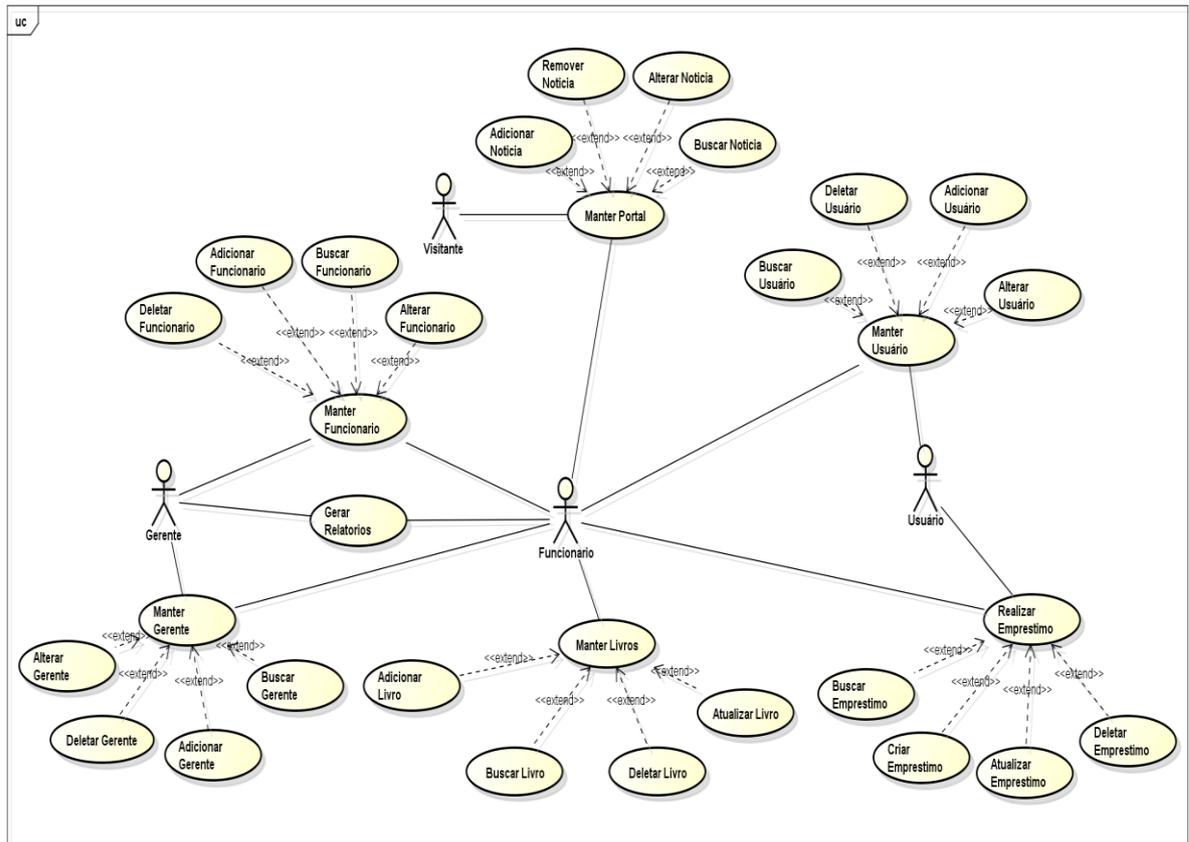


Figura 1 - Diagrama de caso de uso.

Desde então a pesquisa foi focada nos requisitos não funcionais, os requisitos relacionados ao uso da aplicação em termos de usabilidade, confiabilidade e desempenho, e que descrevem restrições sobre os serviços ou funções oferecidas pelo sistema (SOMMERVILLE, 2007).

O primeiro ponto deste levantamento foi desenvolver uma lista com todos os requisitos não funcionais que deveriam ser abordados na biblioteca em estudo.

Tabela 4. Requisitos não funcionais

RNF01	Inteligibilidade/Apreensibilidade/Operacionalidade/Atratividade
Descrição	Possui fácil acesso e idioma português, podendo ser utilizado por usuários intermediários após um treinamento de oito horas para melhor compreensão da usabilidade do software.
RNF02	Maturidade
Descrição	Média de 1,3 falhas / hora
RNF03	Tolerância a falhas

Descrição	Após detectadas as falhas, o sistema gerará um arquivo de log de falhas, que será encaminhado aos responsáveis, para que haja reparações futuras.
<b>RNF04</b>	<b>Recuperabilidade</b>
Descrição	Capacidade de gerar backups e recuperar dados em caso de quedas no sistema ou instabilidade de energia.
<b>RNF05</b>	<b>Comportamento em relação ao tempo.</b>
Descrição	Tempo de resposta adequado para o software: 3 segundos.
<b>RNF06</b>	<b>Movimentação simultânea.</b>
Descrição	Número de transações que o sistema pode acomodar simultaneamente.

### 3 ANÁLISE DOS SOFTWARES LIVRES SELECIONADOS

Essa etapa teve por objetivo identificar entre softwares livres de gerenciamento de biblioteca aqueles que poderiam ser aplicados na biblioteca em estudo. Dessa forma, com base nos requisitos funcionais e não funcionais indicar soluções livres que atendam as demandas apontadas e relatadas nos tópicos anteriores.

Essa análise levou em conta três softwares livres, o Gnuteca, Openbiblio e o Biblivre. Para a seleção desses softwares foram estabelecidos alguns critérios de inclusão, são eles: facilidade de manuseio com indicação de manual; atuação da comunidade em fórum de discussão, com dicas de instalações, melhores práticas e no idioma português; e possuir histórico de uso em instituições no Brasil.

A metodologia aplicada consistiu em executar cada um dos softwares selecionados com o intuito de verificar as suas funcionalidades. Ao executar esses aplicativos procurou-se observar se possuíam os requisitos levantados para a biblioteca em estudo. Logo, demandou um cruzamento de dados entre os requisitos requeridos e as soluções disponíveis no mercado em forma de software livre.

Uma descrição breve sobre cada um dos softwares selecionados é apresentado abaixo. Essa descrição leva em conta a linguagem, SGBD, servidores, licenciamento, padrões e normas.

**Tabela 5 – Gnuteca**

<b>GNUTECA</b>	
<b>Linguagem</b>	PHP4
<b>SGBD</b>	PostgreSQL
<b>Servidores</b>	Apache
<b>Licenciamento</b>	CC-GNU GPL.
<b>Padrões / Normas</b>	MARC21 Z39.50 ISO 2709

<b>Sistema Operacional</b>	GNU/Linux
<b>Segurança</b>	Controle de acesso
<b>Arquitetura</b>	Cliente/ servidor (web)

**Tabela 6 – Biblivre**

<b>BibliVre</b>	
<b>Linguagem</b>	Java
<b>SGBD</b>	PostgreSQL
<b>Servidores</b>	Apache Tomcat
<b>Licenciamento</b>	LGPL
<b>Padrões / Normas</b>	MARC21 Z39.50 ISO 2709
<b>Sistema Operacional</b>	Windows e Linux
<b>Segurança</b>	Controle de acesso
<b>Arquitetura</b>	Cliente/ servidor (web)

**Tabela 7 – OpenBiblio**

<b>OpenBiblio</b>	
<b>Linguagem</b>	PHP
<b>SGBD</b>	MySQL
<b>Servidores</b>	Apache
<b>Licenciamento</b>	LGPL
<b>Padrões / Normas</b>	MARC21 Z39.50 ISO 2709
<b>Sistema Operacional</b>	Windows e Linux
<b>Segurança</b>	Controle de acesso
<b>Arquitetura</b>	Cliente/ servidor (web)

### 3.1 RESULTADOS DA ANÁLISE

Os softwares livres selecionados foram analisados com base nos requisitos identificados para a biblioteca municipal de Pires do Rio. Esse cruzamento de dados resultou na tabela

8 que apresenta os requisitos funcionais e não funcionais que os aplicativos Gnuteca, OpenBiblio, Biblivre possuem, bem como aqueles que não são encontrados nesses programas. Foi apontada a nota 1 para os softwares que atendem os requisitos funcionais e não funcionais, e nota 0 para aqueles que não atendem estes requisitos. Por fim, a pontuação final obtida é o resultado do somatório dos requisitos atendidos pelos softwares em análise.

**Tabela 8 – Valores atribuídos aos softwares analisados**

<b>Crítérios Avaliados</b>	<b>Gnuteca</b>	<b>OpenBiblio</b>	<b>Bibliivre</b>
Informatizar o cadastro de gerente.	1	1	1
Informatizar os cadastros relacionados aos usuários.	1	1	1
Manter os dados relevantes do empréstimo de livros.	1	1	1
Dicionário de dados	1	1	0
Manter funcionários.	1	1	1
Manter livros.	1	1	1
Customização e adequação do sistema	1	1	1
Agendar empréstimo online	1	1	0
Renovação	1	1	0
Reserva	1	1	1
Fazer buscas por nomes de usuário, livros, códigos, etc.	1	1	1
Gerar relatórios.	1	1	1
Bloqueio automático de empréstimo sempre que o usuário estiver em atraso ou com dados cadastrais desatualizados	1	1	1
Aplicação de multas e suspensões	1	1	1
Capacidade de ordenar e classificar os documentos pesquisados	1	1	1
Backups	1	1	1
<b>Avaliação dos requisitos não funcionais</b>			
Usabilidade	1	1	1
Confiabilidade	1	1	1
Desempenho	1	1	1
Versões disponíveis para download no idioma português	1	0	1
<b>Total de Pontos</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>17</b>

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sistemas de informação são relevantes para a melhoria de processos, produtos e serviços. Logo, inúmeras organizações os utilizam para gerar valor estratégico para o seu negócio. Pensar em uma solução que transponha atividades manuais a atividades assistidas por computador passa pela utilização e/ou construção de sistemas informatizados. Por sorte, muitas aplicações já foram desenvolvidas e estão no mercado para serem adquiridas. Em alguns casos soluções livres podem ser uma alternativa.

Esse artigo apresentou três soluções livres, Gnuteca, OpenBiblio, e Biblivre, que podem ser aplicadas como sistemas de informação para bibliotecas. Com os resultados apresentados observa-se que a maioria das funcionalidades requeridas pela biblioteca municipal de Pires do Rio é contemplada nos três aplicativos analisados. Todavia, a solução livre Gnuteca apresentou maior aderência com as demandas levantadas do que os aplicativos OpenBiblio e Biblivre.

#### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, Augusto. *O que é software livre*. BR-Linux. Florianópolis, março de (2006).
- CÔRTE, A. R. et al. *Automação de bibliotecas e centros de documentação: o processo de avaliação e seleção de softwares*. Ciência da Informação, Brasília, v. 28, n. 3, p. 241-256, set./dez. (1999).
- CÔRTE, A. R.; ALMEIDA, I. M. de (coord.). *Avaliação de softwares para bibliotecas*. São Paulo: Polis: APB, (2000).
- HEXSEL, R. A. *Proposta de ações de governo para incentivar o uso de software livre*. Relatório Técnico. Departamento de Informática, UFPR, Curitiba – PR, (2002).
- KOTONYA, G., SOMMERVILLE, I., *Requirements engineering: processes and techniques*. Chichester, England: John Wiley, (1998).
- PRESSMAN, ROGER S., *Engenharia de software: Uma Abordagem Profissional*. 7ª ed. Porto Alegre: McGrawHill, (2011).
- SOMMERVILLE, I., *Engenharia de Software*, 8ª Edição. São Paulo: Pearson – Addison Wesley, (2007)
- TARAPANOFF, K., *Inteligência, informação e conhecimento em corporações*. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), (2006).

# Lições aprendidas com a implantação de um sistema acadêmico de graduação em parceria com empresa terceirizada: Um relato de experiência

Robson Vieira do Nascimento<sup>1</sup>, Renato de Freitas Bulcão Neto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Informática - Universidade Federal de Goiás (UFG)  
Caixa Postal 131 - 74.001-970 - Goiânia - GO - Brazil

robsonvn@ufg.br, renato@inf.ufg.br

**Abstract.** *This paper reports the authors' experience on the deployment process of an integrated information system for supporting undergraduate activities, named SIGAA, specially the migration of data in a Brazilian federal university. Authors describe difficulties, solutions and lessons learned both with the migration of data and the experience of working with a virtual team. That team is composed of university staff as well as employees of a third party to remotely perform the installation, configuration, deployment, customization, support, maintenance, support and consulting of the integrated information system.*

**Resumo.** *Este trabalho visa relatar a experiência obtida ao participar do processo de implantação, especificamente na migração de dados, do Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA), em uma universidade federal brasileira. São relatadas as dificuldades, soluções e lições aprendidas, referentes tanto ao processo de migração de dados quanto ao trabalhar com equipes geograficamente distantes, formadas por funcionários da universidade e de uma empresa terceirizada, contratada para realizar, de forma remota, a implantação do SIGAA.*

## 1. Introdução

O processo de migração de dados é cercado de armadilhas e desafios. Apesar de ter sua necessidade reconhecida pela governança, geralmente sua importância é minimizada, pois é vista como uma simples transferência de dados de um banco para outro, implicando em recursos e prazos incoerentes com a demanda [Oracle 2011].

A migração fica mais complexa ao terceirizar parte do processo, pois os desafios de comunicação nesse cenário são bem maiores [Oracle 2011]. Desse modo, não é uma surpresa que apenas 16% dos projetos de migração de dados são concluídos no prazo e orçamento estimado [Howard and Potter 2007].

Situação análoga ocorreu com uma universidade federal brasileira, que optou por adquirir os Sistemas Integrados de Gestão (SIG) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), bem como contratar uma empresa para substituir gradativamente seus sistemas legados e migrar os respectivos dados, quando necessário. Alguns problemas foram encontrados ao decorrer desse processo de implantação e este artigo busca relatar as lições aprendidas com esses problemas.

Essas lições, podem auxiliar outras instituições federais que, futuramente, venham a optar pela aquisição do SIG. Uma vez que, a universidade federal tratada neste artigo, não foi a única Instituição Federal de Ensino Superior (IFES) a adquirir o SIG; dezenas de IFES brasileiras também optaram pelo SIG como solução de software para gestão universitária, administrativa e/ou financeira [SINFO 2015].

O presente artigo está assim organizado: a Seção 2 apresenta de forma breve o SIG; a Seção 3 descreve o cenário da implantação do SIG na referida universidade; a Seção 4 discute as justificativas para escolha do SIG; a Seção 5 detalha o processo de implantação do SIG, principalmente a migração de dados do sistema acadêmico; a Seção 6 destaca as lições aprendidas; e a Seção 7 finaliza com as conclusões obtidas com a implantação do sistema acadêmico.

## 2. Sistemas Integrados de Gestão - SIG

Concebido pela UFRN, o SIG é formado por um conjunto de sistemas que visam administrar informações e processos de diferentes áreas funcionais de forma integrada [SINFO 2015].

Duas grandes áreas compõem o conjunto sistêmico: (1) área meio (administrativa), que engloba o Sistema Integrado de Gestão de Patrimônio, Administração e Contratos (SIPAC) e o Sistema Integrado de Gestão e Recursos Humanos (SIGRH) e (2) área-fim (acadêmica), que o Sistemas de Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA) se enquadra. Na Figura 1 tem-se um esquema dessas áreas e seus relacionamentos.

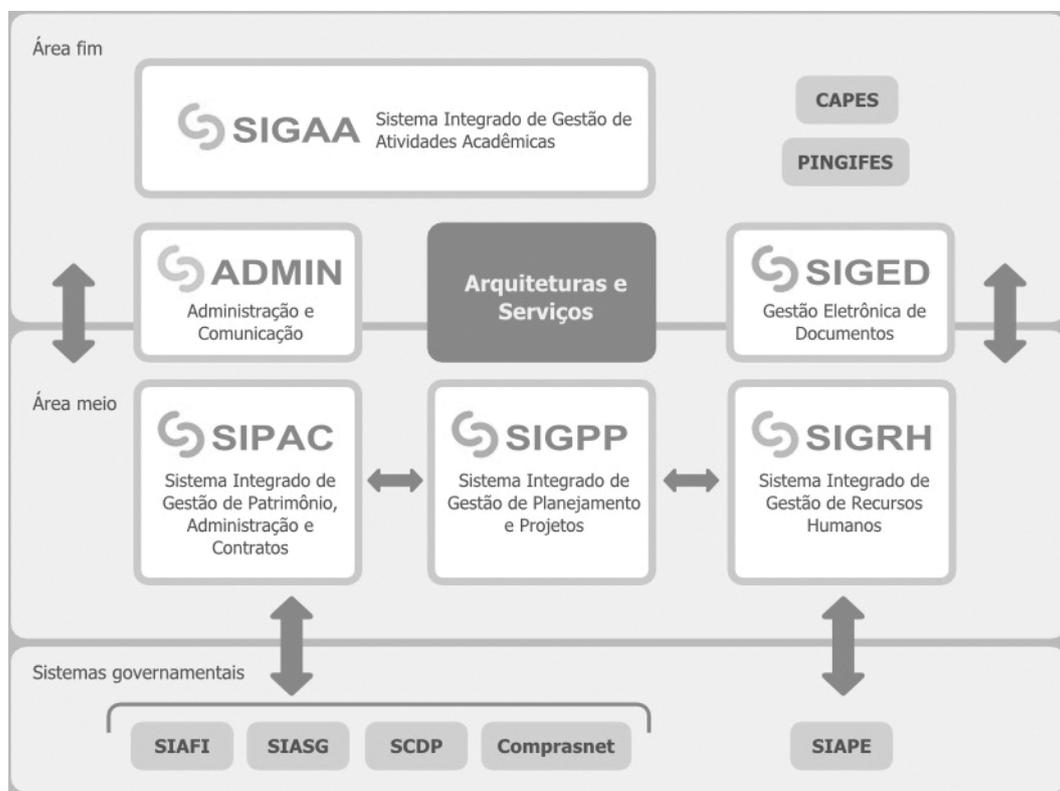


Figura 1. Diagrama de inter-relacionamento dos sistemas SIG.

### 3. Cenário de Implantação

Desde a sua fundação, a universidade federal de qual trata este artigo se mostra preocupada com automatização de suas atividades e acompanha a evolução tecnológica em seus sistemas. No início da década de 1970, trabalhando com *mainframe*, utilizava sistemas desenvolvidos em Fortran; posteriormente, em 1986, os sistemas foram reescritos em COBOL, que por sua vez, no novo milênio, deram espaços aos novos sistemas escritos em Oracle Forms, versão 6i, utilizando o banco de dados relacional Oracle™ [CERCOMP 2014]. Isso representou uma mudança substancial no avanço tecnológico dos sistemas da universidade, colocando fim ao uso dos *mainframes* e iniciando uma era cliente-servidor.

Até então, a universidade utilizava um regime acadêmico anual, e utilizava o Sistema de Administração Acadêmica (SAA) para gerir suas atividades acadêmicas. Com advento do novo Regulamento Geral dos Cursos de Graduação (RGCG) em 2002, que previa o um regime semestral de aulas, a universidade implementou um novo sistema, o Sistema Acadêmico de Graduação (SAG), ainda em Oracle Forms, que contemplou as atualizações do novo regulamento.

A migração dos alunos do regime anual para o semestral foi gradativa. Coube as unidades acadêmicas e aos discentes a opção por migrar para o regime semestral. Essa gradatividade implicou na manutenção de dois sistemas acadêmicos, simultaneamente, em produção, para atender as demandas dos alunos que optaram por continuar no regime anual.

No SAG, o processo de matrícula do discente se dava por requisições feitas pessoalmente nas secretárias, causando um grande infortúnio aos discentes. Apesar da então recente implementação do SAG, apenas com a tecnologia utilizada no projeto não era possível a criação de um sistema de matrícula online eficiente.

Então, em 2005, foi lançado a primeira versão do sistema de matrícula online, o Matrícula Web, implementado em PHP e integrado ao SAG via banco de dados. Assim, compunha-se o universo de sistemas de graduação da universidade, ao lado do Sistema de Cadastro de Atividades Docentes (SICAD) e o SAG Web para lançamentos de notas e frequências, ambos escritos em PHP.

Ao longo de tantas implementações e refatorações, diversas migrações de dados foram realizadas. Essas migrações, somadas à diversidade de sistemas ausentes de padrões de arquitetura, fragilizaram a integridade e consistência dos dados.

Operante por mais de uma década, o SAG possuía aproximadamente quatro milhões de registros, distribuídos em cerca de trinta entidades e atendia mais de vinte mil usuários, entre discentes, docentes e técnicos.

### 4. Escolha do SIGAA

Em 2012, foi aprovado pelo Conselho de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura (CEPEC) um novo RGCG, trazendo diversas mudanças em relação ao regulamento vigente à época, dentre elas estão: alteração da média de aprovação; mudanças nas fórmulas de cálculo do índice de prioridade; exclusão de discentes; e regulamentação da modalidade de curso a distância.

Para atender esse novo regulamento, uma série de modificações deveriam ser feitas no SAG, sendo o atendimento à regulamentação dos cursos a distância a mais impactante, devido à necessidade de distinguir as regras aplicadas a alunos presenciais dos alunos a distância, bem como fornecer um ambiente virtual para as aulas serem ministradas. Porém, a manutenibilidade do SAG deixava a desejar e a universidade não possuía contingente suficiente para implementação da demanda.

Logo, a universidade buscou alternativas para contornar a situação, como licitar a construção de um novo software ou adquirir um existente, cuja o SIGAA era uma das opções. Após uma análise minuciosa das possibilidades, a opção de adquirir o SIGAA ganhou forças, pois ele se destacava no cenário nacional por ser um sistema robusto e integrado. Então, foi criada uma comissão com representantes de várias áreas da universidade, com o propósito de analisar, as funcionalidades e deficiência do software e avaliar as customizações necessárias para o mesmo atender as demandas do novo RGCG.

Alguns integrantes da comissão destacaram que seria necessário um alto número de customizações no SIGAA para que o mesmo atenda o novo RGCG. Porém a comissão entrou em consenso por implantar praticamente todo SIG, por apresentar soluções integradas para gestão acadêmica, pessoal e administrativa, que supriria diversas carências da universidade.

Restava apenas definir o licenciamento do software e a customização do mesmo. A licença foi adquirida por esta universidade, após a celebração de um contrato de cooperação entre as partes envolvidas, onde a UFRN se exime de adaptar o SIG a realidade desta universidade, mas define a UFRN como responsável por manter a linha de base do software e transferir conhecimentos do SIG à universidade. Já em relação às customizações, esta universidade optou por contratar o serviço de uma empresa terceirizada, à época, a única homologada pela UFRN.

Os custos envolvidos com o contrato de cooperação com a UFRN somados ao custo estimado para customizar todo o SIG, mostrou-se mais vantajoso que licitar um novo sistema acadêmico para a universidade, baseado no custo médio do ponto de função do mercado e no número de pontos de função do SIGAA.

## **5. Implantação do SIGAA**

A universidade assinou o contrato com a empresa terceirizada em abril de 2013 [DOU 2013], definindo a empresa responsável por configurar implantar, customizar, sustentar e manter os sistemas SIG por um período de quatro anos.

O processo de implantação do SIG é gradual, dividido por módulos priorizados pela universidade contratante. Cada módulo passa por validação da versão de referência e quando necessário customizações e migrações são realizadas. Para cada uma dessas etapas, necessariamente, é aberta uma Ordem de Serviço (OS) contendo o escopo, custos e prazos de entrega.

Os primeiros módulos implantados foram do Sistema Integrado de Gestão de Recursos Humanos (SIGRH) e do Sistema Integrado de Gestão da Administração e Comunicação (SIGAdmin), que são pré-requisitos para implantação do SIGAA.

Posteriormente, em setembro de 2013, foi aberta a OS de migração do módulo de Graduação, com previsão de término em dois meses. Este prazo possibilitou estipular

a primeira data de entrega do módulo em produção: fevereiro de 2014. Todavia esse prazo foi prorrogado por três vezes, o que resultou em quatro grandes migrações, cerca de setenta por cento do processo de negócio customizado e um atraso total de mais de nove meses.

O método de migração usado inicialmente assemelha-se ao ETL “*Extract, Transform and Load*”, ou em tradução livre “Extração, Transformação e Carga”. Esse método é amplamente utilizado no processo de criação de *Data Warehouse*. Ele consiste em três etapas: (1) identificação e leitura dos dados; (2) ajustes e correções; e (3) carga dos dados na base destino [Vassiliadis et al. 2002].

As atividades de migração realizadas pela empresa iniciaram com o estudo do Modelo de Entidade e Relacionamento do SAG. Posteriormente foram desenvolvidas as consultas de extração e os algoritmos de transformação e carga. A universidade se dispunha a ajudar a empresa compreender as entidades e seus relacionamentos, porém inicialmente esse recurso pouco foi explorado pela empresa. Restava à universidade esperar a conclusão da migração para validar a aplicação com os dados migrados.

Passados dois meses, a empresa disponibilizou a aplicação para testes pela primeira vez, porém a mesma constantemente apresentava erros, impossibilitando a universidade identificar se a causa do defeito era de customização, parametrização ou migração. Para solucionar os defeitos, a empresa solicitou acréscimo de um mês à data de entrega, ficando previsto para Março de 2013. Chegada a data definida, muitos erros persistiram e novamente a data de entrega foi postergada, dessa vez por três meses.

A universidade decidiu analisar as origens dos erros e descobriu que além dos erros de customização, que não serão abordadas nesse artigo, haviam erros de migração como: falhas no entendimento do conceito de algumas entidades e de seus atributos; o mapeamento errado de alguns atributos; inconsistências/incompatibilidade dos dados de origem; e consultas de extração incorretas.

Tanto os problemas de entendimento quanto de mapeamento foram solucionados por meio de vídeo conferências e outras formas de comunicação pessoal. Esses encontros serviram para solucionar dúvidas e elucidar pontos de obscuridade.

Algumas tabelas do SAG não estavam devidamente estruturadas. Existiam tabelas com colunas que faziam referências a outras tabelas, sem a definição de chave estrangeira. Também existiam tabelas com colunas que, em teoria, não deveriam permitir valores nulos. Isso possibilitou a existência de dados inconsistentes, que atrapalharam o curso da migração. Para solucionar esses defeitos, cada caso foi analisado e corrigido separadamente.

Também existiam colunas com tipo de dados diferentes entre o SAG e o SIGAA ou possuíam tamanho incompatíveis com o esperado. Muitos desses casos só foram descobertos no decorrer da migração, o que ocasionou erros, gerando retrabalho.

Para solucionar os problemas de consultas de extração incorretas, a universidade optou por rescrever as consultas de extração, devido a sua facilidade e conhecimento da base. As consultas de extração começaram a ser rescritas e na medida que elas eram criadas, eram disponibilizadas para empresa para corrigir seus algoritmos e remigrar as entidades.

Devido a migração apresentar diversos problemas, a universidade buscou conhecer o método de validação da migração usado pela empresa. Foi verificado que a empresa validava a migração quantitativamente, isto é, se houvesse “n” registros na base de origem haveria de ter “n” registros na base de destino.

Apenas com validação quantitativa não foi possível garantir que os atributos tenham sido migrados corretamente. Também existe a possibilidade do número de tuplas da entidade estar correto porém com atributos ausentes e dados corrompidos e/ou truncados.

Um dos maiores desafios em um projeto de migração de dados é certificar que o conteúdo migrado esteja íntegro, isto é, que os dados migrados não tenham sido alterados [Jindal 2011]. Apenas com o uso do ETL, não é possível garantir o sucesso almejado no processo de migração de dados. É essencial a definição de estratégias de garantia de qualidade em projetos de migração para mitigar os riscos envolvidos [Matthes et al. 2011].

A universidade verificou no contrato celebrado com a empresa que não havia definição sobre a qualidade da migração e nem os métodos de validação que seriam aplicados. Foi necessário que a universidade implementasse suas próprias rotinas de teste de migração para validar qualitativamente os dados migrados.

Inicialmente, a universidade implementou uma integração em tempo real dos bancos de origem (Oracle) e destino (Postgres), transformando dois bancos de dados físicos em um lógico, usando a ferramenta Oracle Gateway. Esta integração permite realizar em uma única consulta, a junção de duas ou mais tabelas de banco de dados distintos. A universidade fez uso desta integração para implementar consultas de validação de migração para cada entidade. Essa consulta é descrita pela seguinte fórmula:

$$(A - B) \cup (B - A)$$

, onde “A” representa a consulta de extração e “B” representa a consulta na base de destino, que simula a consulta de extração. O resultado dessa consulta é a diferença entre os dados a serem migrados e os dados migrados; o resultado esperado é nulo.

Com esse método de validação, foi possível identificar cada registro defeituoso, sendo todos os incidentes reportados de maneira formal à empresa. Em alguns casos, foi constatado que os dados migrados não refletiam as consultas fornecidas pela universidade. Ocorria que à medida que a empresa implementava o algoritmo de migração e se deparava com a necessidade de transformar e/ou tratar algum valor, a mesma efetuava as modificações nas consultas de extração, não consultando a universidade a correção das mesmas. Consequentemente, criava-se um contraste entre o que era produzido pela universidade e o resultado obtido da migração.

Para corrigir essa divergência, um funcionário da universidade foi designado para validar e corrigir todas as consultas. Também foi definido com a empresa, que qualquer necessidade de tratamento de dados deveria ser informado a universidade, para que ela tomasse as devidas decisões e correções. E caso alguma modificação necessitasse ser realizada no software de migração da empresa, a universidade estaria ciente e consideraria no momento da validação dos dados.

Até então, não existia um processo de migração definido. Era de suma importância a definição desse processo, pois diversos módulos necessitariam de migração. Foi então que a universidade buscou definir um processo de migração, identificando os atores e

suas atribuições. Esse processo define as atividades internas (estudo, auditoria, criação e validação) e superficialmente as atividades externas, executadas pela empresa, não definindo o seu *modus operandi*.

O processo foi apresentado à empresa para deixá-la a par da nova maneira de condução das atividades de migração na universidade. A partir daí, foi deixado claro as condições necessárias para que uma entidade migrada seja considerada válida. Desde então, esse é o processo utilizado para a implantação dos demais módulos.

## **6. Lições Aprendidas**

### **Alterações das consultas pela empresa sem anuência da universidade**

Para evitar que essa situação ocorra, foi definido que, ao invés de disponibilizar o código da consulta para a empresa, a universidade deve disponibilizar uma *View* para cada entidade em sua base de dados. Desse modo, basta a empresa realizar uma consulta simples, sem filtros, na *View*, para extrair os dados necessários.

### **Definições insuficientes das entidades**

Um documento de definição das entidades foi criado para descrever as propriedades de uma entidade, antes que ela seja migrada. Nesse documento, a empresa define os atributos da entidade, discriminando o nome, descrição, formatação e o mapeamento dos mesmos na base de destino. Após esse documento ser preenchido, a universidade desenvolve a consulta de extração baseada nele, levando em conta os tipos de dados, tamanhos e formatos.

### **Ausência de métricas de validação em contrato**

As métricas de validação devem ser definidas em contrato, estipulando-se as técnicas e os níveis de aceitação de serviço.

### **Ineficiência de testes e validações da migração**

Devido à ineficiência dos métodos de validação usados inicialmente, foi percebido que além das análises quantitativas é necessária a realização de análises qualitativas. Alguns exemplos desses tipos de análises são verificação por amostragem, confronto de dados das duas bases de dados, dentre outras.

### **Diversas inconsistências dos dados**

Uma fase de análise e validação das inconsistências e incompatibilidades foi adicionada ao processo de migração para evitar situações inesperadas referente a dados inconsistentes.

### **Ausência de um processo de migração de dados**

Sem um processo de migração de dados definido, o projeto de migração não seguia um curso claro, o que ampliou as possibilidades de falhas. Dessa forma, foi necessário definir um processo de forma a reduzir essas possibilidades. Por questão de escopo, o processo será detalhado apenas em suas grandes fases. Essas fases estão dispostas no fluxo apresentado na Figura 2.

**Estudo e documentação:** Nesta fase é feito um estudo da entidade. É preenchido o documento com as projeções e os atributos necessários por parte da empresa. Posteriormente, a universidade analisa a viabilidade da requisição e verifica se existe algum dado relevante que não foi solicitado.

**Análise e correção de inconsistências:** Após a definição dos atributos que serão migrados, é feita uma análise da consistência dos mesmos. Caso alguma inconsistência seja encontrada, ela é devidamente corrigida.

**Elaboração de consultas:** Momento onde as consultas de extração e validação são criadas e validadas.

**Migração:** Os dados são carregados na base de destino.

**Validação:** As rotinas de teste são executadas e os defeitos encontrados são documentados e corrigidos, até que a migração receba o aceite pela universidade.



**Figura 2. Fluxo do processo de migração elaborado pela universidade.**

## 7. Conclusões

Ao longo deste artigo, fez-se um relato da experiência dos autores com o processo de implantação de um sistema de informação para atividades acadêmicas de Graduação em uma universidade federal brasileira. Destaque maior foi dado à atividade de migração de dados, haja vista que a universidade já contava com uma grande massa de dados de seus sistemas em produção, bem como dos legados.

Vários problemas foram enfrentados na implantação do sistema acadêmico, porém após a equipe de implantação da universidade definir o processo de migração e o método de validação de dados migrados paulatinamente os efeitos positivos começaram a surgir, colaborando com a melhoria da qualidade das entregas e consistência da aplicação, até a migração ser aprovada em novembro de 2014. Desde então, até a presente data, o SIGAA mantém-se em produção e está em contínua evolução, apesar das tempestividades, atendendo de forma satisfatória a comunidade acadêmica da universidade.

## Referências

- CERCOMP (2014). Histórico do CERCOMP. <http://cercomp.ufg.br/p/191-historico-do-cercomp>, Último acesso em Agosto de 2015.
- DOU (2013). Diário Oficial da União (DOU). In *Seção 3*, page 57. Imprensa Nacional.
- Howard, P. and Potter, C. (2007). Data migration in the global 2000 - research, forecasts and survey results. Technical report, Bloor Research.
- Jindal, S. (2011). Effective testing quality assurance in data migration projects. Technical report, LT Infotech.
- Matthes, F., Schulzl, C., and Haller, K. (2011). Testing & quality assurance in data migration projects. *IEEE International Conference on Software Maintenance*.
- Oracle (2011). Successful data migration. Technical report, Oracle Corporation.
- SINFO (2015). Sobre a cooperação técnica. <http://www.portalcooperacao.info.ufrn.br/pagina.php?a=sobre>, Último acesso em Agosto de 2015.
- Vassiliadis, P., Simitsis, A., and Skiadopoulou, S. (2002). Conceptual modeling for ETL processes.

## Medidor Inteligente de Consumo de Energia

Mariana Ferreira Damasceno<sup>1</sup>, Kety Rosa de Barros Caparelli<sup>1</sup>, Luciene Chagas de Oliveira<sup>1</sup>, Wallace Oliveira Campos<sup>1</sup>, Thompson Soares Tacon<sup>1</sup>, Deborah Rayely Santos E Souto<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto de Engenharia e Tecnologia – Universidade de Uberaba (UNIUBE)  
CEP: 38.408-343 – Uberlândia – MG – Brasil

marianadamasceno05@yahoo.com.br, ketyrosa@gmail.com,  
lchagasoliveira@gmail.com, wallace.iub@hotmail.com,  
thompsonstacon@hotmail.com, deborahrayely@hotmail.com

**Abstract.** *This paper presents the development of a smart meter, which will hold current measurements and voltage level and execute algorithms to calculate the energy consumption of a given load. The meter consists of two Arduinos, along with other devices that allow current measurements, voltage, power, power factor, among other electrical parameters. Physically, such measurements are selected by buttons and displayed on a touchscreen. Readings processed by the smart meter will be displayed on the screen and you can parameterize the device to disconnect in the event of overloads and even record the history of consumption. The project aims to offer an alternative that allows the presentation, simply, measurement and ensure its shutdown in case of overload.*

**Resumo.** *Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um medidor inteligente, que realizará medições de corrente e nível de tensão e executará algoritmos para calcular o consumo de energia de uma determinada carga. O medidor é constituído por dois Arduinos, juntamente com outros dispositivos que possibilitam as medições de corrente, tensão, potências, fator de potência, entre outras grandezas elétricas. Fisicamente, tais medições são selecionadas por meio de botões e apresentadas em uma tela touchscreen. As leituras processadas pelo medidor inteligente são exibidas na tela e é possível parametrizar o dispositivo para que possa desligar no caso de sobrecargas e ainda registrar o histórico de consumo. O projeto tem por objetivo, oferecer uma alternativa que possibilite a apresentação, de forma simples, das medições e assegurar ao seu desligamento no caso de sobrecargas.*

### 1 INTRODUÇÃO

Durante a evolução dos sistemas elétricos no mundo, destaca-se uma preocupação especial com o processo de medição da energia elétrica.

Na história dos medidores de energia elétrica, observa-se que os primeiros fabricados foram desenvolvidos para realizar, unicamente, as medições de tensão, corrente e potência elétrica. Logo, pode-se citar como um marco histórico a invenção dos medidores de energia elétrica em corrente alternada por Shallenberger, no final do século 19 [DAHLE, 2009]. Pois, desde então, a medição de energia elétrica tem um papel fundamental nas atividades de pesquisa e desenvolvimento para o melhor atendimento as necessidades comerciais.

O medidor inteligente de carga proposto possibilita a medição e a visualização dos dados de consumo, auxiliando no controle das cargas e conseqüentemente na redução do consumo e desperdícios desnecessários.

Atualmente utiliza-se medidores eletromecânicos que podem ter seu visualizador do tipo ponteiro, o qual confere dificuldade no entendimento dos dados pelo usuário. Também é utilizado o medidor tipo ciclométrico que é um pouco menos complexo que o primeiro, porém ambos trabalham apenas com leitura local.

Este projeto propõe uma forma diferente de se medir o consumo de energia elétrica utilizando um protótipo de medidor inteligente de carga que meça a corrente, tensão e o fator de potência. Além disso, seus dados poderão ser visualizados facilmente de forma local (sendo visualizados em um display LCD com *touchscreen*).

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O medidor de energia elétrica é um dispositivo eletromecânico (equipamento eletrônico) que é utilizado pela concessionária (entidade fornecedora de energia elétrica) para medir o consumo de energia elétrica. Este dispositivo está presente na maioria das casas e habitações no mundo moderno e foi criado em 1888 por Oliver Blackburn Shallenberger baseado num medidor de ampère-hora para corrente alternada, passando posteriormente a ser adotado como padrão pela indústria [NETO et al., 2011].

Desde sua invenção, o medidor de quilowatt-hora (kWh) passou a ser utilizado pelas concessionárias para medir o consumo da energia elétrica dos seus consumidores, para isso é utilizado dois tipos de medidores: eletromecânico e eletrônico. O eletromecânico utiliza o princípio da indução eletromagnética para o seu funcionamento e o eletrônico funciona através circuitos integrados, sendo ambos projetados para funcionar em tensões puramente senoidais [NETO et al., 2011].

Segundo Cid Tomanik Pompeu, a “energia de um sistema é o seu potencial de trabalho. A energia elétrica é uma das formas de energia dentro de um sistema; ela corresponde ao produto de uma diferença de potencial (volts) por uma corrente elétrica (ampères) pelo tempo (segundo) em que é fornecida. Assumindo o papel de mercadoria, a energia pode ser objeto de relação jurídica”, sendo considerada pela legislação vigente como bem móvel.

O fator de potência indica a eficiência do uso da energia e é definido matematicamente como a razão entre duas quantidades representadas pela mesma unidade de potência, a potência ativa e a potência aparente, é um número adimensional.

## 3 METODOLOGIA

O sistema proposto é de fácil visualização e interpretação dos dados, pois o usuário terá a exibição de dados num display LCD com *touchscreen* e poderá definir os limites de carga, de consumo entre outras funções. Para a construção de um protótipo de um medidor de carga utilizou-se de dois Arduinos UNO, um sensor de efeito Hall, um RTCbreakoutboard, um medidor de tensão e um relé.

Neste trabalho foram utilizados dois Arduinos Uno R3. Um Arduino para processar as informações provenientes dos sensores de medição (entradas analógicas), que atua no acionamento da carga, gerenciará as informações e o seu armazenamento (memória interna EEPROM). O outro Arduino é responsável por comandar um display para visualização das informações e configurações do dispositivo. Também foi utilizado um sensor de efeito hall (ACS712-20A) que medirá a corrente consumida pela carga. O sensor funciona de maneira invasiva, ou seja, fica em série com a carga. Internamente,

com a passagem de corrente pelo circuito, um campo magnético é gerado e um sensor transforma este campo em diferença de potencial proporcional ao campo gerado.

O RTC breakoutboard é um circuito pré montado com um relógio de tempo real com o chip DS1307 com 56bytes de RAM. Os dados são acessados via protocolo I<sup>2</sup>C e pode-se ainda utilizar a NVRAM para armazenar dados retentivos, pois o circuito conta com uma pilha para manter os dados na memória. Juntamente a este chip, está disponível também um chip de memória EEPROM AT24C32 de acesso via serial I<sup>2</sup>C que fornece mais 32Kb de armazenamento retentivo para o projeto, totalizando 64Kb para dados retentivos para armazenar as medições.

Devido ao fato dos micros controladores não admitirem sinais negativos em suas I/O's é preciso tratar sinais de características senoidais antes de inserir estes, nos micros controladores. Para “colher” o sinal de tensão da carga foi preciso rebaixar a tensão a um valor dentro da faixa de 5 a 0 v de pico, é utilizado um circuito grampeador para medir a tensão alternada no micro controlador.

O dispositivo ao ser ligado define as interrupções de comunicação e parte para função setup que inicia a comunicação I<sup>2</sup>C como escravo de endereço 2, inicializa o controlador do LCD aguarda o estabelecimento de comunicação com mestre para então receber todos os parâmetros configurados, juntamente com os dados do relógio. Em quanto não recebe estes dados, ele permanece com uma mensagem de stand-by. Em seguida ele cria as telas de interface e exibe os dados e parte para loop onde permanece monitorando os comandos dados no *touchscreen*. Os comandos via *touchscreen* são verificados de acordo com a tela atualmente selecionada e assim são selecionadas as telas, ou alterado valores e parâmetros na memória RAM. Ao ser pressionado a área correspondente ao comando de salvamento, este ativa uma flag que sinaliza para o mestre que um dado foi alterado, exibe uma mensagem ao usuário e aguarda a coleta dos novos dados limpando a mensagem exibida ao serem coletados.

As interrupções de comunicação garantem que os dados não serão perdidos e o escravo responderá sempre que o mestre requisitar dados do dispositivo. Duas interrupções são definidas, a de recebimento de pacotes e a de resposta ao mestre. Ao receber um pacote do mestre, o dispositivo decodifica o primeiro byte e define qual o tipo do pacote, se é de configurações, configurações avançadas, leituras de tempo real, relógio ou ainda um flag para seleção dos dados na requisição de dados. Ao ser requisitado dados pelo mestre, o escravo verifica qual foi a flag enviada pelo mestre e responde com o pacote definido ou com uma flag caso algum parâmetro tenha sido alterado na interface. Estes pacotes de resposta podem conter todos os pacotes anteriormente citados ou ainda somente a flag para sinalizar o mestre de que um dado foi alterado na interface para que ele então requisiite os próximos pacotes.

A Figura 1 mostra o funcionamento do programa principal escravo e a Figura 2 mostra como funciona o loop do programa escravo. Na Figura 3 é mostrado como funciona as interrupções de comunicação.

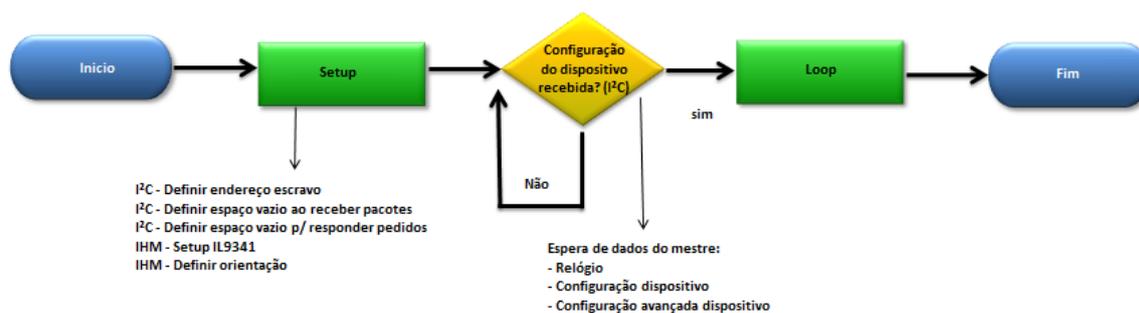


Figura 1 – Fluxograma programa principal – Escravo (Fonte: Autor)

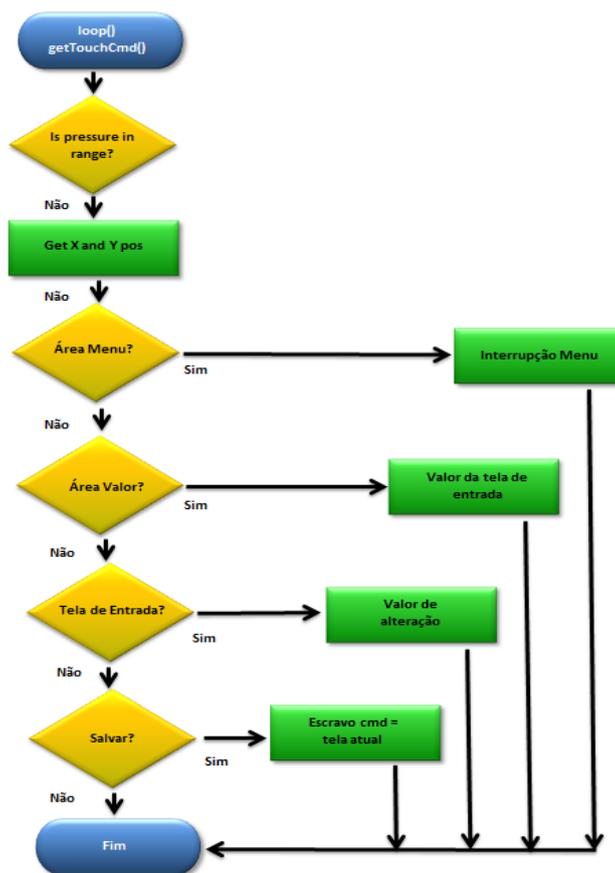


Figura 2 – Fluxograma loop (Fonte: Autor)

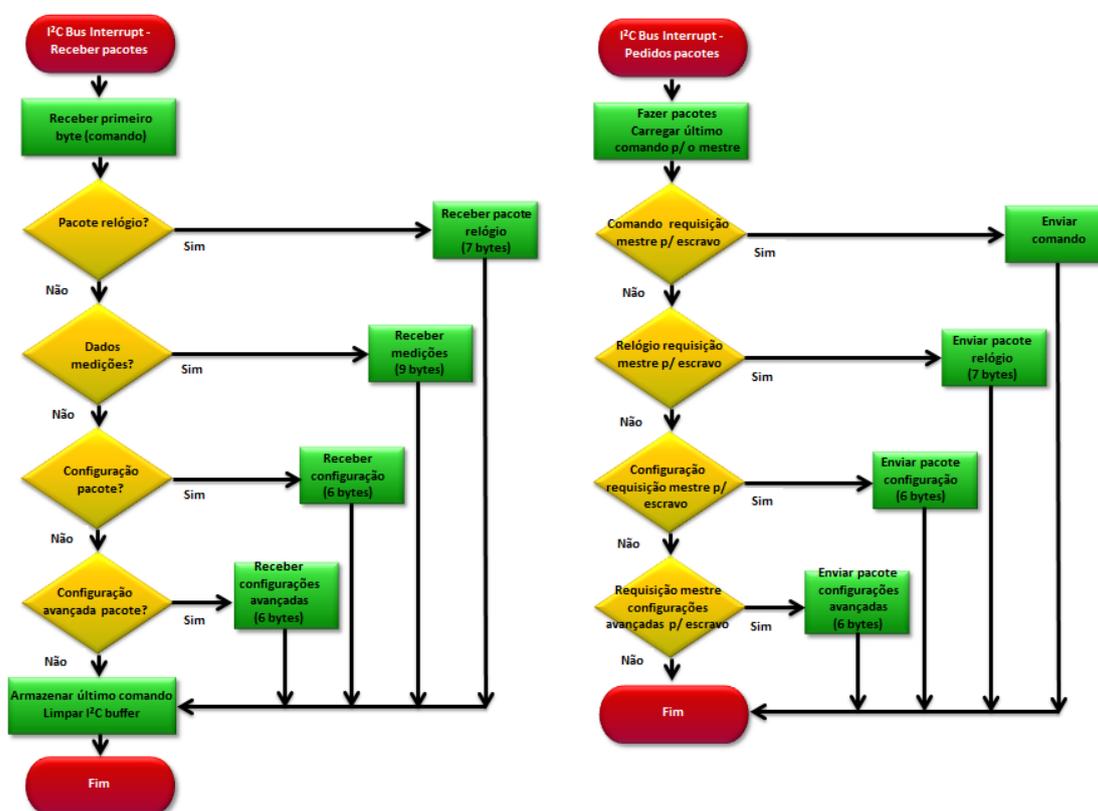


Figura 3 – Fluxograma interrupções de comunicação (Fonte: Autor)

No algoritmo do Arduino mestre se encontra o núcleo de tudo. Sem uma tela poderíamos desenvolver qualquer outra interface que pudesse exibir/alterar os dados, mas a medição, mesmo que fosse utilizado outro recurso (como recursos computacionais – LabView) a ausência do Arduino ou qualquer outro micro controlador, dificultaria a coleta dos dados, uma vez que o mesmo já conta com conversor A/D e comunicação (serial e TWI – two wire interface). Como um dos objetivos é facilitar a vida do usuário, todo o processamento e controle foram colocados dentro deste dispositivo.

Ao inicializa-lo, três tarefas, descritas a seguir, são criadas com um temporizador virtual da plataforma que utiliza o timer0 para esta função. Cada uma delas será abordada individualmente. Em seguida os dados são carregados da EEPROM para a memória RAM e inicia-se a comunicação I<sup>2</sup>C com o escravo. Caso ele não esteja disponível, o mestre ignora a sua ausência e roda as últimas configurações que foram salvas pelo usuário.

- Tarefa relógio: esta tarefa é executada a cada 1000 milissegundos e busca os valores de data e hora via barramento I<sup>2</sup>C do RTC.
- Tarefa comunicação: esta tarefa é executada a cada 1000 milissegundos e faz a comunicação entre o mestre e o escravo. No primeiro instante, o mestre envia um byte para o escravo que corresponde ao comando de requisição de comando do escravo. O próximo passo do mestre é requisitar um byte do escravo que indica se houve algum parâmetro alterado na interface. Este representa o comando do escravo. No próximo passo, o mestre compara este byte (que é um comando do escravo) e requisita mais dados do escravo, de acordo com o parâmetro alterado. Ele enviará um byte de comando novamente para o escravo, que corresponde à requisição de um determinado pacote e requisita os bytes do escravo. Quando o mestre recebe os bytes, ele verifica se a quantidade esta correta, lê os dados para a RAM e depois salva na EEPROM. Em seguida, o mestre envia os dados do relógio e de leitura em tempo real (1 byte de comando e uma sequencia de bytes de dados para cada pacote).
- Tarefa medição e controle: Esta tarefa é temporizada pelo parâmetro de intervalo que é parametrizado pela interface. A cada intervalo de tempo o micro controlador executa a amostragem de acordo com a quantidade de medições definida na interface e busca os valores de pico e médio (para o sensor de corrente) e o numero da amostra em que este pico foi detectado. Estas amostras são medidas por duas entradas analógicas (uma para tensão e outra para corrente). Para ambos, os valores medidos são convertidos em valores de tensão (entrada analógica de tensão) e depois calculados os valores de tensão e corrente correspondente. Para o valor de corrente, o valor de pico é subtraído pelo valor médio (corrente AC) e depois é multiplicado pela sensibilidade do sensor (pelo datasheet, 100mV/A), isso nos dá o valor de corrente de pico do circuito. Ao se dividir pela raiz de 2, temos o valor eficaz de corrente, pois  $I_p = I_{rms} * \sqrt{2}$ . Para a medição de tensão, o circuito medidor tem o seu valor médio de alimentação de 0V em 0V no pino analógico.

Desta maneira, com o pico de tensão do conversor A/D, multiplica-se pela sensibilidade do circuito e divide por raiz de 2, pois  $V_p = V_{rms} * \sqrt{2}$ . O valor de sensibilidade do circuito medidor de tensão foi feito experimentalmente. Aplicou-se tensões de entrada diferente e leu-se os valores de tensão do conversor A/D do Arduino. Em seguida foi feita a relação direta dos valores como pode ser visto abaixo. Para o calculo de fator de potência, foi utilizado a variável do número da amostra em que o pico foi encontrado para cada um dos valores (tensão e corrente) e a sua diferença multiplicada pelo delay causado pelo conversor A/D. Segundo o datasheet do Atmega 328, o oscilador do conversor roda a 125kHz e o mesmo leva 13 ciclos de clock para

realizar a conversão, o que nos gera 104 microssegundos de atraso para cada amostra. Porém, deve-se levar em consideração que o conversor leva um tempo para comutar o canal de medição de um pino para outro. Utilizando a função `micros()` da plataforma, verificou-se que para cada amostra gera-se 112 microssegundos de atraso. Desta maneira, obtêm-se a diferença temporal dos picos e em seguida, transforma-se em radianos, que é utilizado para encontrar o fator de potência da carga. O controle é feito logo em seguida. Caso o controle esteja desabilitado, o relé será acionado deixando a carga funcionar livremente, e o dispositivo permanece apenas exibindo os valores medidos. Caso o controle esteja habilitado, o sistema verificará se a tensão esta dentro da faixa selecionada que é definida pela tensão configurada e a variação suportada em porcentagem, verificando se há sub tensão ou sobre tensão, e se a corrente medida esta abaixo do valor definido na interface, verificando se há sobrecarga. Uma vez que uma dessas falhas ocorre, o sistema desligará o relé e este permanecerá desligado até que o sistema seja desabilitado e habilitado novamente (reset de software) ou o dispositivo seja desligado e religado (reset de hardware).

A Figura 4 mostra o funcionamento do programa principal mestre. A Figuras 5 e a Figura 6 mostram a tarefa de comunicação e a tarefa de medição, respectivamente.



Figura 4 – Fluxograma programa principal – Mestre (Fonte: Autor)



Figura 5 – Fluxograma tarefa comunicação (Fonte: Autor)

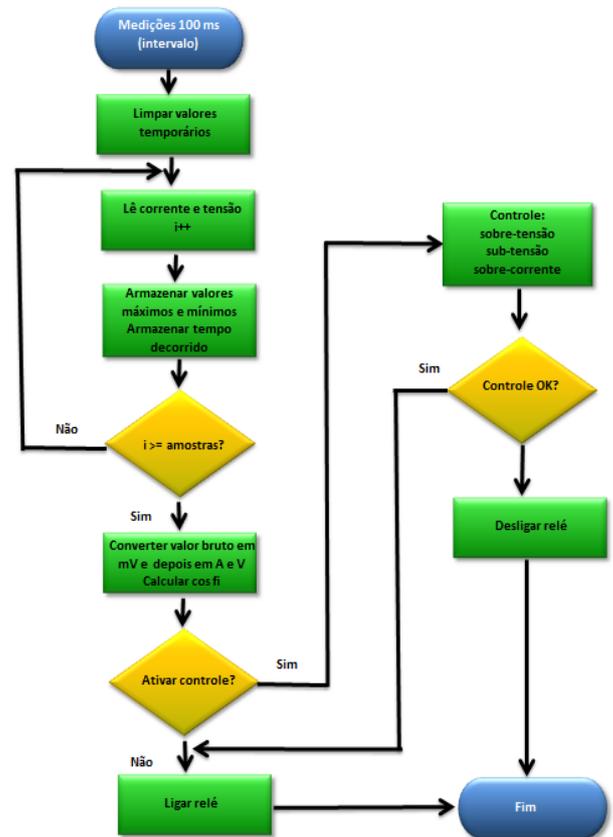


Figura 6 – Fluxograma tarefa medição (Fonte: Autor)

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A interface poderia ter sido qualquer outra tais como software no computador, smartphone, interface web ou outra, mas a escolha de uma tela LCD com touch possibilita a leitura e configuração sem a necessidade de qualquer outro dispositivo. Em contra partida, perde-se capacidade de processamento do micro controlador com a geração dos gráficos da tela, optou-se pela mudança de escopo inicial que era trabalhar com apenas um Atmega328. O registro de histórico e a integração dos valores para que estes fossem armazenados e consultados não foi implementado pela falta de espaço de armazenamento no Arduino responsável pelo controle da interface. O programa final ocupou mais de 31.664 bytes de ROM e 1.054 bytes de RAM.

Para o cálculo do fator de potência, foi utilizado o método de medição do defasamento das senóides de tensão e corrente através da detecção do pico de cada uma delas. No entanto, este método não possibilitou uma medição estável onde os picos, mesmo para carga resistiva, variavam sua posição. Foi definido via software, uma posição temporal fixa para o início das medições, mas ainda sim não conseguiu-se o resultado esperado.

Os algoritmos utilizados juntamente com o sensor ACS712 se mostraram muito precisos para a medição de corrente dos circuitos, além de que a interface possibilita facilmente que o projeto seja portado para cargas com correntes menores ou maiores, ajustando apenas a sensibilidade do sensor utilizado. Esta família de CI possui uma ampla faixa de medição que varia de 5A a 100A. As medições de tensão se mostraram muito eficientes também, com uma ampla faixa de medição que suporta qualquer uma das redes das concessionárias atualmente. O parâmetro de variação de tensão permite que a carga seja protegida por eventuais falhas na alimentação, tanto para sobtensões quanto para sobre tensões com uma ação tão rápida quanto o intervalo programado para as amostragens. Assim, a medição de potência real da carga foi muito precisa (considerando fator de potência 1).



Figura 7 – Interface medidor (Fonte: Autor)

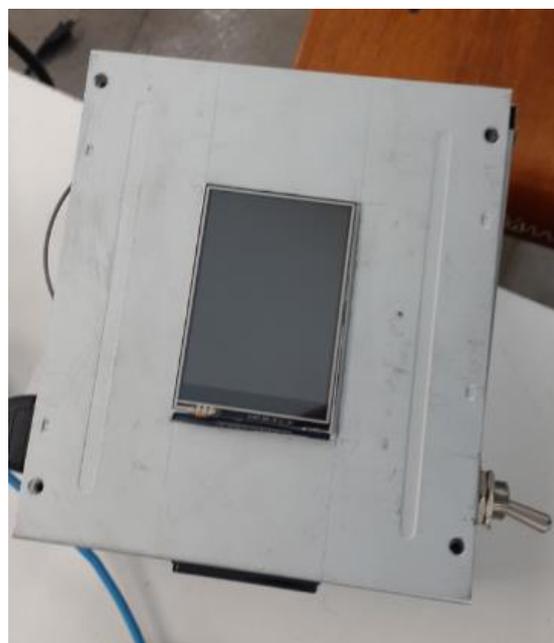


Figura 8 – Medidor estado final (Fonte: Autor)

A Figura 7 mostra a interface do medidor e a Figura 8 mostra o protótipo do medidor inteligente no seu estado final.

## 5 CONCLUSÃO

As medições de corrente com o sensor de efeito hall se mostraram muito eficientes e precisas, facilitando a implementação e a fácil portabilidade para várias faixas de potências. A medição de tensão com o circuito grampeador CC apresentado foi eficaz, no entanto a forma de onda não ficou como o esperado, o que pode ter influenciado a medição do fator de potência pelo cálculo do defasamento de ambas as senóides. O desligamento no caso de sobrecargas obteve sucesso. A necessidade de mudar o controlador para o projeto fica muito evidente, pois o mesmo não possui memória suficiente para as características estabelecidas. O sistema utiliza-se de dois micro controladores para que um deles monitore a carga em tempo real, enquanto o outro encarrega-se de realizar a interface entre o homem e o sistema. O objetivo geral do protótipo de um medidor inteligente de consumo de energia foi atingido e as expectativas foram parcialmente atendidas. Os testes realizados apresentou resultado satisfatório, mas deve-se realizar mais testes.

## REFERÊNCIAS

ALLEGRO MICROSYSTEMS INC. Disponível em: <Fonte: [www.allegromicro.com/~media/Files/Datasheets/ACS712-Datasheet.ashx](http://www.allegromicro.com/~media/Files/Datasheets/ACS712-Datasheet.ashx)>. Acesso em junho de 2015.

ARDUINO. Disponível em: <Fonte: <http://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>>. Acesso em: junho de 2015.

LANDISGYR EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO LTDA. Disponível em: < Fonte: <http://www.landisgyr.com.br>>. Acesso em abril de 2015.

MARTINS, A.R.S., ALVEAL, Carmem, SANTOS, E.M. et al. Eficiência energética: integrando (WAZLAWICK, 2009) Enciclopédia Saraiva do Direito — Volume 32, pág. 124 — Cid Tomanik Pompeu.

NETO, Daywes Pinheiro; LISITA, Luiz R.; MACHADO, Paulo C. M.; NERYS, José W.; SILVA, Marcelo Rubia da. *Modelação e análise da vida útil (metrológica) de medidores tipo indução de Energia Elétrica Ativa*. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Estadual Paulista. São Paulo. 2010. Disponível em: [http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/pos-graduacao/264-dissertacao\\_marcelo\\_rubia\\_silva.pdf](http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/pos-graduacao/264-dissertacao_marcelo_rubia_silva.pdf). Acesso em junho de 2015.

NIELSON, J.W. Circuitos Elétricos. 6ª.ed.Rio de Janeiro: LTC, 2003. Potência (física). In Infopédia [Em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2013. Disponível em: <URL: [http://www.infopedia.pt/\\$potencia-\(física\)](http://www.infopedia.pt/$potencia-(física))>. Acesso em: junho de 2015.

DAHLE, David. Dave's old Watthour Meder Webpage Dedicated to the history of the watthour mrter in the USA. Disponível em: <<http://www.watthourmeters.com/>>. Acesso em: junho de 2015.

## Modelagem de um Sistema Multiagente para Qualidade de Grãos

Haroldo G. F. Barroso<sup>1</sup>, Anderson F. O. Silva<sup>1</sup>, Isak H. R. Vieira<sup>1</sup>, Íthalo B. G. Moura<sup>1</sup>, Francisco S. L. Neto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Coordenação de Sistemas para Internet – Faculdade de Educação de Bacabal - FEBAC  
Rua 12 de outubro, 377, CEP 65700-000 – Bacabal – MA – Brazil

{haroldogomes86, ithalobgm}@gmail.com

***Abstract.** This article describes a modeling of a system whose goal is to provide quality to the grain, using resources and intelligent agents standards. A projection of a storage process is taken into account qualitative and quantitative parameters of a grain is needed to decrease the financial investment risks and to the health of post-harvest, reducing grain invalidity of time and chances transmission agrochemical diseases.*

***Resumo.** Este artigo descreve uma modelagem de um sistema, cujo objetivo é prover qualidade ao grão, utilizando recursos e padrões de agentes inteligentes. Uma projeção de um processo de armazenagem é levada em consideração, parâmetros qualitativos e quantitativos de um grão se faz necessário para diminuição de riscos de investimento financeiros e para com a saúde da pós-colheita, reduzindo o tempo de invalidade do grão e das chances de transmissão de doenças agroquímicas.*

### 1. Introdução

O Grão caracteriza-se como um produto matriz para muitos outros, dos básicos aos mais custosos, movimentando mercados gastronômicos, de bebidas e até de combustíveis, assim ganha uma notória importância no momento da conservação através de seu armazenamento, afim de que haja qualidade no processo e no produto.

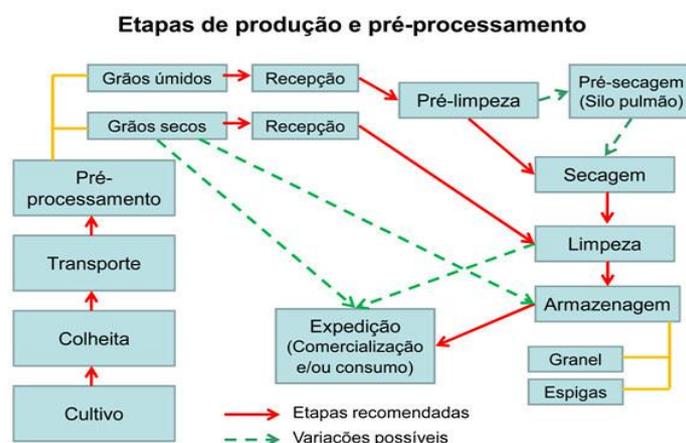
Os processos de armazenagem de grãos se destacam por englobar uma gama de rotinas, desde a colheita(automatizada ou não) até o momento de estoque, exigindo assim uma grande manutenção de qualidade do produto que demanda neste complexo ciclo. Acredita-se, que uma unidade armazenadora, técnica e convenientemente localizada, constitui uma das soluções para tornar o sistema produtivo mais econômico. Além de propiciar a comercialização da produção em melhores períodos, evitando as pressões naturais do mercado na época da colheita, a retenção de produto na propriedade, quando bem conduzida, apresenta inúmeras vantagens. Dentre elas devem ser citadas: minimização das perdas quantitativas e qualitativas que ocorrem no campo, pelo atraso da colheita ou durante o armazenamento em locais inadequados; economia do transporte, uma vez que os fretes alcançam seu preço máximo no "pico de safra".

A problemática no processo de armazenagem compreende-se não apenas no quesito físico, ou seja, no local de estoque ou a distribuição do produto, mas em grande parte na automatização do processo. Alguns softwares desconsideram parâmetros como

a migração da umidade e a condutibilidade térmica, que é de suma importância, mas muitas vezes definido como um parâmetro adjacente, o que leva a uma validade e qualidade menor do grão.

## 2. Processo de Colheita e Armazenagem

Em países como França, Argentina e Estados Unidos, o nível de satisfação da qualidade do grão oriundo de armazenamento (isso por que existe a opção de consumo imediato após a colheita) se encontra em 30 a 60%, enquanto no Brasil pouco mais de 5%, isso se dá não exclusivamente a fatores econômicos, mas na tecnologia implementada. É comum a utilização de softwares baseados em Inteligência Artificial nos países já citados, o que gera um diferencial competitivo de forma globalizada. É importante salientar que o processo é complexo e não totalmente especificado neste trabalho (ver figura 1), porém dois macroprocessos merecem atenção até se conceber um produto final (e utilizados em um modelo inicial proposto), são eles: o processo da colheita e o processo da armazenagem ou estocagem.



**Figura 1. Processo de colheita e armazenagem**

### 2.1. Colheita

O processo da colheita é periódico e extremamente minucioso, baseado na interseção entre o planejamento das fases (implantação da cultura) e o sistema de produção (plantio e colheita), sendo de larga escala ou não. Fatores como o mau preparo do solo, que promovem desníveis no terreno e oscilações na altura de corte durante a colheita, semeadura em época não indicada, que promove baixa estatura ou acamamento nas plantas, cultivares pouco aptas à região, presença de plantas invasoras, que promove alta umidade na área por maior tempo, e retardo na colheita são fatores indiretos de promoção de perdas[Reginato 2010].

### 2.2. Armazenagem

O processo da armazenagem ou estocagem, objeto e foco deste presente trabalho, embora tenha a sua “atenção” voltada ao estágio da dormência do grão, ainda considera suas propriedades de organismo vivo, isso facilita a irregularidade nos níveis de temperatura, pressão atmosférica, umidade relativa,  $CO_2$  e  $O_2$ , aumentando o tempo de

validade do grão, por outro lado o ambiente abiótico atrai constantemente insetos, ácaros, entre outras pragas. Tais pragas, naturalmente acabam por promover o que é conhecido por “taxa de deterioração”, o que impacta diretamente no ritmo da produção e no tempo em que pode manter estocada uma quantidade de grãos. Podem-se destacar algumas características de grãos armazenados:

(a) Massa porosa - Os grãos quando armazenados em silos ou em sacos, formam uma massa porosa constituída dos próprios grãos e do ar intersticial. O espaço ocupado pelo ar intergranular é de 40% a 45%. Pode ser determinado, facilmente, colocando-se certa quantidade de grãos em um recipiente graduado e, em seguida, derrama-se um líquido que não seja absorvido pelos grãos; óleo, por exemplo. Medindo-se a quantidade do líquido necessário para encher os espaços vazios até a superfície dos grãos, temos o volume do espaço intergranular. O oxigênio existente no espaço intergranular é utilizado no processo respiratório dos grãos.

(b) Condutibilidade térmica – Diferente de um metal, que conduz uma temperatura uniformemente, uma massa porosa de grãos recebe uma temperatura de forma diferente, O calor em uma massa de grãos é propagado por condução de grão para grão que se encontra em contato, é também conduzido por micro-convecção, em decorrência do fluxo de ar intergranular que se desloca. A massa de grãos é um bom isolante, oferecendo uma resistência ao fluxo de calor da ordem de 1/3 da resistência da cortiça.

(c) Processo respiratório – Como organismos vivos, mesmo que após a colheita, ainda existe respiração por parte dos grãos e estão sujeitos a constantes transformações. Considera-se manter em um ambiente que auxilie tal processo e que possua condições para as devidas mudanças.

(d) Umidade - Grãos secos e frios mantém melhor a qualidade original do produto. O teor de umidade é considerado o fator mais importante no controle do processo de deterioração de grãos armazenados. Se a umidade puder ser mantida a níveis baixos, os demais fatores terão seus efeitos grandemente diminuídos. Condições de armazenamento que promovem um aumento da intensidade da respiração dos grãos são prejudiciais porque produzem mudanças nas suas propriedades físicas e químicas que os tornam inúteis para o consumo "*in natura*" ou processamento industrial.

Sob baixos teores da umidade, a intensidade é baixa. Isto é explicado pelo baixo teor de *H<sub>2</sub>O* capturada, viscosidade do gel citoplasmático mais alta, impedindo os processos de difusão.

(e) Temperatura - A temperatura é outro fator que afeta a armazenagem de grãos. Juntamente com a umidade, ela é considerada um fator crucial à interação de fatores bióticos e abióticos que promovem a deterioração de grãos. Como o grão é comumente colhido seco ou pode ter seu teor de umidade reduzido a um nível de segurança, este passa a ter um papel menos importante que o da temperatura. Temperaturas ideais se encontram entre 28° a 32° C.

A importância da temperatura em sistemas de armazenagem de grãos pode ser destacada de diversas maneiras:

- os gradientes de temperatura no interior de silos, causam correntes convectivas de ar

que transferem umidade de uma parte a outra do silo, provocando a migração da umidade.

- as reações químicas catalíticas e não catalíticas são mais aceleradas à medida que a temperatura aumenta. Os teores de açúcar total e de ácido graxo livre tendem a aumentar a hidrólise de amido e gordura, ativados pelas temperaturas e umidades altas. O teor de ácido graxo livre do produto, em vista disso, mostra-se como um indicador de deterioração.

- existe uma relação direta entre a temperatura de grãos armazenados e o número de insetos que os infestem, bem como, com a intensidade de infecção fúngica de grãos úmidos.

### **3. Sistemas Multiagentes**

Sistemas Multiagentes(SMA) é uma subárea da Inteligência Artificial Distribuída(IAD) que permite vários processos autônomos em função de um objetivo específico, mas não exclusivo, representados neste trabalho por uma sociedade de agentes inteligentes que de uma forma genérica são entidades autônomas que são integradas em um ambiente e é capaz de realizar algumas funções como a de perceber mudanças de estados no ambiente que está inserido e relacionar-se com outras entidades(agentes artificiais e humanos) provendo uma maior tolerância a falhas, segurança, poder computacional e aproveitamento de tecnologia. A tomada de decisão deve ser refinada através de um raciocínio e compreensão própria [Wooldridge 1999], de acordo [Abreu 2002] e [Bordini et al. 2004] com possuindo características mínimas como:

(a) Autonomia - executa as suas ações sem ou com o mínimo de interferência direta de agentes humanos ou de outros agentes computacionais, controlando o seu estado interno e as suas ações.

(b) Reatividade - é a capacidade de perceber e reagir às alterações no ambiente em que estiver inserido.

(c) Habilidade Social - é a capacidade de interagir com outros agentes (humanos ou computacionais) quando necessitar de um auxílio para resolver algum problema, ou para auxiliar outros agentes em suas atividades.

#### **3.1. Modelagem de agentes**

Em Engenharia de Software busca-se compreender os métodos e modelos de um software através de sua abstração, não diferente a Engenharia de Software Orientada a Agentes utiliza a concepção de um comportamento abstrato de um agente [Silva e Mendes 2003], no qual o ambiente é o fator principal na modelagem de agentes, pois os mesmos se adaptarão , sendo assim compreende-se que o ambiente define os objetivos, papéis e as interações que deve existir entre os agentes.

A modelagem deve ser capaz de representar as interações dentro de uma sociedade de agentes [Frigo et al. 2004], mesmos que sejam de paradigmas diferentes, definir protocolos de troca de mensagem, que instrumentos deverão ser utilizados,

identificação de grupos de agentes, bem como sua responsabilidade. Para tal fase definiu-se a utilização da linguagem de modelagem MAS-ML.

### 3.1.1. MAS-ML

MAS-ML ( *Multi-Agent System Modeling Language* - Linguagem de Modelagem para Sistemas Multiagente) dentre muitas vantagens em sua utilização podemos citar: (i) modela agentes baseados em objetivo com plano[Weiss 1999], (ii) possui uma ontologia associada, (iii) oferece suporte a objetos convencionais, (iv) identifica papéis, (v) modela adequadamente ambientes e a interação entre agente e ambiente, e (vi) introduz explicitamente novos conceitos ao metamodelo UML (*Unified Modeling Language*, Linguagem para modelagem de *softwares* orientado à objetos) relacionados a entidades orientadas a agentes, abstração e decomposição do comportamento, aspectos sociais e mentais e interações comunicativas[Silva et al. 2004] [Silva et al. 2005] [Silva et al. 2007].

## 4. Modelagem de um SMA para provimento de qualidade de grãos

Baseado no referencial de modelos de softwares com a abordagem centrada em agentes e uma linguagem para modelagem, propõe-se um arcabouço de *software*, para uma futura implementação focada inicialmente dois em processos: comunicação entre agentes de *software* e validação da qualidade de grãos na armazenagem baseada em parâmetros reais. Um primeiro modelo pode ser compreendido (ver figura 2), como a comunicação dos agentes (agente qualitativo e agente quantitativo, agem como um *ping-pong* de respostas baseados no parâmetros do subitem 2.2 deste trabalho) utilizando protocolos (regras pré-estabelecidas) para prover interação e reação entre os mesmos, de forma que o sistema possa se adaptar a novos ambientes.

Interações do *Agente\_Quantitativo*:

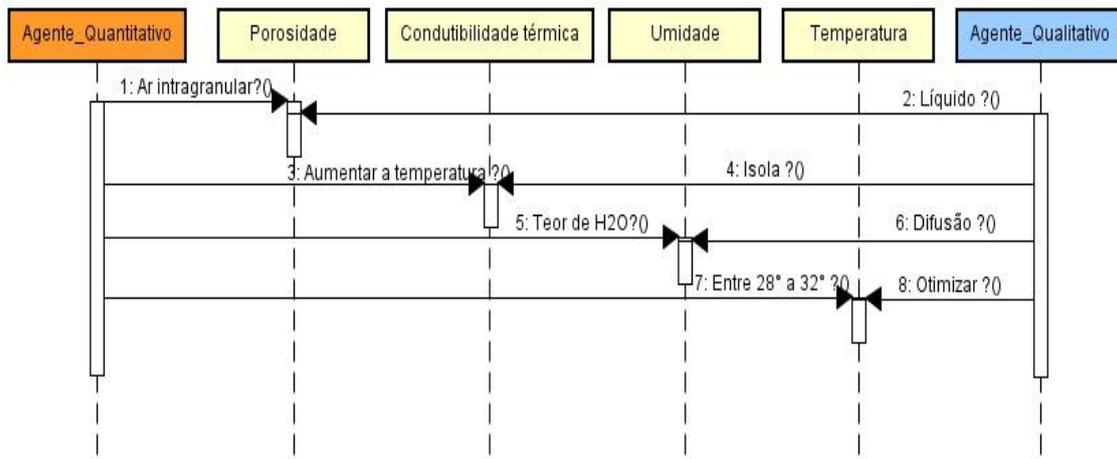
- (1) Pergunta ao *Agente\_Qualitativo* se o espaço do ar intragranular está entre 40% e 45%;
- (3) Aumenta-se a temperatura para melhorar a condução térmica? Indaga o agente;
- (5) O teor de *H2O* está ideal?
- (7) A temperatura do ambiente está entre 28° a 32°? .

Interações do *Agente\_Qualitativo*:

- (2) Pergunta ao *Agente\_Quantitativo* se na ocasião foi colocado algum líquido para auxílio na ocupação do espaço, pois o grão possui baixo poder de absorção;
- (4) Indaga se há possibilidade de isolar o grão manter um temperatura ambiente;
- (6) Haverá processo de difusão?
- (8) Esta temperatura é realmente ideal para esse tipo de grão ou é uma tomada de decisão genérica? .

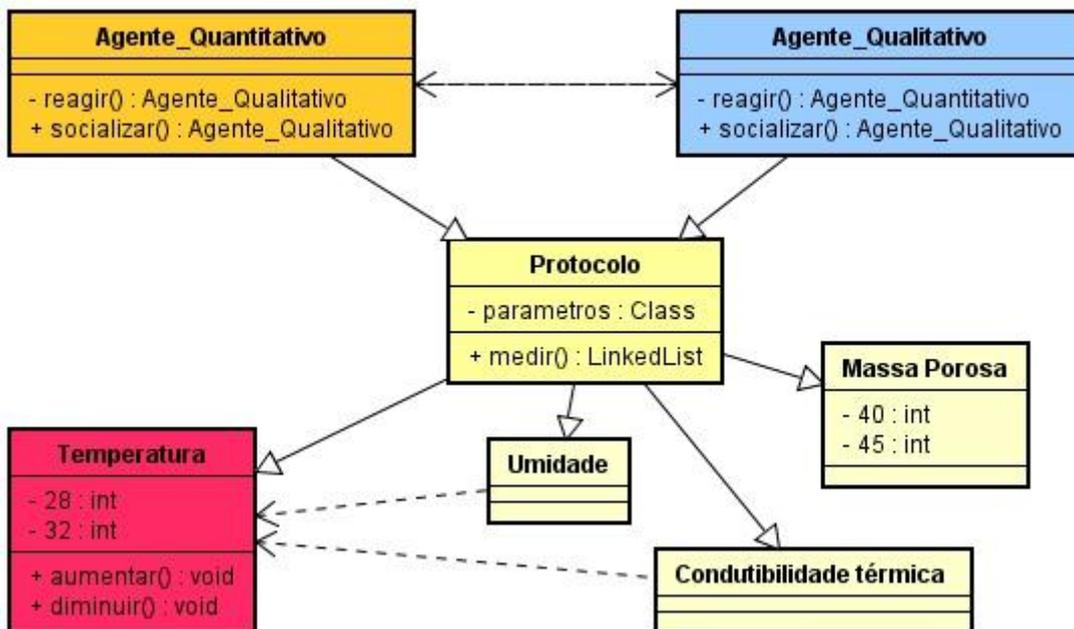
Em um segundo modelo (ver figura 3), compreende-se as classes do agentes, bem como as classes em que ocorrerá a interação baseada nos parâmetros e a reação

entre os próprios agentes dentro de uma sociedade, havendo aprendizagem e colaboração entre os mesmos, demonstrando a possibilidade de evolução do *software* e justificando a utilização da Inteligência Artificial Distribuída, mas especificamente dos Sistemas Multiagentes, em uma classe baseada em agentes segue-se o padrão da orientação à objetos, possuindo: atributos, métodos, visibilidade e relacionamentos, porém é notória a complexidade em abstrair agente e de que forma o mesmo impacta em uma sociedade.



**Figura 2. Interação e comunicação entre agentes.**

Um modelo de classes é proposto seguindo as especificações dos parâmetros, demonstrando ênfase as ações desempenhadas pelos agentes de reagir e se socializar utilizando uma classe **Protocolo**, que é responsável pela mensuração se todos os parâmetros estão apresentando um resultado médio ou não, no qual a partir da segunda interação pós-medição o agente escala em nível de aprendizagem e sociabilidade.



**Figura 3. Classes de agentes**

## 6 Trabalhos futuros

Em um trabalho futuro será implementado uma sociedade de agentes para mensuração de qualidade do grão, porém se faz necessário modelar tal software afim de que os erros sejam mínimos e de fácil correção, compreender a um nível mais complexo tais requisitos que envolvem esta problemática, antes do desenvolvimento de um protótipo.

## 7 Conclusões

Os Sistemas Multiagentes através de literaturas, *softwares* e modelos demonstram a cada dia seu avanço em várias áreas, não diferente no setor agrário, responsável por grande fatia no PIB(Produto interno bruto) e com constantes desafios tecnológicos, os SMA's solidificam recursos de evolução, aprendizagem e poderio computacional.

## 8 Referências

Abreu, B. L., Silva, C. R., Souza, F. F.: *SEI – Sistema de Ensino Inteligente*. Disponível em:[http://www.sbc.org.br/reic/edicoes/2002e1/cientificos/SEI-Sistema deEnsinoInteligente.pdf](http://www.sbc.org.br/reic/edicoes/2002e1/cientificos/SEI-Sistema%20deEnsinoInteligente.pdf). Acessado em: 02/04/2015.

Bordini, R. H., Vieira, R., Moreira, A. F.: *Fundamentos de Sistemas Multiagentes*. Disponível em: <http://www.inf.unioest.br/~cbrizzi/FSMA-bordini.pdf>. Acessado em: 14/04/2015.

Friego, L. Pozzebon, E. Bittencourt, G. O Papel dos Agentes Inteligentes nos Sistemas Tutores Inteligentes. World Congress on Engineering and Technology Education. 2004, São Paulo, Brasil.

Silva, P. S.; Mendes, M. J. (2003). Uma Abordagem para Incorporar Mecanismos de Inteligência Artificial a Agentes Móveis. XXI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores. Natal, Rio Grande do Norte. pp. 837-852.

Silva, V. T. da; Choren, R.; Lucena, C. J. P. de (2004). Using the MAS-ML to Model a Multi-agent System. Em: Software Engineering for Multi-Agent Systems II, Berlin: Springer, p 349-351.

Silva, V. T.; Choren, R.; Lucena, C. J. P. de (2005). Using UML 2.0 Activity Diagram to Model Agent Plans and Actions. The International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems (AAMAS'2005), 4th. Proceedings of the International Conference on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, Netherlands, Holanda, pp. 594-600, v. 2, n.1, ACM, ISBN: 1- 59593-094-9.

Silva, V. T.; Choren, R.; Lucena, C. J. P. de (2007). MAS-ML: A Multi-Agent System Modeling Language. Conference on Object Oriented Programming Systems Languages and Applications (OOPSLA); In: Companion of the 18th annual ACM SIGPLAN Conference on Object-oriented programming, systems, languages, and applications; Anaheim, CA, USA, ACM Press, pp. 304-305.

Regitano M. A. B. d'Arce (2010) Pós Colheita E Armazenamento De Grãos. Material Didático. Depto. Agroindústria, Alimentos e Nutrição ESALQ/USP

Wooldridge, M., Jennings, N.: *Intelligent Agents: Theory and Practice*. (1999) Disponível em:<http://www.doc.mmu.ac.uk/STAFF/mike/ker95/ker95-html.html>.

Weiss, G. (1999). *Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence*. MIT Press, Massachusetts.

# PeQuiz: jogo educacional como ferramenta para o ensino de História e Geografia do Estado de Goiás

Marcos Alves Vieira<sup>1,2</sup>, Ernesto Fonseca Veiga<sup>1</sup>,  
Carlos R. da Silveira Júnior<sup>3</sup>, Sergio T. Carvalho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Informática – Universidade Federal de Goiás (UFG)  
Goiânia – GO – Brasil

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano)  
Iporá – GO – Brasil

<sup>3</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG)  
Inhumas – GO – Brasil

{marcosalves, ernestofonseca}@inf.ufg.br

profcarlos.ifg@gmail.com, sergio@inf.ufg.br

**Abstract.** *This article presents PeQuiz, an educational game for teaching History and Geography of the State of Goiás, Brazil. The game stimulates student learning through multiple choice questions and creates a table with the score of the best players in real time, thus inducing a collective competition. The game was evaluated with school students, who rated the game as a motivator for learning. More details about the assessment results and related discussions are also presented.*

**Resumo.** *Este artigo apresenta o PeQuiz, um jogo educacional para o ensino de História e Geografia do Estado de Goiás. O jogo estimula o aprendizado dos alunos por meio de perguntas de múltipla escolha e cria uma tabela com a pontuação dos melhores jogadores, em tempo real, motivando assim uma competição coletiva. O jogo foi avaliado com alunos de nível médio, que o classificaram como motivador para a aprendizagem. Mais detalhes sobre a avaliação e discussões relacionadas também são apresentados.*

## 1. Introdução

A intensidade com que a informática se desenvolveu nos últimos anos, permitiu um avanço crucial na qualidade do ensino, principalmente por ser um instrumento que desperta a atenção dos discentes [Lucena et al. 2013]. Um exemplo concreto disso refere-se aos jogos educacionais, que apresentam muitos benefícios no contexto das salas de aula, sendo uma ferramenta que desperta a atenção e a motivação dos alunos, contribuindo com melhores resultados no aprendizado e incentivando o raciocínio, a proatividade e o trabalho colaborativo [Bovo 2001]. Nesse contexto vários jogos educacionais são desenvolvidos para aplicação em diferentes áreas de conhecimento desde o ensino infantil ao ensino superior [Valente et al. 1999].

Entretanto, apesar da notável ebulição nas pesquisas na área de Informática na Educação e, em especial, em jogos educacionais como objetos de aprendizagem, são

praticamente inexistentes os produtos que abordem temáticas regionais, objetivando auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de particularidades da região onde o aluno vive, como é o caso das disciplinas de História e Geografia.

Particularmente, os jogos educacionais disponíveis na área de Geografia são, em sua maioria, jogos de perguntas e respostas sobre localização de cidades em mapas, nomes de capitais de estados e países. Já em História, são encontrados jogos educacionais, também de perguntas e respostas, em diferentes temáticas como História Geral e do Brasil, no entanto, não foram encontrados jogos que tragam a temática regional. Além disso, poucos são os jogos educacionais de Geografia ou História que permitem uma competição em tempo real entre os participantes, estimulando o desenvolvimento da atividade.

Este trabalho apresenta o PeQuiz, um jogo de perguntas e respostas que pretende contribuir no aprendizado de História e Geografia do Estado de Goiás, além de torná-lo divertido e lúdico. Para o desenvolvimento da proposta e do jogo em si, foi realizada uma pesquisa sobre jogos educacionais e uma revisão bibliográfica para levantamento das principais questões a serem abordadas sobre os temas de Geografia e História de Goiás. O nome PeQuiz é uma junção das palavras “pequi”, homenageando este fruto típico do cerrado goiano, e “quiz”, que é o termo em inglês utilizado para questionário. O objetivo do PeQuiz é ser uma ferramenta complementar para o professor, que ao mesmo tempo estimule e torne interessante o aprendizado por parte dos alunos.

O restante deste trabalho está estruturado como se segue: a Seção 2 apresenta os trabalhos relacionados; a Seção 3 trata do jogo educacional PeQuiz; a Seção 4 faz um resumo da metodologia de avaliação do PeQuiz pelos alunos; a Seção 5 apresenta e comenta os resultados da avaliação do PeQuiz; por fim, a Seção 6 traz a conclusão e os trabalhos futuros.

## **2. Trabalhos relacionados**

Diversos estudos vêm sendo desenvolvidos na área de Informática na Educação, propondo objetos de aprendizagem, como jogos e softwares educativos, para os mais diversos domínios do conhecimento, tendo por objetivo, auxiliar os diversos educadores em seu cotidiano educacional e contribuir para a disseminação e construção do conhecimento [Borges 2008, Bovo 2001, Lazzarotto et al. 2011, Lucena et al. 2013, Miranda et al. 2010].

Em relação ao ensino de História e Geografia, pesquisadores e professores têm estudado maneiras de aumentar o interesse dos alunos em relação aos estudos [Tüzün et al. 2009]. Castleford & Robinson [Castleford 1998] observaram que aulas teóricas têm sido a principal metodologia de ensino utilizada pelos professores. Por outro lado, diversos estudos como [Aldrich 2003, Becker 2007, Gee 2007], têm mostrado que há uma necessidade de novas pedagogias, devido às mudanças nas características dos “estudantes da nova era”.

O GeoEdu [Santos et al. 2014] caracteriza-se como um software educacional que utiliza estratégia de jogos como estímulo para o desenvolvimento de atividades com ênfase no ensino de Geografia. O jogo gerencia a atribuição de pontos a cada usuário pelas atividades realizadas, de forma individualizada, no intuito de verificar o seu aproveitamento e rendimento, além da criação de um *ranking* para verificação de disparidades

quanto a realização das mesmas atividades entre todos os usuários. Apesar de destacada sua expansibilidade, destacam-se como limitações do jogo o número reduzido de atividades disponíveis.

Quanto ao ensino de História apoiado por ferramentas computacionais, o e-Museu [Eline et al. 2014] traz uma abordagem de museu virtual que permite a construção de salas de visitação de acordo com o tema que se pretende abordar. O projeto é bem flexível, permitindo explorar visualmente diferentes conteúdos *online*, porém, são destacadas como carência, opções de interação com o usuário, principalmente na interação através de dispositivos móveis.

O jogo educacional PeQuiz, apresentado neste trabalho, foi desenvolvido para abordar tanto os conteúdos de História quanto de Geografia, no contexto do estado de Goiás. O PeQuiz oferece um vasto conjunto de questões, as quais podem ser expandidas pelo professor, além de permitir sua utilização por diversos alunos simultaneamente. O jogo apresenta a pontuação individual dos jogadores (alunos) e também armazena o histórico de pontuações, na forma de um *ranking*, que pode ser utilizado para avaliação dos alunos de forma individual ou em grupo, além de estimular a competitividade. Mais detalhes sobre o jogo podem ser vistos na seção seguinte.

### 3. O jogo educacional PeQuiz

O projeto envolveu estudos sobre Geografia e História de Goiás e jogos educacionais, bem como o levantamento dos requisitos para o PeQuiz e o seu desenvolvimento. Além disso, foi realizada a avaliação do jogo por alunos de cursos técnicos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), Campus Inhumas.

No PeQuiz, os jogadores devem responder a dez perguntas sobre História e Geografia do Estado de Goiás, no menor tempo possível. Seu nome se deu da junção das palavras *pequi*, fruta típica do cerrado goiano, e *quiz*, uma forma de jogo no qual os jogadores (individuais ou em times) tentam responder perguntas de maneira correta.

A motivação de se desenvolver um jogo no formato de um *quiz* se dá pelo fato deste modelo oferecer uma forma desafiadora de diversão [Wang 2008] e também por possibilitar mecanismos de autoavaliação, pois os erros e acertos dos jogadores são apontados durante a sessão de jogo [Bontchev and Vassileva 2010]. Além disso, o PeQuiz estimula a competitividade ao apresentar um placar com a pontuação dos melhores jogadores atualizada em tempo real.

O principal objetivo do PeQuiz é auxiliar os professores de História e Geografia, atuando como uma ferramenta no ensino do conteúdo relacionado ao Estado de Goiás, ao fazer uso de dispositivos computacionais para proporcionar aos alunos uma forma interativa e competitiva de aprender.

#### 3.1. Funcionamento do jogo

No começo da sessão de jogo, dez perguntas são escolhidas de maneira aleatória. Estas podem ser tanto de História quanto de Geografia de Goiás. As perguntas são apresentadas ao jogador em sequência e cada uma possui quatro alternativas, sendo somente uma delas a correta. A ordem das alternativas também é aleatória. Atualmente, o banco de dados possui cerca de duzentas perguntas. Nenhum cadastro prévio é necessário para começar

a jogar. O jogador decide informar seu nome somente se desejar adicionar sua pontuação final ao placar.

Na Figura 1 (A), pode-se ver a tela do PeQuiz em execução. O jogador em questão está respondendo à primeira pergunta. No canto superior direito da tela tem-se o domínio da pergunta, que no caso é de Geografia. Logo abaixo, é apresentado o contador de tempo da sessão de jogo, seguido pelo número da pergunta, a própria pergunta e suas alternativas.



**Figura 1. (A) Tela do PeQuiz em execução; (B) Tela de conferência.**

Quando o jogador seleciona a alternativa que julga estar correta e pressiona o botão “Responder”, ele é redirecionado para uma outra tela, conforme a Figura 1 (B), que mostra a conferência da resposta e indica ao jogador se sua resposta foi correta ou incorreta. Nesta tela, o contador de tempo fica parado, dando mais conforto para o jogador conferir sua resposta e, se for o caso, poder aprender com seu erro. A parte inferior da tela de conferência apresenta cor vermelha caso o jogador tenha errado a resposta e cor verde caso ele tenha acertado. Uma frase cômica aleatória comentando o resultado também é mostrada, seguida do botão “Continuar”, que direciona o jogador para a próxima pergunta.

A Figura 3 (A) apresenta o resumo da sessão de jogo, que é mostrado ao jogador ao final das dez perguntas. O jogador pode optar por incluir sua pontuação no placar do jogo e, para tanto, deve informar seu nome. Dessa forma, sua pontuação ficará visível a todos os jogadores.

A pontuação final leva em consideração a quantidade de respostas corretas e incorretas, além do tempo total gasto para respondê-las, e é dada pela equação apresentada pela Figura 2, onde  $p$  é a pontuação do jogador;  $c$  é a quantidade de perguntas respondidas corretamente;  $e$  é a quantidade de perguntas respondidas de maneira incorreta e  $t$  é o tempo total, em segundos, gasto para responder às dez perguntas. Esta fórmula foi elaborada com o intuito de valorizar as respostas corretas e penalizar o jogador pelas respostas incorretas, além de dar peso ao tempo gasto para responder as dez questões.

$$p = \lceil 1000 \cdot \left( \frac{(c \cdot 100) - (e \cdot 50)}{t} \right) \rceil$$

**Figura 2. Equação para cálculo da pontuação final.**

No placar, apresentado na Figura 3 (B), são mostradas as pontuações dos vinte melhores jogadores. Ele é atualizado em tempo real e pode ser acessado a qualquer momento, por meio do *link* “Placar”, que fica na parte inferior da tela de jogo.

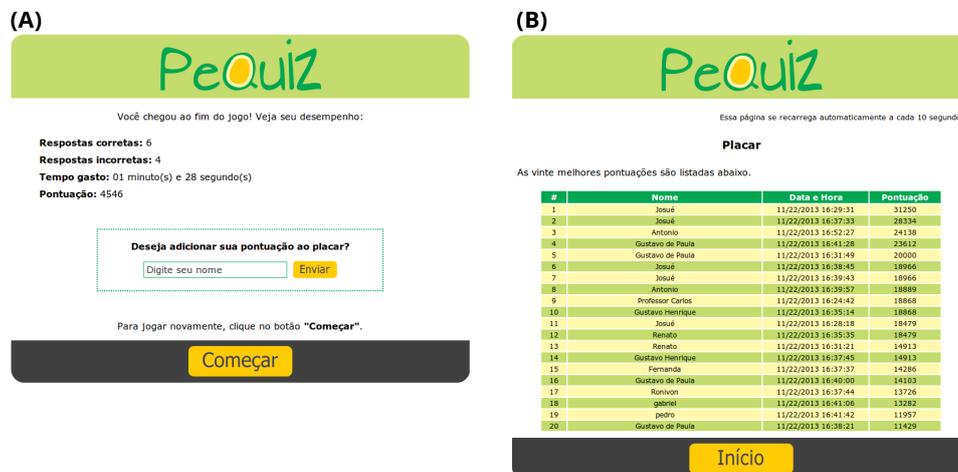


Figura 3. (A) Resumo da sessão de jogo, apresentado ao final das dez questões; (B) Placar do jogo, onde são apresentadas as vinte melhores pontuações.

Foi desenvolvido também uma área administrativa, protegida por senha, com a finalidade de facilitar o o cadastro das perguntas e suas alternativas.

O jogo foi implementado com a linguagem de programação PHP e seu banco de dados utiliza o SGBD MySQL. Como servidor HTTP, foi utilizada a solução da Apache.

A versão atual do PeQuiz permite que ele seja utilizado por diversos usuários simultaneamente, através de um navegador *web*. Sendo assim, o PeQuiz pode ser acessado através de múltiplos sistemas operacionais ou até mesmo dispositivos heterogêneos, como tablets, computadores pessoais (PC), smartphones, ou qualquer dispositivo que disponha de um navegador *web*, sem a necessidade de instalação do jogo no dispositivo do aluno.

Na Figura 4, pode-se ver o PeQuiz sendo executado, simultaneamente, em três dispositivos diferentes: em (A), tem-se *tablet* com sistema Android e navegador Google Chrome; em (B), uma *Smart TV* de 42 polegadas, com sistema operacional e navegadores proprietários; e, em (C), um *smartphone* com sistema Android e navegador Opera Mobile.

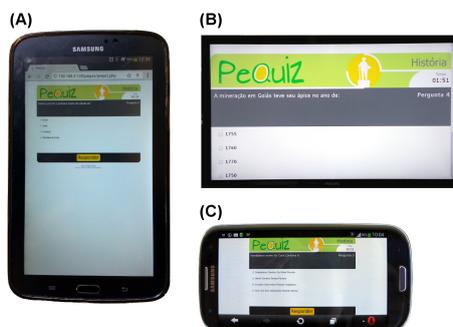


Figura 4. PeQuiz sendo executado simultaneamente em dispositivos, sistemas operacionais e navegadores diferentes.

#### 4. Metodologia de avaliação do jogo

Para avaliar o PeQuiz, foram conduzidas sessões de jogo com duração de 15 minutos para que os alunos jogassem o PeQuiz individualmente em computadores de um dos laboratórios de informática do campus Inhumas, do IFG.

Durante as sessões de avaliação, o placar do jogo, que apresenta as 20 melhores pontuações, foi apresentado em uma das paredes do laboratório, com o auxílio de um projetor de imagens. O placar apresentava atualizações em tempo real para que todos pudessem conferir sua pontuação em relação aos demais jogadores.

Ao término de cada sessão de jogo, os três alunos melhores colocados receberam como prêmio picolés de frutos típicos do Cerrado, que é o bioma típico do estado de Goiás. Na sequência, os alunos foram convidados a preencher uma ficha de avaliação.

#### 5. Avaliação e resultados

Para aferir os resultados obtidos com a avaliação do PeQuiz pelos alunos, foi aplicado um questionário avaliativo com 10 perguntas, que consistia de 2 perguntas pessoais, 5 perguntas objetivas de múltipla escolha e 3 questões dissertativas. Esse questionário avaliativo foi aplicado a todos os participantes, ao final da sessão de jogo.

As questões 1 e 2 foram referentes à idade e série que o aluno cursa. A maioria dos alunos que responderam os questionários possuem idade entre 13 e 17 anos, são estudantes do Ensino Médio Técnico e também do Proeja, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Inhumas. Participaram ainda da avaliação alguns alunos com idade acima de 18 anos.

As questões 3 e 4 são referentes à utilização de jogos educacionais no dia a dia da escola dos participantes da avaliação. É relevante destacar que 80% das pessoas que participaram da avaliação utilizaram pouco ou nenhuma vez os jogos educacionais em seu ambiente de ensino, conforme pode ser visto na Figura 5 (A). Dos 20% que já utilizaram, as principais áreas foram: Matemática, Geografia, Ciências e História, como mostrado na Figura 5 (B).

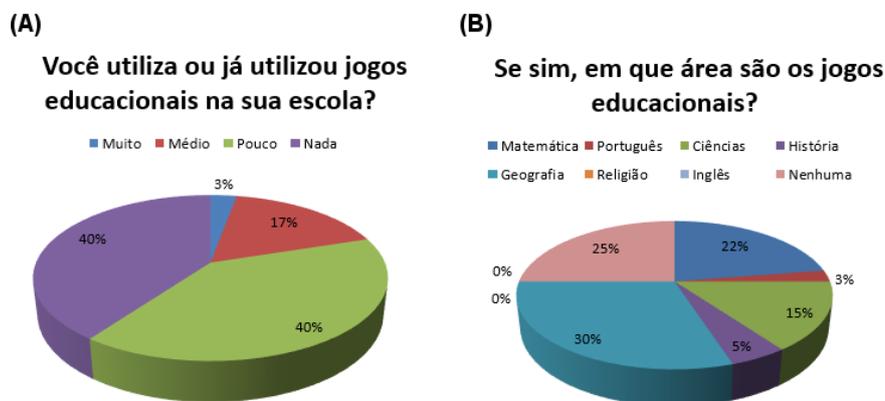


Figura 5. Gráficos das respostas às questões 3 e 4 do questionário avaliativo.

As questões 5 e 6 trataram da avaliação dos alunos sobre o jogo PeQuiz e sobre jogos educacionais em geral. Mesmo que a maioria dos alunos nunca tivesse utilizado

jogos educacionais anteriormente, 63% consideraram que é possível aprender muito com jogos educacionais. Uma porcentagem um pouco maior, 68%, avaliaram que o PeQuiz motiva muito o estudo de História e Geografia de Goiás.

A última questão objetiva tratou do grau de aprendizado em relação ao PeQuiz. Nessa questão, 20% dos avaliados responderam que aprenderam muito com o PeQuiz; 63% responderam que o aprendizado foi médio; e os 17% restantes disseram que aprenderam pouco.

## 6. Conclusões e trabalhos futuros

Neste trabalho foi apresentado o jogo educacional PeQuiz, cujo objetivo é auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de História e Geografia de Goiás, de maneira lúdica e divertida. O jogo possui inicialmente mais de duzentas perguntas, que podem ser incrementadas a qualquer momento pelos professores, e que são sorteadas de forma aleatória e apresentadas para o jogador em uma sessão de jogo com dez questões.

Os resultados da avaliação do jogo se mostraram promissores, pois a maioria dos participantes relataram ter aprendido com a utilização do PeQuiz e o avaliaram como motivador para o estudo das disciplinas envolvidas. Por meio da análise das sugestões deixadas pelos alunos no formulário avaliativo, são apontados a seguir uma série de trabalhos futuros que visam tornar o PeQuiz mais eficiente em seu propósito.

Os trabalhos futuros podem ser divididos em duas categorias: pedagógica e técnica. Na parte pedagógica, o jogo necessita de: (i) adição de novas perguntas, de maneira a trazer uma maior variedade de conteúdo aos alunos, ou seja, quanto maior a quantidade de perguntas, menor é a chance de repetição delas em sessões de jogos consecutivas; (ii) avaliação do banco de questões junto a professores da área, de maneira a validar as questões apresentadas e otimizar o aprendizado dos alunos com a utilização do jogo educacional; (iii) revisão da fórmula de pontuação para que o tempo de jogo tenha um menor peso na pontuação final; e, por fim, (iv) avaliação do PeQuiz com mais alunos, de diferentes escolas e faixas etárias.

Já na parte técnica, um trabalho futuro de relevância seria a criação de uma versão alternativa do PeQuiz para a plataforma Android, tornando-o acessível a um maior número de alunos, por meio de seus dispositivos móveis (*tablets* e *smartphones*), dispensando a necessidade de um servidor central para hospedar o jogo e seu banco de dados, facilitando e maximizando a sua utilização.

## Referências

- Aldrich, C. (2003). *Simulations and the future of learning: An innovative (and perhaps revolutionary) approach to e-learning*. John Wiley & Sons.
- Becker, K. (2007). Pedagogy in commercial video games. *GIBSON, D.; ALDRICH, C.*
- Bontchev, B. and Vassileva, D. (2010). Educational quiz board games for adaptive e-learning. In *Proc. of Int. Conf. ICTE*, pages 63–70.
- Borges, M. d. F. V. (2008). Inserção da informática no ambiente escolar: inclusão digital e laboratórios de informática numa rede municipal de ensino. In *Anais do Workshop de Informática na Escola*, volume 1.

- Bovo, V. G. (2001). O uso do computador na educação de jovens e adultos. *Rev. PEC, curitiba*, 2(1):105–112.
- Castleford, J. (1998). Evaluating it-based resources for supporting learning and teaching in geography: some case studies. *Journal of Geography in Higher Education*, 22(3):375–381.
- Eline, F. d. A., Zaina, L. A., de Leles, A. D., et al. (2014). Aprendendo história através de museus virtuais: uma parceria entre professores e museólogos. In *Anais do Workshop de Informática na Escola*, volume 20.
- Gee, J. P. (2007). Good video games and good learning: Collected essays on video games, learning and literacy (new literacies and digital epistemologies).
- Lazzarotto, L. L., de Paiva Oliveira, A., Braga, J. L., and dos Passos, F. J. V. (2011). A educação em ambientes virtuais: proposição de recursos computacionais para aumentar a eficiência do processo ensino-aprendizado. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 19(2):42–55.
- Lucena, G. L., dos Santos, V. D., and da Silva, A. G. (2013). Laboratório virtual como alternativa didática para auxiliar o ensino de química no ensino médio. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 21(02):27.
- Miranda, L. C., Sampaio, F. F., and Borges, J. A. S. (2010). Robofacil: Especificacao e implementacao de um kit de robotica para a realidade educacional brasileira. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 18(3):46–58.
- Santos, C. P., Segatto, R., Teixeira, Y. P., and Willers, T. F. (2014). Interface natural na educação: Um estudo de caso no ensino de geografia. In *Anais do Workshop de Informática na Escola*, volume 20.
- Tüzün, H., Yılmaz-Soylu, M., Karakuş, T., İnal, Y., and Kızılkaya, G. (2009). The effects of computer games on primary school students' achievement and motivation in geography learning. *Computers & Education*, 52(1):68–77.
- Valente, J. A. et al. (1999). Informática na educação no brasil: análise e contextualização histórica. *O computador na sociedade do conhecimento. Brasília: MEC*, pages 11–28.
- Wang, T.-H. (2008). Web-based quiz-game-like formative assessment: Development and evaluation. *Computers & Education*, 51(3):1247–1263.

# Persistência de Objetos Utilizando JAVA e DB4O: Uma Alternativa à Modelagem Objeto-Relacional

Walisson Pereira de Sousa<sup>1</sup>, Virginia de Sousa Venega<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO)  
Av. Joaquim Teotônio Segurado – 77.020-450 – Palmas – TO – Brasil

walisson.sousa@ifto.edu.br, virginia.venega@ifto.edu.br

**Abstract.** *This paper intend to show an alternative to using of Hibernate, for persistence of information in related databases, with object oriented languages. For that, DB4O is going to be used. With that, it's possible to persist objects without “dismount” orientation, eliminating bad uses of the font code and getting more speed in the software development process.*

**Resumo.** *O presente artigo visa mostrar uma alternativa ao uso do Hibernate, na persistência de informações em bancos de dados relacionais, em conjunto com linguagens orientadas a objetos. Para tal, será utilizado o DB4O. Com ele, torna-se possível a persistência de objetos, sem ter que se desfazer da Orientação, eliminando improvisos no código fonte e ganhando maior velocidade no processo de desenvolvimento de softwares.*

## 1. Introdução

Desde a época em que eram utilizados arquivos de texto para armazenamento dos dados – meados dos anos 1960 – até a utilização de Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD) para alocação e gerenciamento de informações, houve um avanço considerável de conceitos e métodos relacionados ao armazenamento de informações. Surgiram diversas tecnologias que vieram a aprimorar o armazenamento bem como o processo de persistência de dados.

Codd (1970) desenvolveu o que veio a ser o primeiro banco de dados relacional, batizado de Sistema R. Através de seus estudos, ele percebeu que o aumento incremental das informações poderia criar um gargalo nos sistemas gerenciadores atuais. Logo, foi proposto a criação de um sistema que agrupasse maior quantidade de dados em bases compartilhadas e que facilitasse, quando necessário, a recuperação dessas informações.

Foi apresentado por Peter Chen (1976) o Modelo Entidade-Relacionamento, que propunha métodos de modelagem de software através de atributos, entidades e relacionamentos. Através destes, poder-se-ia modelar um sistema no chamado Diagrama Entidade-Relacionamento (DER). Esse método tem facilitado a compreensão e abstração do sistema para que ele tenha sua persistência facilitada ao banco de dados. Chen define entidades como “coisas” que podem ser classificadas, agrupadas e distinguidas – citando como exemplos uma pessoa, uma empresa ou um evento qualquer –, e relacionamentos como associações entre entidades. Já os atributos, são descritos como detentores de características das entidades. O autor defende que o mundo é composto por entidades e relacionamentos, dando uma visão mais real (e natural) do

sistema a ser construído. Dessa forma, a criação do modelo em questão tem propiciado aos desenvolvedores um avanço considerável na criação e manutenção das diversas aplicações existentes.

Modelos de programação também têm sua importância; eles definem o estilo no qual o código será escrito. O paradigma procedural, que é caracterizado por executar procedimentos, iterações e decisões, foi o precursor do paradigma Orientado a Objetos (OO) [JUNGTHON e GOULART 2007]. O conceito de orientação a Objetos não é novo. Em meados da década de 60, criada por Nygaard e Dahl, a linguagem Simula 67 já utilizava alguns dos conceitos desse modelo (classes, herança). Em 1972, a linguagem Smalltalk, a primeira totalmente orientada a objetos, foi lançada. Mas foi com a linguagem Java que esse paradigma ganhou força e notoriedade. Para Mendes (1998, p. 18):

O paradigma de orientação a objetos traz um enfoque diferente da programação estruturada, no sentido de adotar formas mais próximas do mecanismo humano para gerenciar a complexidade de um sistema. Nesse paradigma, o mundo real é visto como sendo constituído de objetos autônomos, concorrentes, que interagem entre si, e cada objeto tem seu próprio estado (atributos) e comportamento (métodos), semelhante a seu correspondente no mundo real.

No entanto, a grande maioria dos SGBDs atuais não dá suporte à orientação a objetos, utilizando-se do Modelo Relacional para armazenamento de informações. Como boa parte das linguagens de programação, hoje em dia, é orientada a objetos (ou suporta), caso o programador queira simplificar a persistência de dados nesses servidores, é necessário utilizar o mapeamento Objeto-Relacional. Para a linguagem Java existe o Hibernate.

Nesse framework, o desenvolvedor deverá especificar as classes em arquivos *eXtensible Markup Language* (XML) para coincidir com as tabelas do banco de dados. Em suma, ele garante métodos de acesso à base de dados (inserção, remoção, alteração e consulta) sem que o programador tenha que desmanchar a programação orientada a objetos, utilizada durante a criação do programa. A abstração fica a cargo dos métodos disponíveis, porém com alguns efeitos colaterais. A Figura 1 explicita o funcionamento do framework, onde as bolinhas flutuantes representam os objetos criados durante a execução da aplicação. O Hibernate funciona como uma camada intermediária, de alto nível e prática.

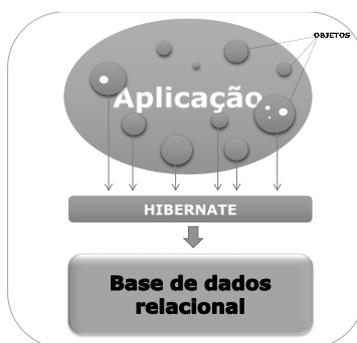


Figura 1. Funcionamento do Hibernate<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fonte: Figura elaborada pelo autor.

Apesar da melhoria visual no código, no mapeamento automatizado (possível através de alguns plugins), acarreta um leve aumento de tempo nas operações realizadas no banco. Mesmo assim, muitos programadores optam por utilizá-lo. Logo, o presente artigo tem por objetivo mostrar uma alternativa ao uso do Hibernate para aqueles que utilizam o paradigma orientado a objetos em conjunto com esse framework, garantindo melhor desempenho, velocidade e qualidade no processo de desenvolvimento de software.

## 2. Banco de Objetos

Utilizar linguagem de programação orientada a objetos em conjunto com banco de dados relacional não é uma tarefa simples. É necessário desfazer a orientação a objetos na hora da utilização do banco ou utilizar mapeadores objeto-relacional a fim de realizar a persistências dos dados. A primeira opção é mais eficaz, já que a utilização do *Structured Query Language* (SQL) nativo garante menor tempo de resposta no acesso ao banco que o mapeamento, porém deixa o código fora dos padrões de OO. Com a segunda alternativa é possível manter todos esses requisitos intactos. Porém, ao utilizar ferramentas de mapeamento (o Hibernate pode ser citado aqui por ser o mais famoso mapeador), por mais que facilite e simplifique o processo de persistência, coincidindo as classes OO em tabelas SQL, tem-se um aumento significativo nas operações realizadas no banco de dados. A utilização do DB4O como alternativa a esse modelo visa simplificar o processo de persistência de dados.

O guia definitivo do DB4O [Paterson, Edlich, Hörning e Hörning 2006], mostra que ele se trata de um banco de objetos, de código aberto e gratuito, onde os mesmos são armazenados sem a necessidade de desfazer a orientação a objetos ou utilizar mecanismos de adaptação. Ele não é um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) pois não traz mecanismos de gerenciamento, como: segurança, controle de usuários, visões, etc. Os objetos são alocados em *pools*<sup>2</sup> e são resgatados de acordo com a necessidade, facilitando o trabalho do programador. O funcionamento do DB4O pode ser conferido na Figura 2.

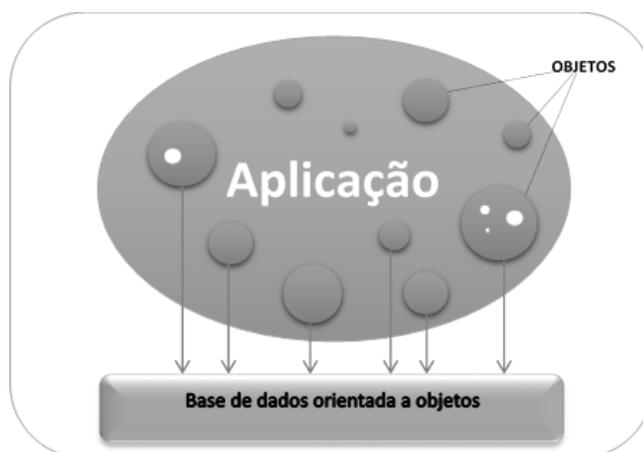


Figura 2. Funcionamento do DB4O<sup>3</sup>

<sup>2</sup> *Pools*: “Piscinas” ou conjuntos de objetos.

<sup>3</sup> Fonte: Figura elaborada pelo autor.

A instalação da base consiste em apenas adicionar um arquivo **Java Archive** (JAR) ao projeto, o que garantirá acesso à poderosa *Application Programming Interface* (API). A mesma possui um conjunto de métodos que permitem ao programador realizar as diversas operações presentes nos bancos de dados relacionais. Outro ponto positivo é a possibilidade de se usar *queries* nativas nas consultas ao banco de dados. Utilizando-se o DB4O, o banco e o programa são executados em um mesmo processo, o que torna ideal o uso em aplicações com recursos limitados. As informações são armazenadas em arquivo em diretório especificado no momento da criação do mesmo.

Utilizando como exemplo um sistema genérico, será mostrado a seguir o simples funcionamento do DB4O através de um esqueleto de um software de controle de clientes. Para tal, foram criadas as classes java – linguagem escolhida devido à difusão e facilidade de entendimento da mesma – Usuario, Cliente e Endereco, ignorando as formalidades necessárias:

#### Usuario.java

```

1.public class Usuario {
2.int id;
3.String nome, usuario, senha;
4.public Usuario() { }
5.public Usuario(Integer id) {
6.this.id = id;
7.}
8.public Usuario(Integer id, String nome, String usuario, String senha) {
9.this.id = id;
10.this.nome = nome;
11.this.usuario = usuario;
12.this.senha = senha;
13.}
14.}

```

#### Cliente.java

```

1.public class Cliente {
2. int id;
3. Usuario usuario;
4. String nome;
5. ArrayList<Endereco> enderecos;
6. ArrayList<Telefone> telefones;
7.
8. Cliente(){ }
9.
10. Cliente(int id){
11.     this.id=id;
12. }
13.
14. Cliente(int id, Usuario usuario, String nome, ArrayList<Endereco> enderecos,
    ArrayList<Telefone> telefones){
15.     this.id=id;
16.     this.usuario=usuario;
17.     this.enderecos=enderecos;

```

```

18.   this.telefones=telefones;
19.   }
20.}

```

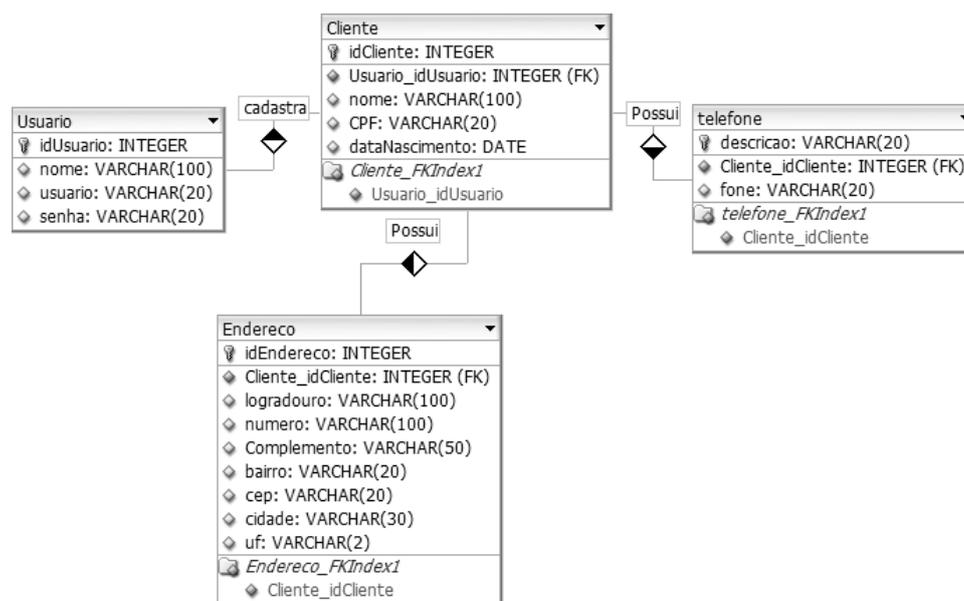
### Telefone.java

```

1. public class Telefone {
2.   String descricao, fone;
3.   Telefone(){}
4.
5.   Telefone(String descricao, String fone){
6.     this.descricao=descricao;
7.     this.fone=fone;
8.   }
9.
10.}

```

A Figura 3 mostra, através do Diagrama de Entidade-Relacionamento, como as classes transformadas em tabelas interagem entre si, onde 1 usuário cadastra N clientes, 1 cliente possui N endereços e N telefones:



**Figura 3. Diagrama de Entidade-Relacionamento**

Para utilizar o banco, é feito uso dos objetos dos tipos: ObjectContainer e ObjectSet. O primeiro permite a criação, acesso e execução de operações na base (armazenar, consultar, atualizar, excluir) e o segundo é utilizado para recuperar os objetos após uma consulta em uma lista. Para exemplificar essas operações, foi criada a classe Banco.java:

### Banco.java

```

1. import com.db4o.*;
2. public class Banco{
3.   final static String DB4OFILENAME = System.getProperty("user.home") + "/banco.db4o";
4.   static ObjectContainer db;

```

```

5.public void acessarDB4O() {
6.db = Db4oEmbedded.openFile(Db4oEmbedded.newConfiguration(), DB4OFILENAME);
7.}
8.public void fecharDB4O(){
9.db.close();
10.}
11.public void armazenar(Object o){
12.try {
13.db.store(o);
14.} finally {}
15.}
16.public ObjectSet buscar(Object o){
17.ObjectSet result = db.queryByExample(o);
18.return result;
19.}
20.public void excluir(Object o){
21.ObjectSet result = db.queryByExample(o);
22.Object found = result.next();
23.db.delete(found);
24.System.out.println("Deleted " + found);
25.}
26.public int getProximold(){
27.accessarDB4O();
28.int t = db.queryByExample(new Object()).size();
29.fecharDB4O();
30.return t+1;
31.}
32.}

```

Nela, estão presentes os principais métodos para realização das operações no banco. Na linha 5, o método *void acessarDB4O()* cria o banco levando como parâmetro o nome dado a ele. Caso o banco já exista, ele somente realiza o acesso. O método *void armazenar* (linha 11), *void buscar* (linha 16) e *excluir* (linha 20) recebem como parâmetro um objeto, e como toda classe em java é filha da classe Object, qualquer dado pode ser utilizado como parâmetro para esses três métodos. Como o DB4O não possui o recurso nativo autoincrement (que realiza o incremento de um campo numérico e que está presente em diversos SGBDs), na linha 26 foi criado o método *int getProximoId()*, que facilitará a utilização dessa funcionalidade.

Afim de testar a aplicabilidade do DB4O, foi criada uma interface para que os objetos pudessem ser gravados na base. Ao pressionar o botão “Cadastrar”, é executado o seguinte trecho de código:

#### **CadastroCliente.java**

```

1.ArrayList <Telefone> telefones = new ArrayList(modeloTelefones.getRowCount());
2.
3.    ArrayList<Endereco> enderecos = new ArrayList(modeloEnderecos.getRowCount());

```

```

4.
5.     for(int i=0;i<modeloTelefones.getRowCount();i++){
6.         telefones.add(new Telefone(modeloTelefones.getValueAt(i,
7.             0).toString(),modeloTelefones.getValueAt(i, 1).toString()));
8.     }
9.     for(int i=0;i<modeloEnderecos.getRowCount();i++){
10.        enderecos.add(new Endereco(modeloEnderecos.getValueAt(i,
11.            0).toString(),modeloEnderecos.getValueAt(i, 1).toString(),
12.                modeloEnderecos.getValueAt(i, 2).toString(),modeloEnderecos.getValueAt(i,
13.                    3).toString(),
14.                modeloEnderecos.getValueAt(i, 4).toString(),modeloEnderecos.getValueAt(i,
15.                    5).toString(),
16.                modeloEnderecos.getValueAt(i, 6).toString()));
17.    }
18.    banco.accessarDB4O();
19.    int id = banco.getProximoId(new Cliente());
20.    Cliente c = new Cliente(id, usuario, nome.getText(), enderecos,telefones);
21.    banco.armazenar(c);
22.    banco.fecharDB4O();

```

São instanciadas (linhas 1 à 3) duas listas para armazenamento dos telefones e endereços do cliente (linhas 5 à 14). Da linha 15 à 19, são realizados, respectivamente, acesso ao banco de dados, aquisição do código do cliente (id), instanciação do objeto Cliente (levando como atributo os parâmetros: id, o usuário que realizou o cadastro, o nome do cliente, a lista de endereços e telefones), armazenamento do objeto e encerramento do acesso ao banco.

Caso seja necessária a recuperação das informações armazenadas, deve-se utilizar o método **buscar**. Para isso é preciso acessar o banco, declarar uma lista (List<Usuario>) para receber os resultados e chamar a função passando um objeto similar. Caso seja necessário encontrar um cliente específico, basta enviar algum dado dentro do construtor do objeto.

```

1. db.accessarDB4O();
2. List<Cliente> users = db.buscar(Cliente.class); /*essa consulta retornará todos os
3. objetos clientes cadastrados*/.
4. db.fecharDB4O();

```

### 3. Considerações

O DB4O tem se mostrado eficaz em aplicações embarcadas onde há pouca memória disponível, uma vez que a aplicação e o banco são executados em um mesmo processo. Como demonstrado no escopo deste artigo, comparado a outras bases de dados, é simples aprender a manusear o DB4O. Ele vem sendo utilizado em aplicações que necessitam escalonamento rápido e acesso simultâneo para o gerenciamento de informações em tempo real. Com ele não é necessário descaracterizar os objetos ao armazená-los, uma vez que os objetos são alocados integralmente no banco.

Todavia, um dos pontos fracos do banco de dados em questão é que o mesmo não possui mecanismos de segurança integrados; essa funcionalidade deverá ser implementada pelo programador, caso necessite. Por outro lado, ele dá suporte às chamadas *queries* nativas, que são funções de consultas com a sintaxe similar à da linguagem de programação utilizada.

### 4. Referências Bibliográficas

- Codd, Edgar Frank. (1970) “A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks”, IBM Research Laboratory, San Jose, CA.
- Chen, Peter Pin-Shan. (1976) “The Entity-Relationship Model-Toward a Unified View of Data”, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA.
- Jungthon, G. e Goulart, C. M.(2007) “Paradigmas de Programação”, em Faculdade de Informática de Taquara, Taquara, RS.
- Mendes, Douglas Rocha. (2009) “Programação Java com Ênfase em Orientação a Objetos”, Novatec, 1ª edição.
- Paterson, J., Edlich, S., Hörning, H. e Hörning, R. (2006) “The Definitive Guide to db4o”, <http://www.apress.com>, Julho.

## Projeto e Desenvolvimento de um Oxímetro de Pulso

Iracema Soares Braga<sup>1</sup>, Kety Rosa de Barros Caparelli<sup>2</sup>, Thiago Bruno Caparelli<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenharia Elétrica – Universidade de Uberaba (UNIUBE)  
Caixa Postal 38408 - 343 – Minas Gerais – MG – Brasil

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais  
(IFSULDEMINAS) Poços de Caldas – Minas Gerais – MG – Brasil

<sup>3</sup> Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM)  
Uberlândia – Minas Gerais – MG – Brasil

**Abstract.** *Pulse oximetry is a noninvasive method that allows continuous monitoring of the percentage of oxygen carried by hemoglobin present in arterial blood. A great application for the oximeter, coupled with the support of experts, is the evaluation of lung efficiency in patients at risk of respiratory failure and pulmonary monitoring of sick adults, providing information in a safe and effective way. This work aims at the development and implementation of a pulse oximeter to determine blood oxygen saturation and heart rate. The project developed consists of a sensor that detects the amount of reflected light in two spectrum bands, allowing you to determine the volume of oxygenated and deoxygenated blood, a microcontroller, a signal conditioner circuit and an LCD display to present calculated data.*

**Resumo.** *A oximetria de pulso é um método não invasivo que permite monitorar ininterruptamente a porcentagem de oxigênio conduzido pelas hemoglobinas presentes no sangue arterial. Uma grande aplicação para o oxímetro, aliado ao apoio de especialistas, é a verificação da eficiência do trabalho pulmonar em pacientes com risco de falhas respiratórias e no monitoramento pulmonar de adultos enfermos, fornecendo informações de maneira segura e eficaz. Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento e a implementação de um oxímetro de pulso a fim de determinar a taxa de saturação de oxigênio no sangue e a frequência cardíaca. O projeto desenvolvido é composto por um sensor que detecta a quantidade de luz refletida em duas faixas do espectro, permitindo que se determine o volume de sangue oxigenado e não oxigenado, um microcontrolador, um circuito condicionador de sinais e um display LCD para apresentar os dados calculados.*

### 1. Introdução

Dentre os principais sinais vitais para o monitoramento do estado de saúde de um indivíduo está a taxa de oxigênio na corrente sanguínea, juntamente com os sinais de pressão sanguínea, temperatura do corpo e frequência cardíaca e respiratória. É importante monitorar a oxigenação do sangue arterial, verificando a eficiência do trabalho dos pulmões em indivíduos com risco de falhas respiratórias.

A oximetria de pulso é considerada o método mais eficaz e mais utilizado, por fornecer o valor de saturação do sangue sem a perfuração da pele, reduzindo o desconforto do paciente e o risco de infecções, possibilitando uma monitoração contínua, simples e completa da função pulmonar do paciente (SARMENTO, 2009).

O oxímetro é um dispositivo utilizado para monitorar indivíduos de qualquer faixa etária, tanto em movimento quanto em repouso. O baixo custo, praticidade e facilidade de manuseio possibilitam seu uso em vários locais, como clínicas, centros cirúrgicos, UTI (Unidade de Terapia Intensiva), durante e após anestésias, no cuidado domiciliar, em unidades de saúde móveis, e em qualquer situação onde os índices de oxigenação do sangue podem influenciar no estado clínico do indivíduo.

Seu uso também é importante na medicina esportiva. A monitoração da função pulmonar é vital em avaliações físicas, treinamentos, análise de performance e desempenho de atletas, e alunos em academias de ginásticas, ou seja, em situações onde os níveis de oxigenação podem sofrer alteração.

Com base no exposto, o presente trabalho visa o projeto e desenvolvimento de um oxímetro de pulso capaz de medir o nível de oxigenação sanguínea e a frequência cardíaca de modo não invasivo, através de um sensor anexado ao dedo.

## **2. Fundamentação Teórica**

O oxigênio é vital para o funcionamento de cada célula do corpo humano. Na ausência de oxigênio por tempo prolongado, as células morrerão (CLARK, 1999). Assim, a função pulmonar é um importante indicador do estado de saúde de um indivíduo.

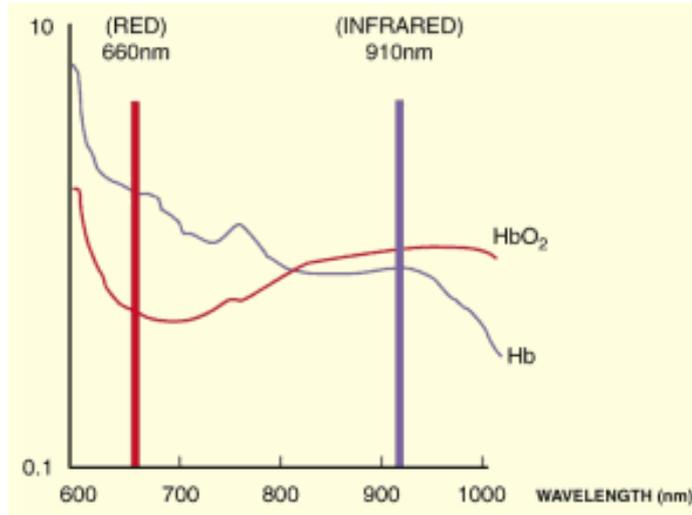
A respiração tem por objetivo levar oxigênio aos tecidos e remover o dióxido de carbono. Na hematose em condições normais, o ar com oxigênio é inspirado pelos pulmões e transferido para o sangue (GUYTON & HALL, 1998).

O sangue possui uma substância chamada hemoglobina, que é um pigmento respiratório contido nas células sanguíneas vermelhas, responsável pelo transporte de oxigênio para todas as células do corpo e pela coloração do sangue (CURTIS, 2007). Ao receber oxigênio a coloração da hemoglobina é alterada. A hemoglobina oxigenada (HbO<sub>2</sub>) apresenta uma coloração vermelha brilhante, enquanto a coloração da hemoglobina não oxigenada (Hb) é vermelha escura. Essa alteração na cor da hemoglobina é utilizada pelos oxímetros de pulso para monitorar a concentração de oxigênio no sangue (VILHEGAS, 2007).

A absorção de luz, quando passa através do tecido, é proporcional à concentração do soluto e ao comprimento do trajeto que a luz tem de percorrer naquele solvente (SARMENTO, 2009). De acordo com Mendes, o conhecimento da absorção de luz pela matéria é a forma mais utilizada para se determinar a concentração de compostos presentes em solução. Ao atravessar uma solução com moléculas absorventes, parte da luz de um feixe é absorvida pela solução e o restante é transmitido. A absorção depende da concentração das moléculas absorventes e da espessura da solução (MENDES, 2013).

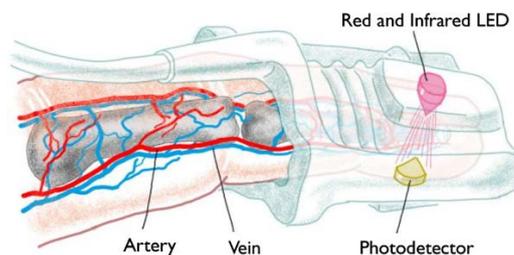
Cada substância tem um único espectro de absorção (SARMENTO, 2009). A hemoglobina oxigenada absorve mais luz infravermelha e permite que a luz vermelha a atravesse. Já a hemoglobina desoxigenada absorve mais luz vermelha e permite que a luz

infravermelha a atravessar. Os comprimentos de onda, figura 1, das luzes vermelha e infravermelha são de 660nm e 940nm, respectivamente (BARKER, 2002).



**Figura 1 - Absorção das Hemoglobinas Oxigenada e Desoxigenada em Relação ao Comprimento de Onda das Luzes Vermelha e Infravermelha (BARKER, 2013)**

O sensor de oximetria (figura 2) contém duas fontes emissoras de luz, um LED vermelho e um LED infravermelho interligados em antiparalelo, na parte superior. E na parte inferior uma fonte receptora de luz (fotodetector), um semiconductor que funciona como uma fonte de corrente com resposta diretamente proporcional à intensidade luminosa que o atinge. Esse sensor explora um fenômeno chamado efeito fotoelétrico que determina a quantidade luz transmitida. As hemoglobinas absorvem parte da luz vermelha e infravermelha e transmitem o restante, que são detectadas por um fotodetector que utiliza desse fenômeno para medir a intensidade de luz.



**Figura 2 - Sensor de Oximetria de Pulso (Ralph, 2012)**

A saturação de oxigênio é definida pela razão da quantidade de hemoglobina oxigenada (HbO<sub>2</sub>) em relação a soma da oxiemoglobina e a hemoglobina desoxigenada (Hb), conforme a equação 1, (WEBSTER, 1997).

$$SpO_2 = \frac{HbO_2}{HbO_2 + Hb} = \frac{C_{HbO_2}}{C_{HbO_2} + C_{Hb}} \quad (1)$$

### 3. Metodologia

O oxímetro de pulso desenvolvido é constituído de um sensor, com uma fonte emissora de luz e uma fonte receptora, um circuito condicionador de sinais para o tratamento do sinal gerado pelo fotodiodo do sensor, e um microcontrolador com a função de ativar os LEDs e realizar o processamento e os cálculos necessários para apresentação dos dados. Os resultados são enviados e apresentados em um display LCD. O usuário terá como informação a taxa de saturação de oxigênio e batimento cardíaco, conforme o diagrama visualizado na figura 3.

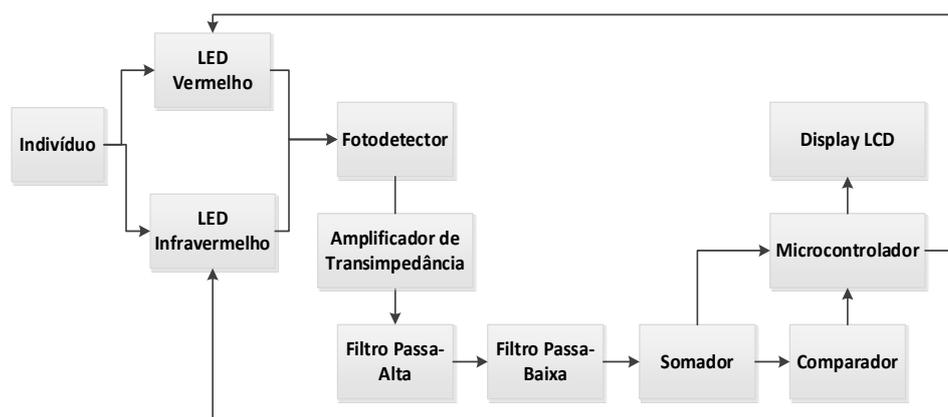
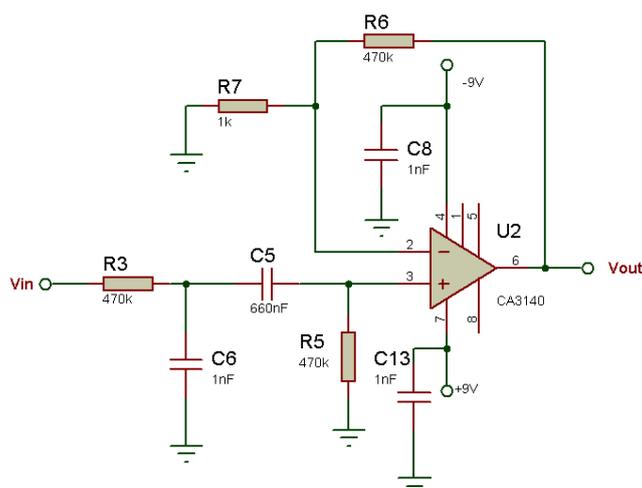


Figura 3 - Diagrama de Blocos do Desenvolvimento do Projeto

A geração do sinal é feita através de um sensor Nellcor DS100A. O acionamento dos diodos do sensor foi feito através de uma ponte H, com o intuito de fornecer a corrente necessária para o funcionamento dos leds do sensor, cujo valor é superior a capacidade de fornecimento das portas do microcontrolador.

Em seguida, o sinal passa por um amplificador de transimpedância. Este é um circuito linear, com alta impedância de entrada, que converte um sinal de corrente na entrada em um sinal de tensão proporcional na saída. Seu uso é necessário a fim de garantir que a corrente drenada do sensor seja a menor possível.

O próximo estágio do processo é a filtragem. De acordo com (PERTENCE, 2012), um filtro elétrico é um quadripolo capaz de atenuar determinadas frequências do espectro do sinal de entrada e permitir a passagem dos demais. No presente projeto foi implementado um filtro passa-faixa (figura 4) constituído de um filtro passa-alta tipo Butterworth de 1ª ordem com frequência de corte de 0,5Hz, em série com um filtro passa-baixa tipo Butterworth de 1ª ordem com frequência de corte de 10Hz.



**Figura 4 - Estrutura de um Filtro Passa-Alta de 1ª Ordem**

O resultado é um filtro passa-faixa com cujas frequências que se encontram situadas entre 0,5Hz e 10Hz sejam amplificadas e as frequências que não estejam dentro dessa faixa sejam atenuadas. A frequência de batimento cardíaco está entre 0,8 a 2,7Hz, segundo Sameshima. O filtro, portanto, é capaz de eliminar sinais indesejados, como o nível DC e ruídos de alta frequência, sem afetar o sinal a ser adquirido.

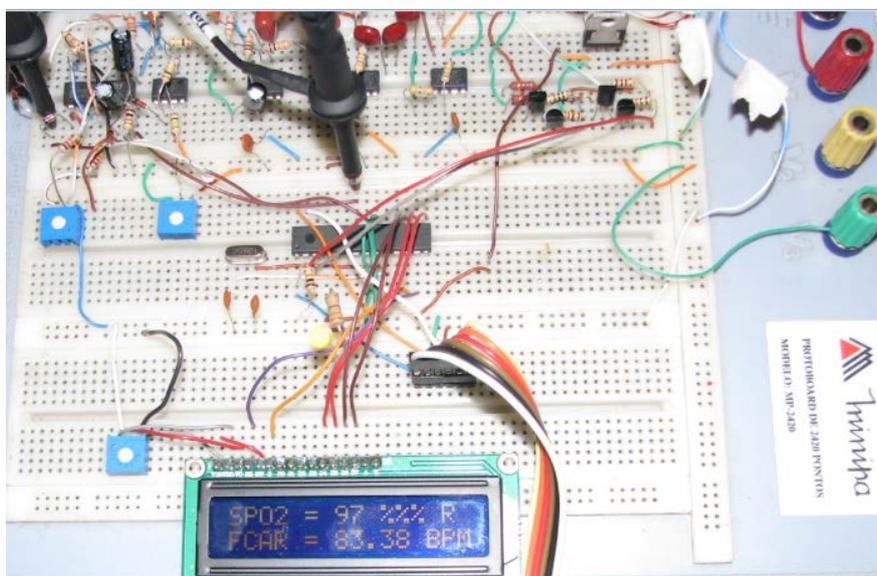
Após a filtragem, um circuito somador não inversor é utilizado para elevar a tensão média do sinal, impedindo que seu valor instantâneo fique abaixo de zero e danifique o microcontrolador. O sinal é então enviado a entrada do comparador e a entrada analógica do microcontrolador.

O comparador foi utilizado na saída do somador e será responsável por gerar o sinal de interrupção enviado ao microcontrolador, sendo utilizado como estratégia para contagem de pulsos no cálculo da pulsação sanguínea. A histerese faz com que as tensões de disparo positiva e negativa sejam diferentes (BOGART, 2001), evitando que pequenos ruídos no sinal produzam falsas contagens.

#### **4. Resultados e Discussões**

O sistema foi validado através de testes comparativos com um equipamento comercial. A amostra compõe-se de 7 adultos saudáveis e em repouso (idade média 38 anos, desvio padrão 12,05). Para cada equipamento (protótipo desenvolvido e sistema comercial) foram realizadas 10 medições de saturação sanguínea e frequência cardíaca para cada indivíduo com intervalo de 1 minuto entre medições. Os valores então foram comparados, obtendo-se um coeficiente de correlação igual a 0,9253. Verifica-se que os dados obtidos estão em conformidade com a literatura, e o erro médio entre a medição do protótipo e o equipamento comercial foi de 3,38%, com desvio padrão 2,64.

Na figura 5, pode-se verificar os batimentos cardíacos do protótipo e do e a saturação de oxigênio que segundo Wilson, um indivíduo saudável, com pulmões saudáveis, respirando ar ambiente, terá uma saturação arterial de oxigênio entre 95 e 100%.



**Figura 5 - Dados da Saturação e dos Batimentos Cardíacos Apresentados no Display do Protótipo**

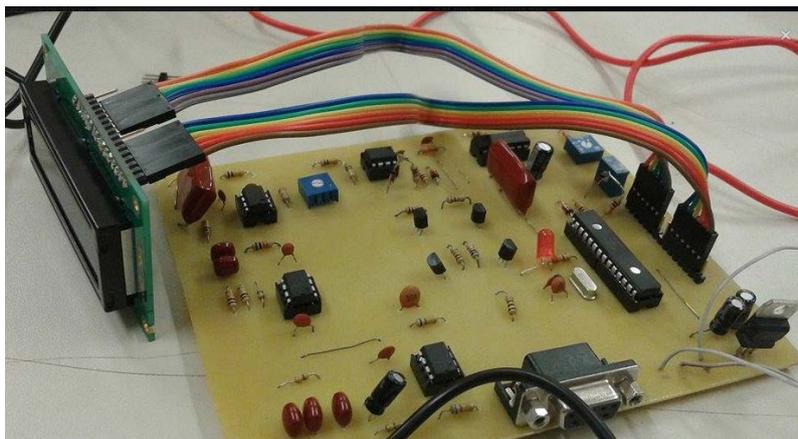
Observa-se que os valores estão próximos aos obtidos com o equipamento comercial (figura 6).



**Figura 1 - Batimento Cardíaco Apresentado no Oxímetro Comercial**

A diferença nos dados dos ocorreram devido a ruídos indesejáveis após o condicionamento do sinal, e alguns fatores como luz ambiente, montagem no protoboard, e temperatura, que podem interferir nos resultados. Outro motivo é o fato de o software utilizar os máximos e mínimos de um único pulso, sendo o ideal fazer a média de vários pulsos cardíacos.

Após a verificação dos resultados no protoboard, o circuito foi montado em uma placa de circuito impresso, figura 7.



**Figura 7 - Placa Montada com o Circuito Completo**

Em comparação com outros sistemas encontrados na literatura, como por exemplo (OLIVEIRA, 1998) e (ANDRADE, 2009), o projeto proposto apresenta menor complexidade, com um circuito mais simples e utilizando componentes de baixo custo, permitindo tornar ainda mais comum e acessível esta técnica de medição.

## **5. Conclusão**

O projeto foi considerado bem-sucedido, uma vez que o protótipo desenvolvido atendeu aos objetivos de determinar saturação de oxigênio no sangue e a frequência cardíaca através da oximetria de pulso.

Os valores de medição obtidos estão coerentes com as medições de um equipamento comercial, bem como valores apresentados na literatura. Porém algumas melhorias na programação são necessárias, para minimizar a variação dos valores obtidos em medições subsequentes.

Contudo o projeto atendeu as expectativas, os resultados foram satisfatórios, o objetivo de desenvolver um protótipo capaz de realizar a leitura da saturação de oxigênio no sangue, através de um sensor e apresentar esses dados na tela de um display foi concretizado.

## **6. Referências**

- ANDRADE, L. A. Sistema de medição para oximetria de pulso. MSc. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2009.
- BARKER, S.; HAY, W.; MIYASAKA, K.; CRISTÃS, P.; Pulse Oximetry. Disponível em <<http://oximetry.org/pulseox/principles.htm>> Acesso em 25 set. 2013.
- CLARK, Susane A. Normal Oxygen Transport: Design of pulse oximeters. Ed John G. Webster, p 1-12, 1999.
- CURTIS, H.; BARNES, N. S.; Curtis Biologia. 7ª edição. Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana S. A., 2007.

- GUYTON, A. C.; HALL, J. E.; Fisiologia Humana e Mecanismos das Doenças. 6ª edição. Rio de Janeiro, RJ: Editora Guanabara Koogan, 1998.
- PERTENCE, A.; Amplificadores Operacionais e Filtros Ativos. 7ª edição. Porto Alegre, RS: ARTMED Editora S.A, 2012.
- MENDES, M. F. A.; Espectrofotometria. Disponível em <[http://www.ufrgs.br/leo/site\\_espec/index.html](http://www.ufrgs.br/leo/site_espec/index.html)> Acesso em 25 set. 2013.
- OLIVEIRA, M. N. Desenvolvimento de Um Protótipo para a Medida Não Invasiva da Saturação Arterial de Oxigênio em Humanos - Oxímetro de Pulso. MSc, UFP, 1998.
- RALPH, W. C., Mischi, M., Veen, J.; Reducing motion artifacts in photoplethysmograms by using relative sensor motion: phantom study. Journal of Biomedical Optics, vol. 17, Nov 2012.
- SARMENTO, G. J. V.; O ABC da Fisioterapia Respiratória. 1ª edição. Barueri, SP: Editora Manole Ltda, 2009.
- VILHEGAS, L. Z.; Desenvolvimento de um protótipo de monitoração de saturação de oxigênio e frequência cardíaca. São Paulo, 2007.
- WILSON, I.; Tutorial de Anestesia da Semana - Oximetria de Pulso Parte 1. Disponível em <<http://grofsc.net/wp/wp-content/uploads/2013/03/Oximetria-de-pulso-parte-11.pdf>> Acesso em 29 set. 2013.

# Proposta de uma Arquitetura Orientada a Serviços Web para Sistemas de Localização RFID

Rafael de Amorim Silva, Leandro de Melo Sales<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Computação – Universidade Federal de Alagoas (UFAL)  
Caixa Postal 95 -- 57072-970 -- Maceió -- AL -- Brasil  
{rafael,leandro}@ic.ufal.br

**Abstract.** *The proliferation of mobile devices and short-range wireless technologies have impacted in the development of indoor location systems based on radio-frequency signals. This paper describes a web service-based mechanism in order to provide location information in these environments. The proposed mechanism provides a simple interface for web developers to access this information, adopting the RFID technology for location of objects. The development of this web service contributes for applications that might utilize accurate location information of objects in residences, enabling that users increase the control over devices spread by indoor environments.*

**Resumo.** *O crescimento de dispositivos móveis e tecnologias sem fio de curto alcance tem impulsionado o desenvolvimento de sistemas de localização para ambientes internos baseados em sinais de radiofrequência. Este artigo descreve um serviço web para disponibilizar informações de localização nestes ambientes. O mecanismo proposto fornece uma simples interface para desenvolvedores web acessarem tais informações, adotando a tecnologia RFID para localização de objetos. A implementação deste serviço contribui para que as aplicações possam utilizar informações acuradas sobre a localização de objetos em residências, permitindo que os usuários aumentem o controle sobre os dispositivos espalhados em um ambiente interno.*

## 1. Introdução

Um sistema de localização é formado por dispositivos e algoritmos que permitam estimar as coordenadas de um objeto tanto em ambientes internos quanto externos. Tal estimativa deve prover uma localização aproximada de um objeto físico em um determinado ambiente. Existem várias aplicações que utilizam informações de localização para prover melhores interações aos usuários. Por exemplo, em aplicações para automação residencial, é comum ter ambientes internos divididos por áreas ou cômodos com vários objetos espalhados. Neste contexto, é relevante prover informações sobre quais objetos estão dentro de uma determinada área, beneficiando uma série de aplicações tais como programas sensíveis a contexto, segurança, entre outros.

Uma das tecnologias de transmissão sem fio mais promissoras para os sistemas de localização é a tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID) [1]. Embora

esta tecnologia utilize etiquetas para identificar objetos, o RFID apenas proporciona a identificação, sendo necessário desenvolver mecanismos adicionais no intuito de gerenciar a localização de um objeto. Uma das formas mais eficazes para oferecer acesso as informações de localização de forma pervasiva é através da utilização dos serviços *web* (*web services*). Tais serviços permitem que informações provenientes de um *software* ou de um *middleware* sejam acessadas e consumidas por aplicações *web*, proporcionando um acesso global destes serviços.

Este artigo propõe a elaboração de um serviço *web* denominado *Web Service-Based RFID Location* (WSRL) para disponibilizar estimativas de localização de objetos físicos em ambientes internos pela Internet. O objetivo deste artigo é fornecer um mecanismo que consiga ser acessado pelos usuários na Internet, sendo definido através da implementação de um sistema de auxílio a localização proposto em [7] e utilizando um serviço *web* para acessar informações de localização de um modo independente de linguagem de programação, *hardware* ou plataforma de *software*. A rede é composta por leitores, etiquetas de referência e ativas RFID e um servidor. O algoritmo de localização utiliza a intensidade de sinais para estimar o posicionamento de um determinado objeto, sendo tal informação acessada pelo *middleware* do sistema e repassada para as aplicações *web*. Como consequência, a implementação deste serviço contribui para que as aplicações possam utilizar informações acuradas sobre a localização de objetos em residências, permitindo que os usuários aumentem o controle sobre os dispositivos espalhados em um ambiente interno.

O restante deste artigo é organizado da seguinte maneira. A Seção 2 apresenta a fundamentação teórica necessária para a compreensão deste trabalho. Em seguida, a Seção 3 relata alguns trabalhos relacionados com a temática deste artigo. A Seção 4 apresenta o mecanismo proposto, enfatizando os passos necessários para a sua distribuição. A Seção 5 apresenta algumas aplicações de uso, discutindo questões relativas a atuação de um serviço *web* para prover estimativas de localização de objetos em ambientes internos. Por último, a Seção 6 apresenta as considerações finais deste artigo, indicando possíveis direções futuras.

## **2. Sistemas de Localização RFID**

Segundo [7], os sistemas de localização podem operar em três modos distintos: infraestruturado, *ad hoc* ou autônomo. No modo infraestruturado, vários pontos de acesso são espalhados e usados para triangular e efetuar uma estimativa de localização. Em outras palavras, a estimativa de localização é feita com o auxílio de um controle central. A tecnologia GPS e redes celulares são exemplos de sistemas que operam neste modo. No segundo modo, a localização de pessoas ou objetos é realizada sem o apoio de uma infraestrutura. Ou seja, todas as entidades são objetos móveis com as mesmas características de transmissão, sendo que os nós se comunicam para produzir boas estimativas de localização. No modo autônomo, um objeto móvel tenta se localizar desenvolvendo estimativas em relação a uma posição anterior.

Portanto, fatores como a distância percorrida, a direção tomada e a velocidade influenciam no cálculo destas estimativas. Este modo é utilizado principalmente pelos sistemas de navegação de robôs em ambientes impossíveis de se instalarem infraestrutura de localização, como em explorações planetária, ações militares e ambientes de difícil acesso.

### **2.1 Técnicas de Localização**

Os sistemas de localização podem efetuar seus cálculos utilizando três técnicas de estimativas [5,7]: (i) a triangulação; (ii) a proximidade; e (iii) a análise de cenas.

**Triangulação** - Utiliza propriedades geométricas de triângulos e é estimada através das técnicas de lateração e angulação. A lateração calcula a posição de um objeto por medir a sua distância em relação a múltiplos pontos de referência. Este cálculo pode ser feito utilizando técnicas relativas ao tempo de chegada (ToA) e à diferença do tempo de chegada (TdoA) [7]. Por outro lado, a técnica de angulação consiste em estimar a localização de um objeto através do cálculo da direção de propagação de um sinal. A principal técnica utilizada neste tipo de localização é através do ângulo de chegada (AoA). Tais técnicas são descritas da seguinte maneira:

- A técnica ToA estima a localização de um objeto através da medição do tempo de propagação do sinal entre três ou mais pontos de referência. Cada ponto de referência deve calcular o tempo que um sinal se propaga até o objeto a ser localizado. A estimativa é feita considerando a intersecção das áreas calculadas pelos pontos de referência.
- A técnica TDoA calcula a diferença no tempo de chegada entre dois pontos de referência quando um sinal é emitido pelo objeto. A infraestrutura consiste em três ou mais pontos de referência e o objeto é responsável em efetuar o cálculo da estimativa de localização. Cada diferença é denotada por uma hiperboloide e a localização é feita através da intersecção entre duas ou mais hiperboloides.
- A técnica AoA é uma técnica que usa ângulos para estimar a localização de um objeto, calculando a direção da propagação do sinal. A infraestrutura possui dois ou mais pontos de referência. Cada ponto deve ter uma antena direcional para calcular ângulos de chegadas de sinais enviados pelo objeto a ser localizado. Estes pontos de referência têm um eixo principal que é usado como referência para medir os ângulos de chegadas. Além do mais, estes pontos podem ter informação sobre a orientação. Conhecendo a distância entre receptores e os ângulos em cada ponto de referência, a posição do objeto é estimada usando funções trigonométricas.

**Proximidade** - É uma técnica que determina a proximidade que um objeto se encontra de uma localização conhecida pelo sistema. As principais técnicas são a de detecção de contato físico, monitoramento de pontos de acesso por células e sistemas automáticos de identificação [7].

**Análise de cena** - Utiliza características de uma área observada de um ponto particular para a localização do objeto [7]. A cena pode ser imagens visuais ou fenômenos físicos. Geralmente, o processo de estimativa consiste em duas etapas: *offline* e *online*. Na fase *offline* (ou fase do calibramento), elabora-se um mapa com os níveis de energia do sinal do rádio de uma determinada área através da captura de padrões (conhecidos como *fingerprints*). Na fase *online*, deve-se comparar os níveis de energia de uma determinada localização com o mapa calibrado. O RSSI é armazenado em uma base de dados na forma de tuplas. Tais sistemas precisam de um forte calibramento para construir um *fingerprint* adequado. Se o ambiente for dinâmico, é importante que o sistema periodicamente faça um novo calibramento.

A Figura 1 ilustra as técnicas ToA, TdoA e análise de cenas, descritas anteriormente. Note que nas duas primeiras, utiliza-se o tempo de transmissão como forma de medir a localização de um dispositivo móvel, enquanto que na técnica de análise de cenas, a intensidade do sinal de radiofrequência é utilizada para realizar tal

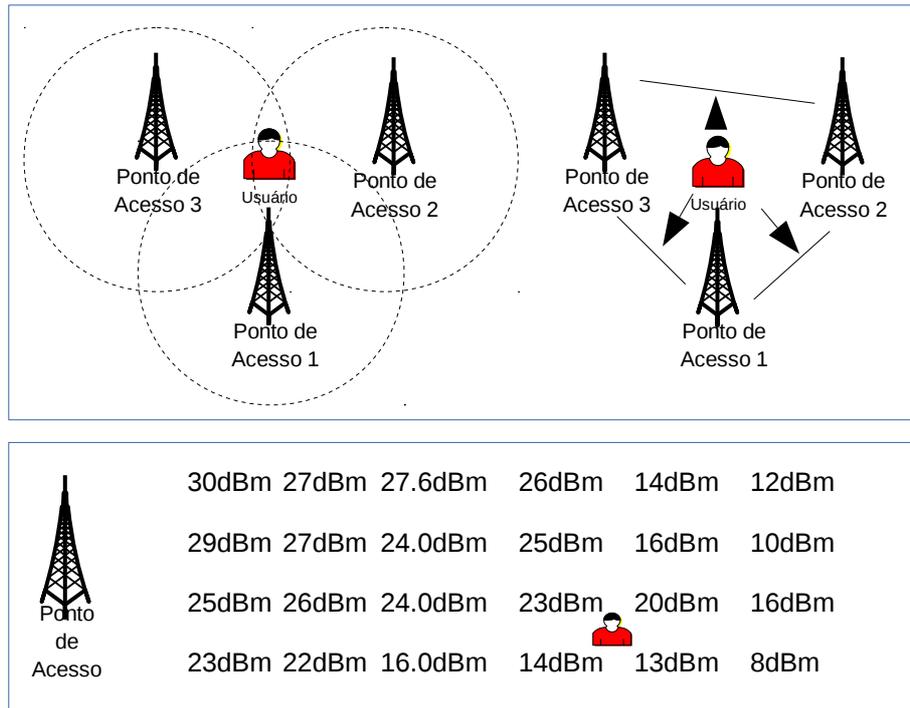


Figura 1. Técnicas de Localização (ToA, TDoA e Análise de Cenas) [7].

estimativa. Embora a maioria dos sistemas de localização implementem uma destas técnicas, é possível implementar mais de uma técnica em um sistema para prover melhor acurácia. Sistemas que aplicam mais de uma técnica, como por exemplo os híbridos ToA/AoA e TdoA/AoA podem aumentar a acurácia de uma estimativa de localização em diversos cenários [7].

## 2.2. A tecnologia de identificação por radiofrequência

O RFID identifica objetos usando ondas de radiofrequência, provendo uma cobertura maior do que outras tecnologias de identificação automática (e.g. código de barras, biometria e identificador de voz) [1,3,5,7]. Avanços recentes no campo de identificação por radiofrequência têm estimulado o surgimento de novas soluções para identificação de objetos e pessoas utilizando tal tecnologia. Devido à crescente procura pelos dispositivos, os fabricantes estão reduzindo os altos preços atribuídos às etiquetas e leitores, tornando a tecnologia mais acessível e viável para as empresas, indústrias e instituições científicas [7]. A tecnologia RFID opera em diferentes frequências, desde ondas longas de 135 KHz até as micro-ondas de 5,8 GHz. Padrões tais como ISO 18000 e seus derivados e a nova geração de etiquetas UHF padronizadas pela EPCglobal tem contribuído para a expansão desta tecnologia.

Um sistema RFID é composto por leitores e etiquetas [7]. Os leitores servem para procurar as etiquetas em seu alcance, requerendo a identificação das mesmas quando necessário. Os leitores normalmente são divididos em quatro partes: API do leitor, comunicação, gerenciador de eventos e subsistema de antenas. As etiquetas RFID são dispositivos capazes de armazenar e transmitir dados para um leitor, consistindo em antenas e um circuito eletrônico. Tais circuitos contém uma memória no qual os dados podem ser armazenados, escritos e lidos. As etiquetas são divididas em classes de funcionalidades: passiva (sem bateria), semi-passiva (uso interno da bateria) e ativa (uso da bateria para transmissão). Etiquetas ativas têm uma fonte de energia interna para

desempenhar tarefas especializadas, não sendo necessário a utilização da técnica de captação da energia do leitor (i.e. *backscattering*) para transmitir dados.

Um leitor requisita o código das etiquetas próximas ou daquelas que estão em sua área de alcance. As etiquetas processam estes sinais e transmitem o código único existente em cada etiqueta para o leitor. Tais sinais são capturados pela antena do leitor e processados pelo microprocessador, transformando o sinal em informação. O microprocessador decodifica e verifica possíveis erros de sinais. Os leitores são equipados com uma memória para armazenar dados tais como parâmetros de configuração ou lista das etiquetas identificadas [1,3,5].

### **3. Trabalhos Relacionados**

Alguns trabalhos propõem a utilização do RFID como meio de transmissão para sistemas de localização. Os autores em [1] propõem um sistema de localização para corrigir o problema do posicionamento de vários leitores RFID em um ambiente. Este trabalho relata um erro em torno de 1 metro com 50% de precisão. O erro máximo de estimativa encontrado é menor do que 2 metros. Vários trabalhos propõem melhorias ao sistema LANDMARC. Os autores em [2] propõem um novo mecanismo para reduzir a carga computacional do sistema. Este mecanismo diminui o número de etiquetas de referência mais próximas que estimam as etiquetas a serem localizadas.

Os autores em [3] apresentam uma plataforma de simulação baseada em RSSI para um sistema de localização RFID. Este trabalho apresenta melhores acurácias usando 8 etiquetas de referência mais próximas. Os autores em [4] apresentam o VIRE (*Virtual Reference Elimination*), uma abordagem de localização que alcança melhores posições do objeto alvo. Esta abordagem filtra posições indesejáveis sem adicionar etiquetas extra de referência. Resultados mostram que o método VIRE alcança uma melhor precisão de 17 à 73% em relação a abordagem LANDMARC. Os autores em [5] fazem uma avaliação de desempenho entre o LANDMARC e o algoritmo RSI (*RSSI Spatial Interpolation*). Este estudo indica alguns limites no uso destas técnicas em certos cenários.

Nibble [6] é um dos poucos trabalhos que lidam com um serviço de localização baseado em salas. Portanto, este sistema apenas alerta os usuários em qual sala o objeto localizável foi estimado, embora o mesmo não tente identificar em qual sala o objeto realmente está posicionado. Em aplicações orientadas a ambientes, erros de estimativa relatados pelos trabalhos acima podem dificultar a correta identificação da área ou sala em que o objeto está localizado. Nenhum destes trabalhos propõem o uso de serviços *web* para o acesso das informações de localização pela Internet. Tal uso é essencial para as aplicações modernas, pois há uma necessidade crescente de se gerenciar remotamente os objetos de uma casa.

### **4. Proposta de um Serviço Web para Localização RFID**

Este artigo propõe um serviço *web* denominado WSRL, que utiliza o sistema de auxílio a localização proposto em [7] como base e disponibiliza informações de localização de qualquer objeto inserido no ambiente investigado.

#### **4.1. Arquitetura de Rede**

A infraestrutura da rede é composta por leitores RFID, etiquetas de referência e etiquetas ativas (associadas com o respectivo objeto) e um servidor. A Figura 2 ilustra

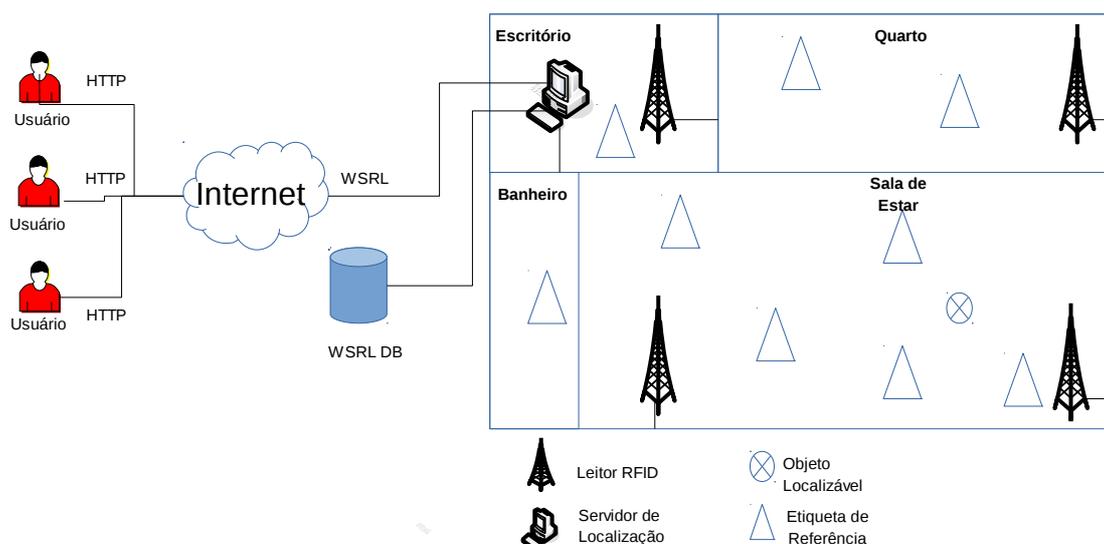


Figura 2. Descrição do Cenário investigado neste trabalho

esta infraestrutura, apresentando os componentes necessários para o correto funcionamento do sistema de localização e do serviço *web* proposto neste artigo. Note que, ao aplicar o algoritmo proposto em [7], o ambiente no qual uma dada etiqueta localizável é estimado da seguinte maneira: (i) A entrada é recebida dos leitores RFID, consistindo de etiqueta, código e RSSI para toda etiqueta no cenário; (ii) Para uma dada etiqueta localizável, o algoritmo calcula uma média entre as distâncias. Quanto mais forte o sinal RSSI for, mais próximo as etiquetas de referência estarão do objeto a ser localizado. O ambiente com o menor valor médio, é suposto ser o ambiente correto onde a etiqueta localizável estará situada. A saída é então gerada na forma de tupla (etiqueta alvo, código, ambiente). Esta informação será então armazenada no WSRL DB, para persistência. Por último, WSRL oferece o serviço o qual consultará o WSRL DB, permitindo que cálculos de localização sejam feitos através das tuplas armazenadas no banco de dados.

#### 4.2. Middleware RFID

O sistema de *software* é responsável em traduzir a informação recebida pelos leitores ou executar comandos e interagir com o usuário. *Middleware* e padrões fazem partes destes sistemas. A aplicação também é responsável em iniciar todos os leitores e as atividades das etiquetas. O *middleware* é responsável pela conexão entre a camada do leitor, cuja função básica é ler os dados, e a camada de aplicação, cuja função é usar tais dados. O RFID *middleware* é um sistema de software que coleta dados criados pela leitura das etiquetas de RFID. Este *middleware* padroniza o controle de fluxo da informação, além de prover conectividade com os leitores e interface a nível de aplicação.

O RFID *middleware* filtra, resume e formata os dados das etiquetas recebidas por um leitor para que possa ser processado por uma aplicação. Dentre as funções básicas deste *middleware*, destacam-se: (i) suportar a independência entre os protocolos dos leitores heterogêneos; (ii) gerenciar dados através da coleta em tempo real; e (iii) interoperar com sistemas legados, sendo integrado com a aplicação.

#### 4.3. Modo de Funcionamento

Desenvolvedores de aplicação precisam de três passos para interagir com a linguagem de descrição dos *web services* (*Web Service Transcription Language* ou WSTL): (i) prover uma simples lista com nomes de objetos físicos e códigos de etiquetas localizável correspondentes associada com eles (fazer associação com nomes e códigos de

etiquetas) (ii) interagir com o WSRL, o que pode ser em qualquer linguagem; e (iii) consultar o WSTL, usando o código da etiqueta alvo.

Para que o WSRL seja eficaz, os seguintes passos são necessários: (i) manualmente inserir um simples arquivo de configuração consistindo em uma tupla com ambientes internos disponíveis (e.g. *Office, Bathroom, Bedroom*, etc) e as etiquetas de referência presentes em cada ambiente (o qual serão usadas para estimar em que ambiente o objeto se encontra; (ii) interagir com o *middleware* responsável pela captura dos dados provenientes dos leitores RFID, transmitindo dados na forma de uma tupla (código da etiqueta, RSSI). O WSRL pode operar com qualquer *middleware* disponível. Quando receber a entrada da aplicação do *middleware*, o WSRL estará pronto para desempenhar os cálculos necessários a um dado código da etiqueta a ser localizada (sendo um número único associado com o respectivo objeto físico).

O fluxo de informação é descrito como segue. Os leitores RFID coletam as intensidades dos sinais RF de cada etiqueta de referência e a etiqueta alvo capturada pelos leitores. O servidor, por sua vez, recebe os dados provenientes dos leitores através do sistema de *middleware* que se comunica com os leitores RFID. Por último, a camada de aplicação pode utilizar os dados adquiridos dos leitores pelo *middleware* proposto, até o ponto que eles possam estabelecer a comunicação. Isto pode ser trabalhoso e dependente de APIs disponíveis do *middleware*, os quais variam para cada fabricante.

## 5. Aplicações de uso

O serviço *web* proposto é capaz de responder à requisições para um dado código da etiqueta alvo e responder a localização do objeto requerido em um dado ambiente. O restante é transparente aos desenvolvedores. Uma observação importante é o processo de calibramento dos sistemas de localização que utilizam medições de RSSI. Uma das soluções é distribuir *sniffers* pelo ambiente. Os *sniffers* são pequenos dispositivos que monitoram o meio sem fio, capturam RSSI dos clientes e enviam para um motor de localização. Este motor coleta a força dos sinais capturadas por tais *sniffers* e constroem um modelo de força dos sinais para estimar a localização. Então o motor usa um algoritmo de estimativa para associar este modelo com o vetor de força dos sinais provenientes do objeto localizável.

O uso destes sistemas em ambientes internos é uma tarefa desafiadora. A inconstância típica de um sinal eletromagnético nestes ambientes causam atrasos e distorções nos receptores, o que reduz o desempenho de tais sistemas. Uma observação interessante é o fato de que a maioria dos sistemas de localização baseados em ondas de radiofrequência (e.g. RFID) usam medições por força do sinal para estimar a localização. Esta técnica tem melhor desempenho em condições de ausência de visada direta, sendo estas condições tipicamente encontradas em ambientes internos. Por outro lado, técnicas como ToA, TdoA e AoA têm um melhor desempenho em condições de visada direta.

Vários fatores devem ser considerados quando se quer projetar um sistema de localização baseado em RFID. Fatores como restrições de energia, posicionamento de leitores e etiquetas, alcance do leitor, e *middleware* são relevantes para o sucesso destes sistemas. Entretanto, a variação típica da força do sinal encontrada em ambientes internos interfere no desempenho de tais e os mesmos devem empregar técnicas ou mecanismos para reduzir tais influências.

## 6. Conclusão

Este trabalho apresentou o WSRL, um serviço *web* que implementa um mecanismo para identificar em qual ambiente um dado objeto alvo está localizado e uma simples interface para desenvolvedores acessarem esta informação. Deste modo, o WSRL é capaz de prover esta interface para adquirir informações de localização de objetos em cenários onde existam uma clara definição de ambientes, objetos e informação de identificação.

Os benefícios da abordagem WSRL consistem em libertar os desenvolvedores de qualquer necessidade em interagir com o *hardware*, *software* ou *middleware*, normalmente necessário para construir um sistema de localização RFID. Toda a interação requerida para prover informações de localização aos usuários é feito diretamente com o WSRL.

Esta tecnologia pode ser utilizada por aplicações *web* ou por dispositivos móveis, tornando a localização de objetos em um ambiente interno acessível por toda a Internet. Como trabalhos futuros, pretende-se realizar uma simulação para comprovar a eficácia do mecanismo de serviço *web* proposto, considerando aspectos como qualidade na estimativa, localização remota de dispositivos e segurança.

## Referências

- [1]L. Ni, Y. Liu, Y. Lau, and A. Patil, “LANDMARC: Indoor Location Sensing Using Active RFID,” *Wireless Networks*, vol. 10, no. 6, pp. 701–710, 2004.
- [2]G. Jin, X. Lu, and M. Park, “An indoor localization mechanism using active rfid tag,” in *Proceedings of SUTC*, Seoul, Korea, Jun. 2006, pp. 40–43.
- [3]J. Zhao, Y. Zhang, and M. Ye, “Research on the received signal strength indication location algorithm for rfid system,” *Proceedings of ISCIT*, pp. 881–885, Oct. 2006.
- [4]Y. Zhao, Y. Liu, and L. Ni, “Vire: Active rfid-based localization using virtual reference elimination,” in *Proceedings of ICPP*, Xian, China, Sep. 2007, pp. 56–66.
- [5]S. Polito, D. Biondo, A. Iera, M. Mattei, and A. Molinaro, “Performance evaluation of active rfid location systems based on rf power measures,” in *Proceedings of PIMRC*, Athens, Greece, Sep. 2007, pp. 1–5.
- [6]P. Castro, P. Chiu, T. Kremenek, and R. Muntz, “A Probabilistic Room Location Service for Wireless Networked Environments,” *Proceedings of the 3rd international conference on Ubiquitous Computing*, pp. 18–34, 2001.
- [7]R.A. Silva, P.A.S. Gonçalves. Um sistema de Auxílio à Localização de Etiquetas RFID em Ambientes Internos, Federal University of Pernambuco, pp. 1–111, 2008.

## Recuperação de Informação: Visão Geral

Rodiney Elias Marçal<sup>1</sup>, Liliane do Nascimento Vale<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Goiás - CAC  
Departamento de Ciência da Computação  
Catalão/GO, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal de Goiás - CAC  
Departamento de Ciência da Computação  
Catalão/GO, Brasil

rodiney@gmail.com, liliane.ufg@gmail.com

**Abstract.** *Over time, man has been accumulating large amounts of documents capable of transmitting information. Retrieve information simply means finding a set of documents that is relevant to a user's needs. The area of information retrieval is a relatively new area in computer science that deals with the representation, storage, organization and access to objects (documents) information. The purpose of this paper is to approach, in a more general way, the field of information retrieval along with its definition, architecture, techniques and applications.*

**Resumo.** *Ao longo do tempo, o ser humano vem acumulando grandes quantidades de documentos capazes de transmitir informação. Recuperar informação simplesmente significa encontrar um conjunto de documentos que seja relevante a uma necessidade do usuário. A área de Recuperação de Informação (Information Retrieval) é uma área relativamente nova na ciência da computação que lida com a representação, armazenamento, organização e acesso a objetos (documentos) de informação. O intuito desse artigo é explorar de maneira geral o campo da Recuperação de Informação, apresentando sua definição, arquitetura, técnicas e aplicações.*

### 1. Introdução

Armazenar e recuperar informações é uma necessidade antiga do homem e, com os avanços da tecnologia, está cada vez maior a quantidade de informações disponíveis. Essa disponibilidade influenciou para o surgimento da área de Recuperação de Informação (RI).

Recuperação de Informação (RI) é a área que lida com a representação, busca e manipulação de grandes coleções de texto eletrônico e outros dados relacionados com a linguagem humana [Büttcher et al. 2010].

Sistemas de recuperação de informação, ou simplesmente sistemas de RI, possibilitam a seus usuários o acesso a grandes quantidades de dados armazenados eletronicamente. Assim, o usuário que submete uma consulta em um sistema de recuperação de informação receberá como resposta uma série de documentos relacionados com a sua solicitação [Ruthven and Lalmas 2003]. Vale mencionar que o termo *documento* possui

um significado mais amplo, se referindo a qualquer unidade que pode ser retornada para o usuário como resultado de uma busca. Na prática, então, um documento pode ser uma mensagem de e-mail, uma página da Web, uma imagem, ou mesmo um vídeo.

Recuperação de informação é a base para os motores de busca modernos. Esse artigo analisa os conceitos envolvidos para a implementação de um motor de busca.

## 2. Recuperação de Informação

Recuperar informações simplesmente significa encontrar um conjunto de documentos que seja relevante a uma consulta do usuário.

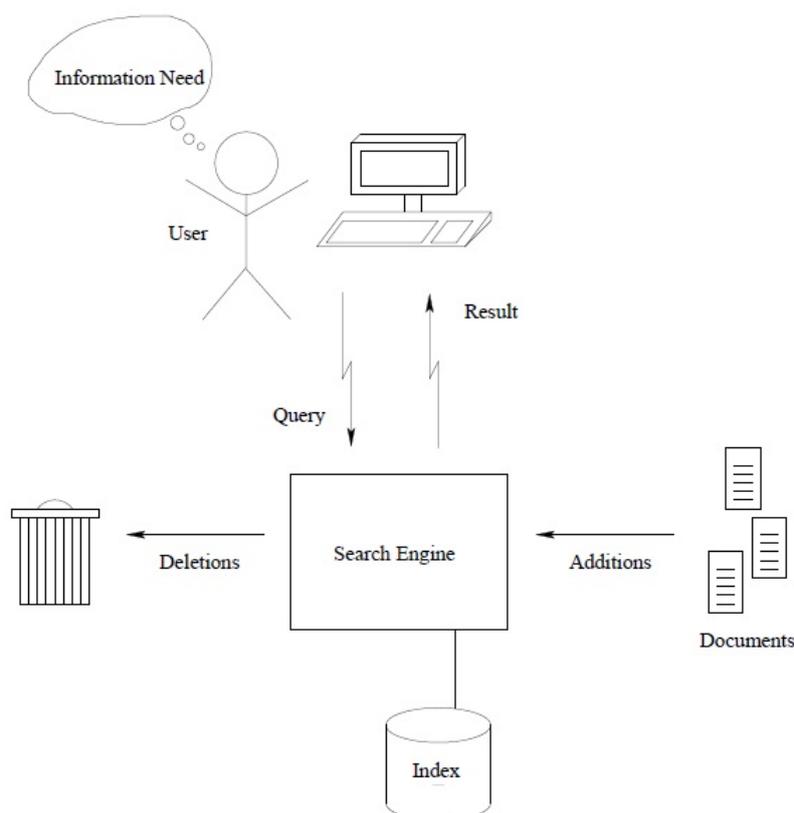
Algumas características diferenciam um sistema de Recuperação de Informação (RI) de uma ferramenta de acesso a informações. Por exemplo, um sistema de RI não extrai informação dos objetos obtidos por ele. Além disso, sistemas de RI não realizam nenhum tipo de processamento de informação contida dentro desses objetos. São esses pontos que separam um sistema de recuperação de informações de sistemas baseados em conhecimento, tais como os sistemas especialistas, grafos conceituais ou redes semânticas. Esses sistemas baseados em conhecimentos dependem massivamente da representação pré-definida de um domínio, tal como a medicina ou a advocacia. Dessa forma, o conhecimento desse domínio pode ser usado para manipular, inferir ou categorizar informações para um usuário. Por outro lado, sistemas de RI são usados para direcionar o usuário aos objetos que possam ajudá-lo a satisfazer a sua necessidade de informação [Ruthven and Lalmas 2003].

Serviços que empregam a recuperação de informação estão ficando cada vez mais difundidos, com milhões de usuários dependendo deles diariamente para tratar de negócios, educação e entretenimento. Mecanismos de buscas na Web - Google, Bing, e outros - são de longe os serviços de RI mais populares e utilizados.

## 3. Arquitetura de um sistema de RI

A maioria dos sistemas de RI compartilham de uma mesma organização e arquitetura básicas que são adaptadas conforme os requisitos específicos de cada aplicação. A Figura 1 ilustra os principais componentes de um sistema de RI.

Antes de realizar uma busca, um usuário possui uma *necessidade de informação*, a qual sustenta e motiva o processo de pesquisa. Essa necessidade de informação muitas vezes é referenciada como sendo um *tópico*, especialmente quando ela é apresentada de forma escrita como parte de um conjunto de testes para avaliação de um sistema de RI. Como resultado dessa necessidade de informação, o usuário constrói e emite uma consulta (*query*) ao sistema de recuperação de informação. Tipicamente, essa consulta consiste de um pequeno número de *termos*, com dois ou três termos principalmente quando se trata de uma busca voltada para a Web. A designação *termo* é utilizada ao invés de *palavra* porque um termo de uma consulta não necessariamente precisa significar uma palavra. Assim, dependendo da necessidade de informação, um termo da consulta poder ser uma data, um número, uma nota musical ou mesmo uma imagem. Operadores curinga também podem ser permitidos como termos da consulta. Por exemplo, o termo *inform\** pode casar com qualquer palavra iniciando-se com esse prefixo, isto é, *inform*, *informação*, *informal*, *informante*, *informativo*, etc [Büttcher et al. 2010].



**Figura 1. Componentes de um sistema de RI [Büttcher et al. 2010]**

Embora usuários comumente empregam palavras-chaves simples para a formulação das consultas, a maioria dos sistemas de RI possuem suporte a uma sintaxe mais rica e ampla, tal como expressões booleanas e operadores de casamento de padrão. Essas facilidades podem ser utilizadas, por exemplo, para limitar a busca apenas para um determinado website ou um domínio específico [Büttcher et al. 2010].

A consulta do usuário é então processada por um mecanismo de busca (*search engine*), o qual pode estar sendo executado em uma máquina local, ou em um ambiente de clusters em uma localização geográfica remota, ou qualquer outro lugar.

Uma das principais tarefas de um mecanismo de busca é manter e manipular um *índice invertido* para uma coleção de documentos. Esse índice forma a principal estrutura de dados utilizada pelo mecanismo para a realização da busca e classificação por relevância. A função básica de um índice invertido é fornecer um mapeamento entre termos e a sua localização nos documentos em que eles aparecem [Büttcher et al. 2010].

Para suportar algoritmos de classificação por relevância, o mecanismo de busca mantém estatísticas associadas com o índice, tais como o número de documentos contendo cada termo e o comprimento de cada documento. Além disso, o mecanismo de busca geralmente possui acesso ao conteúdo original do documento, a fim de informar resultados significativos de volta para o usuário [Büttcher et al. 2010].

De posse do índice invertido, da coleta de estatísticas e outros dados, o mecanismo de busca aceita as consultas do usuário, as processa, e então retorna uma lista de resulta-

dos classificados. Para executar uma classificação por relevância, o mecanismo de busca calcula uma pontuação (*score*) para cada documento. Após ordenar os documentos de acordo com suas pontuações, a lista de resultados pode ser tratada, onde registros duplicados ou redundantes podem ser removidos. Por exemplo, um mecanismo de busca na Web poderia apresentar apenas um ou dois resultados de um único domínio, eliminando os outros para favorecer páginas de fontes distintas [Büttcher et al. 2010]. O problema de computar o *score* de um documento com relação a consulta do usuário constitui um dos problemas mais importantes no campo da RI.

#### 4. Indexação

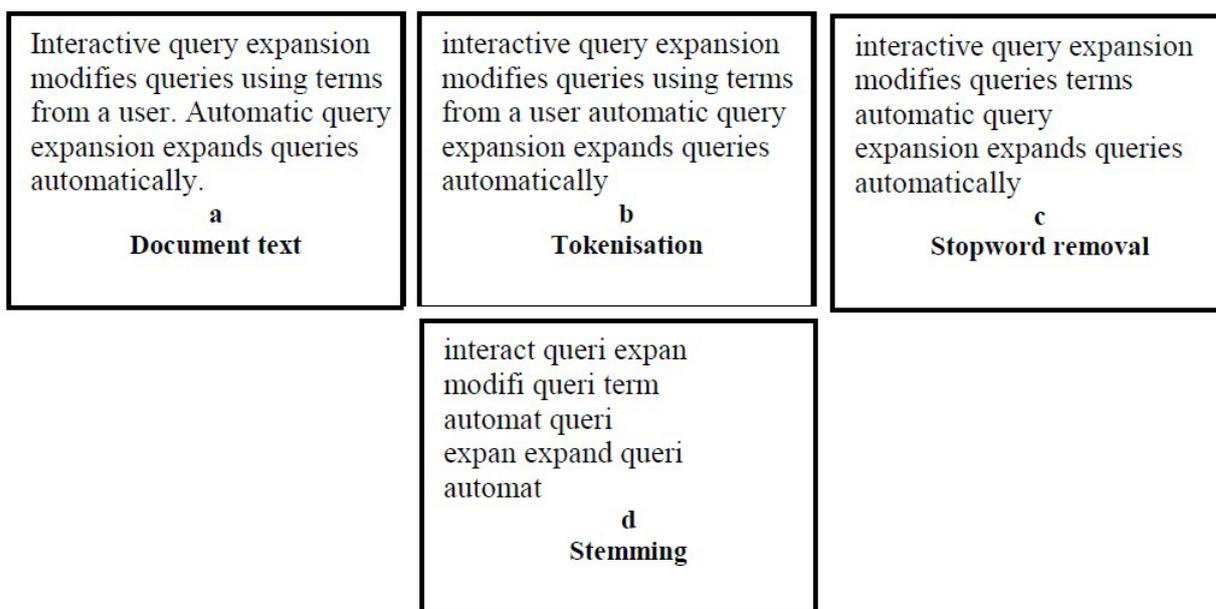
Um sistema de RI desempenha sua tarefa através da indexação dos documentos (a menos que o sistema utilize o documento diretamente) e da reformulação de consultas, resultando assim, respectivamente, na representação de documentos e representação das consultas. O sistema então efetua os casamentos (*matches*) sobre a representação e exibe os documentos que são encontrados, permitindo ao usuário a seleção dos itens relevantes. Além disso, a busca pode passar por várias iterações, sendo que a análise a respeito das características que distinguem documentos relevantes de não-relevantes pode ser usada para melhorar a consulta ou a indexação, tal como proposto pelo *feedback de relevância* [Ruthven and Lalmas 2003].

Para pequenos conjuntos de documentos é possível que um sistema de RI avalie um documento de cada vez, decidindo se o documento em avaliação é ou não relevante de acordo com a consulta do usuário. Entretanto, para conjuntos com grande quantidade de documentos, especialmente no caso de sistemas interativos, esta abordagem torna-se impraticável. Por isso, faz-se necessário modificar o conjunto original de documentos para uma representação facilmente acessível: uma que seja capaz de referenciar os documentos mais prováveis de serem relevantes, por exemplo aqueles que contenham pelo menos uma palavra que apareça na consulta do usuário [Ruthven and Lalmas 2003].

A transformação de um texto de um documento em uma representação textual é conhecida como indexação. Há uma variedade de técnicas de indexação do documento, mas a maioria delas se baseiam na seleção de bons descritores para os documentos, tais como palavras-chaves (ou *termos*) usados para representar o conteúdo da informação contida nos documentos. Um "bom" descritor para a RI é um termo que ajuda a descrever o conteúdo das informações no documento e que também ajuda a diferenciar um documento dos outros documentos do conjunto. Um "bom" descritor, portanto, possui um certo nível discriminatório. Esse nível pode ser usado na diferenciação entre documentos relevantes e não-relevantes [Ruthven and Lalmas 2003].

A Figura 2 esboça os passos básicos na transformação de um documento para sua forma indexada. O primeiro estágio é converter o texto do documento (Texto do documento - Figura 2 - a) em um fluxo (*stream*) de termos, normalmente convertendo todos os termos para letras minúsculas e removendo os caracteres de pontuação (*Tokenização* - Figura 2 - b).

Uma vez que o texto do documento tenha sido tokenizado, é necessário decidir quais termos deverão ser usados para representar o documento. Portanto, faz-se necessário decidir quais descritores serão úteis tanto para descrever o conteúdo do documento quanto para discriminar esse documento de outros documentos do conjunto.



**Figura 2. Indexação de um documento [Ruthven and Lalmas 2003]**

Termos de elevada frequência, ou seja, aqueles que aparecem em grande proporção no documento, tendem a não ser efetivos para a discriminação e nem para a representação [Ruthven and Lalmas 2003].

Existem duas razões principais para isso. A primeira é que, para a maioria das consultas reais dos usuários, é provável que o número de documentos relevantes para uma consulta representa uma pequena proporção dos documentos do conjunto. Assim, também é provável que um termo que consiga separar documentos relevantes de documentos não-relevantes será um termo que aparece somente em um reduzido número de documentos. Portanto, termos com elevada frequência são considerados fracos para a discriminação de documentos. A segunda razão relaciona-se com a noção de conteúdo da informação. Termos que aparecem em vários contextos, tais como os artigos e preposições, geralmente não são considerados como referências para o conteúdo. Esses termos não definem um tópico ou sub-tópico de um documento. Quanto mais documentos contém um termo (e mais contextos nos quais esse termo é empregado), então menor é a chance desse termo significar uma boa referência de conteúdo. Conseqüentemente, é menos provável que esse termo contribua para a avaliação de relevância do usuário. Portanto, termos que aparecem em vários documentos são pouco utilizados pelos usuários na discriminação entre documentos relevantes e não-relevantes [Ruthven and Lalmas 2003].

Uma etapa comum do processo de indexação é remover todos os termos que aparecem frequentemente no conjunto de documentos e que não contribuem para a recuperação de conteúdo relevante (*stopword removal*, Figura 2 - c). Uma lista de termos que serão removidos é conhecida como *stop-list*. Essa lista pode ser genérica, isto é, uma lista que pode ser aplicada para a maioria dos conjuntos, ou uma lista especificamente criada para um conjunto individual [Ruthven and Lalmas 2003]. Faz-se necessário destacar que um termo não precisa obrigatoriamente aparecer na maioria dos documentos para que seja considerado um *stop term*. Por exemplo, [Crestani et al. 1995] menciona que a remoção

de todos os termos que apareceram em mais de 5% dos documentos não reduziu significativamente o desempenho de um sistema padrão de recuperação de informações.

Termos podem aparecer como variações linguísticas de uma mesma palavra. Por exemplo, na Figura 2, os termos *queries* e *query* constituem a forma plural e singular de um mesmo objeto. Ainda, os termos *expansion* e *expand* referem-se fundamentalmente à mesma atividade. Como a maioria dos sistemas de RI se baseiam em funções de casamento (*match*) de termos para recuperar documentos, esse tipo de variação no uso das palavras pode ser inconveniente para a busca do usuário. Por exemplo, se o usuário emite uma consulta com os termos 'hill walks', então um sistema de RI recuperará todos os documentos que contenham o termo 'walks', mas não os documentos contendo os termos 'hill walking', 'hill walk' ou 'hill walker', sendo que esses documentos poderiam conter informações relevantes para o usuário. De forma a evitar que o usuário tenha de instanciar todas as possíveis variações de cada termo empregado na consulta, muitos sistemas de indexação reduzem os termos para a sua forma raiz. Esse processo é conhecido como *stemming* (Stemming - Figura 2 - d) [Ruthven and Lalmas 2003].

Depois de passar por todas essas etapas, o documento resultante conterá um conjunto de palavras diferente do seu conjunto original. Para destacar essa diferença, essas palavras são chamadas de *termos*. Esses termos podem ser considerados como sendo a representação formal do documento. A coleção de termos de todo o conjunto de documentos é chamado de *corpus* [Hand 2007].

Quando o conjunto de documentos pesquisados não é muito grande, uma varredura diretamente no conteúdo dos documentos pode ser aplicada sem problemas. Entretanto, devido ao alto custo computacional, essa mesma abordagem não pode ser aplicada em grandes conjuntos de documentos, tal como é o ambiente Web. Para esse propósito, utiliza-se o chamado *índice invertido*, o qual é bem conhecido em RI. A ideia é trocar os papéis dos IDs dos documentos e dos seus termos. Desse modo, ao invés de acessar os documentos por seus IDs e então varrer seus conteúdos em busca de um termo específico, os termos que os documentos contêm serão usados como suas chaves de acesso. A forma mais simples de um índice invertido é por meio de uma matriz relacionando termos e documentos, onde o acesso é feito através dos termos [Hand 2007]. Na sua representação booleana, cada célula da matriz contém 1 se o termo aparece no documento em questão, ou 0 caso contrário.

## 5. Ranking

A maioria dos sistemas de RI eram sistemas booleanos que permitiam ao usuário especificar sua necessidade de informação através de uma complexa combinação de operadores booleanos como *AND*, *OR* e *NOT*. Sistemas booleanos possuem desvantagens: não há nenhuma noção para classificação (*ranking*) de documentos e também é difícil para um usuário formular uma boa requisição para a busca [Singhal 2001].

Portanto, são necessárias informações adicionais sobre os termos, tais como quantidade, posicionamento, e outras informações de contexto. Uma abordagem direta é incorporar a quantidade de termos (frequências), conforme o modelo *TFIDF* (*Term Frequency Inverse Document Frequency*), o qual é amplamente conhecido no campo de RI e em buscas na web [Hand 2007].

## 5.1. Modelo Espaço Vetorial

A maioria dos sistemas de RI atribuem uma pontuação numérica (score) para cada documento recuperado e usam essa pontuação para classificar esses documentos. Vários modelos foram propostos para esse processo, sendo o modelo espaço vetorial o mais utilizado.

O modelo espaço vetorial define os documentos como sendo vetores (ou pontos) em um espaço Euclidiano multidimensional onde os eixos (dimensões) são representadas pelos termos dos documentos [Hand 2007].

Supondo que existam  $n$  documentos  $d_1, d_2, \dots, d_n$  e  $m$  termos  $t_1, t_2, \dots, t_m$ . Seja  $n_{ij}$  a quantidade de vezes que o termo  $t_i$  aparece no documento  $d_j$ . Considerando então a representação booleana, um documento  $d_j$  é representado como um vetor de  $m$  coordenadas  $\vec{d} = (d_j^1 d_j^2 \dots d_j^m)$ , onde

$$d_j^i = \begin{cases} 0 & \text{se } n_{ij} = 0 \\ 1 & \text{se } n_{ij} > 0 \end{cases}$$

Na representação com frequência de termos (TF), as coordenadas do vetor de um documento são representadas em função de sua quantidade de termos. Para cada termo  $t_i$  e cada documento  $d_j$ , uma função  $TF(t_i, d_j)$  é calculada. Essa função pode ser definida de várias formas, como por exemplo:

- Definição que considera a soma do número de ocorrências de cada termo do documento:

$$TF(t_i, d_j) = \begin{cases} 0 & \text{se } n_{ij} = 0 \\ \frac{n_{ij}}{\sum_{k=1}^m n_{kj}} & \text{se } n_{ij} > 0 \end{cases}$$

- Definição que considera o número máximo de ocorrências entre todos os termos do documento:

$$TF(t_i, d_j) = \begin{cases} 0 & \text{se } n_{ij} = 0 \\ \frac{n_{ij}}{\max_k n_{kj}} & \text{se } n_{ij} > 0 \end{cases}$$

Na representação com *frequência inversa do documento* (IDF), a ideia básica é reduzir o valor das coordenadas que correspondem aos termos que ocorrem em muitos documentos.

Para cada termo  $t_i$ , a sua medida IDF é calculada como uma proporção de documentos onde  $t_i$  ocorre em relação ao número total de documentos da coleção.

Tendo-se  $\cup_1^n d_j$  a coleção de documentos e  $D_{t_i}$  o conjunto de documentos onde o termo  $t_i$  aparece, assim como na abordagem TF, a medida IDF pode ser calculada de várias maneiras [Hand 2007].

Por exemplo, pode ser usada uma simples fração  $|D|/|D_{t_i}|$  ou mesmo uma função logarítmica, tal como:

$$\log \frac{1 + |D|}{|D_{t_i}|}$$

Já na representação TFIDF, cada coordenada do documento vetorizado é obtida através do produto de suas componentes TF e IDF:

$$d_j^i = TF(t_i, d_j)IDF(t_i)$$

No modelo booleano, os termos da consulta são simplesmente casados contra a representação vetorial dos documentos, e os documentos que casam exatamente com essa consulta são retornados. O casamento exato não é possível no modelo TFIDF. Dessa forma, faz-se necessária alguma medida de proximidade entre a consulta e os documentos do conjunto. A ideia básica é representar a consulta também como um vetor no mesmo espaço vetorial do documento e então usar as propriedades métricas de espaços vetoriais. Para essa finalidade, as palavras-chave da consulta são primeiramente consideradas como sendo um documento.

Dado um vetor da consulta  $\vec{q}$  e os vetores dos documentos  $\vec{d}_j, j = 1, 2, \dots, 20$ , o objetivo de um mecanismo de busca é ordenar (*rank*) os documentos de acordo com as suas proximidades em relação a  $\vec{q}$  [Hand 2007].

Há várias abordagens para este tipo de *ranking*. Uma opção é usar a *norma Euclidiana da diferença de vetores*  $\|\vec{q} - \vec{d}_j\|$ , definida como

$$\|\vec{q} - \vec{d}_j\| = \sqrt{\sum_{i=1}^m (q^i - d_j^i)^2}$$

Essa medida é, de fato, a *distância Euclidiana* entre os vetores considerados como pontos no espaço Euclidiano.

A outra abordagem é usar o cosseno do ângulo entre o vetor da consulta e os vetores dos documentos. Quando os vetores são normalizados, essa medida é equivalente ao *produto escalar*  $\vec{q} \cdot \vec{d}_j$  definido como

$$\vec{q} \cdot \vec{d}_j = \sum_{i=1}^m q^i d_j^i$$

Essa medida também é conhecida como *similaridade dos cossenos*.

## 6. Conclusão

O advento dos computadores tornou possível o armazenamento de grandes quantidades de informações. Assim, surgiu a necessidade de filtrar essas informações de forma a se obter apenas aquelas que sejam úteis para um determinado propósito. O campo da Recuperação de Informação nasceu justamente para atender a essa necessidade, possibilitando a descoberta da informação de uma forma mais rápida e fácil.

Técnicas desenvolvidas nesse campo tem sido empregadas em várias outras áreas e contribuíram para o surgimento de novas tecnologias que são utilizadas por pessoas

diariamente, tais como os mecanismos de busca na web. De fato, é seguro dizer que a busca na Web é a aplicação mais importante da RI.

Com o crescimento exponencial do volume de informações disponíveis, a área de Recuperação da Informação certamente desempenhará um papel cada vez mais importante no futuro, recuperando o que é útil e descartando o que não é.

Como trabalho futuro, a técnica de feedback de relevância será estudada para compreender como essa técnica pode melhorar ainda mais os resultados retornados por um mecanismo de busca.

## Referências

- Büttcher, S., Clarke, C. L. A., and Cormack, G. V. (2010). *Information Retrieval: Implementing and Evaluating Search Engines*. MIT Press.
- Crestani, F., Ruthven, I., Sanderson, M., and van Rijsbergen, C. (1995). The troubles with using a logical model of ir on a large collection of documents.
- Hand, D. J. (2007). Data mining the web: Uncovering patterns in web content, structure, and usage by zdravko markov, daniel t. larose. *International Statistical Review*, 75(3):409–409.
- Ruthven, I. and Lalmas, M. (2003). A survey on the use of relevance feedback for information access systems. *Knowledge Engineering Review*, 18(1).
- Singhal, A. (2001). Modern Information Retrieval: A Brief Overview. *Bulletin of the IEEE Computer Society Technical Committee on Data Engineering*, 24(4):35–42.

# Proposta de um Sistema Computacional para Biofeedback GSR

Deborah Rayely Santos e Souto<sup>1</sup>, Luciene Chagas de Oliveira<sup>1</sup>, Mariana Cardoso Melo<sup>1</sup>, Mariana Ferreira Damasceno<sup>1</sup>, Kety Rosa de Barros Caparelli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Engenharia e Tecnologia – Universidade de Uberaba (UNIUBE)  
CEP: 38.408-343 – Uberlândia – MG – Brasil

deborahrayely@hotmail.com, lchagasoliveira@gmail.com,  
mariana.melo@uniube.br, marianadamasceno@hotmail.com.br,  
kety.barros@uniube.br

**Abstract.** *Disorders related to emotional state are growingly present in daily life, and computer systems using biofeedback techniques can contribute as an alternative method of treating these diseases. This paper presents a computational system developed in Visual C # language, connection to SQL Server database and integrated hardware system that acts presenting the emotional reactions of the individual in real time through an interface, so that this individual learn to control and modify it, as an alternative way to conventional stress treatments.*

**Resumo.** *Transtornos relacionados ao estado emocional estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas, sistemas computacionais que utilizam técnicas de biofeedback podem contribuir como método alternativo de tratamento de diversas patologias. Este trabalho apresenta um sistema computacional desenvolvido na linguagem Visual C#, conexão com banco de dados SQL Server e sistema de hardware integrado, que atua apresentando as reações emocionais do indivíduo em tempo real por meio de recursos visuais, a fim de que esse indivíduo aprenda a controlá-las e modificá-las de uma maneira alternativa aos tratamentos convencionais.*

## 1. Introdução

Na atualidade doenças derivadas do estresse e ansiedade estão onipresentes na vida moderna em ritmo acelerado. Há um crescente corpo de pesquisa científica que indica que os elevados níveis de estresse semi-permanentes, no qual a sociedade está enfrentando, está levando a uma variedade de problemas de saúde. Por isso, vê-se a necessidade de desenvolver inovações tecnológicas com o objetivo de melhorar a qualidade de vida da sociedade.

Neste sentido, o biofeedback surge baseado na idéia de que por meio da integração do corpo e da mente, um indivíduo consiga desenvolver a capacidade de autorregular seus parâmetros fisiológicos e emocionais, em busca do funcionamento adequado do seu organismo. [Schwartz, 2003]

Para tanto, faz-se necessário monitorar e fornecer um “feedback” das atividades fisiológicas do indivíduo, de forma que o possibilite perceber as variações dessas

atividades em tempo real, possibilitando que ao tentar atingir um padrão desejável, esse indivíduo adquira um aumento progressivo da capacidade de controlá-las. [Fuller, 1977]

Como ferramenta de apoio para pacientes que apresentam transtornos de ansiedade e de estresse, a modalidade *Galvanic Skin Response* (GSR) é bastante recomendada, pois nela há uma análise do padrão de resposta elétrica da pele do indivíduo em que, dependendo do estado emocional apresentado por ele, à resposta de condutividade da pele apresenta uma variação. Essa variação é devida a capacidade de conduzir ou não, pequenas correntes elétricas. [Chaves, 2003]

Partindo dessas premissas, este trabalho visa o desenvolvimento de um sistema computacional em tempo real para *biofeedback* com um sistema de *hardware* integrado. O sistema desenvolvido atuará na modalidade GSR apresentando as variações da atividade fisiológica coletada do paciente na forma visual, variando conforme a intensidade das reações emocionais apresentadas por ele. Contando ainda, com um banco de dados SQL Server desenvolvido para realizar o armazenamento das informações do paciente e do usuário do sistema, possibilitando análises posteriores.

## 2. Fundamentação Teórica

O biofeedback pode ser definido como uma técnica de retroalimentação biológica, que consiste no monitoramento em tempo real de sinais biológicos, e na disponibilização destes ao indivíduo de forma que possa ser facilmente compreendida, possibilitando o desenvolvimento da capacidade de controlar voluntariamente seus parâmetros fisiológicos. [Gomes, 2003]

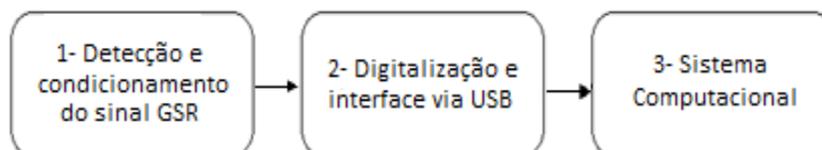
A *Galvanic Skin Response* (GSR) é a modalidade de biofeedback em que monitora-se a resposta galvânica da pele do indivíduo, para determinar o nível de estresse ou relaxamento apresentado por ele, ou seja, fisiologicamente, essa modalidade representa a atividade das glândulas sudoríparas e mudanças no sistema nervoso simpático do paciente. [Fuller, 1977]

Segundo Schwartz [2003] a pele possui uma considerável complexidade elétrica, em que na sua superfície são encontradas até 2000 glândulas sudoríparas por centímetro quadrado. Essas glândulas, por sua vez, atuam como condutores elétricos, de forma que quando preenchidos com o suor, aumenta-se a sua condutividade. Deste modo, é possível monitorar a atividade das glândulas sudoríparas ou poros, aplicando uma tensão em eletrodos sobre a pele do paciente, de forma que um circuito seja formado. A pele então funcionará como um resistor variável, regulando o fluxo de corrente elétrica conforme a Lei de Ohm, em que  $V$  (tensão) =  $R$  (resistência)  $\times$   $I$  (intensidade de corrente), logo, mantendo-se a tensão constante, a corrente será inversamente proporcional à resistência, ou seja, a corrente dependerá do número de glândulas sudoríparas ativadas.

Deste modo, é evidente que existe uma relação entre a atividade simpática e excitação emocional do indivíduo [Plenum, 2003] onde se, por exemplo, uma pessoa possuir a intenção de relaxar numa terapia, quando começar a executar essa atividade, essa informação é percebida pelo instrumento eletrônico sensível, que fornece ao indivíduo informações a cerca de seus progressos e falhas nessa atividade, de forma que o possibilite desenvolver a habilidade de controlar ou modificar seus parâmetros fisiológicos.

## 3. Metodologia

Inicialmente, foi realizado um estudo bibliográfico sobre biofeedback GSR buscando as características essenciais para esse tipo de software. Então, projetou-se o diagrama de blocos, conforme apresentado na Figura 1:

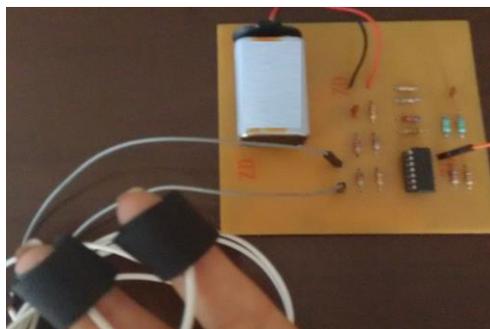


**Figura 1. Diagrama de blocos do sistema para biofeedback proposto**

Os dois primeiros módulos caracterizam o hardware do projeto, e o terceiro módulo refere-se ao software de biofeedback. A seguir será detalhado cada módulo do diagrama, apresentando as técnicas e métodos utilizados para cada uma delas.

#### 1) Detecção e condicionamento do sinal GSR

Por meio do hardware projetado e apresentado na Figura 2, aplica-se uma tensão constante suportável e conhecida nos eletrodos de placa fixados com velcro nas extremidades de dois dedos da mão do paciente, para que assim, a condutância da pele seja sempre proporcional ao estresse no qual o paciente está submetido. Após a detecção desse sinal, realiza-se então o seu condicionamento através da amplificação, para um nível suficiente para realizar o seu processamento e da filtragem de modo a reduzir possíveis ruídos e artefatos, que podem ser causados pela movimentação de cabos, por exemplo.



**Figura 2. Placa desenvolvida para detecção e condicionamento do sinal GSR**

#### 2) Digitalização do sinal e interface via USB

Para realizar a conversão analógico-digital do sinal GSR condicionado, bem como para a transmissão de dados digitalizados para o computador via interface USB, o sistema utiliza um Arduino MEGA baseado no microcontrolador ATmega2560, que é uma plataforma de prototipagem eletrônica open-source bastante flexível, destinado a artistas, designers, hobbistas e qualquer pessoa interessada em criar objetos ou ambientes interativos.

#### 4) Sistema Computacional

Para o desenvolvimento do sistema computacional proposto (Bio Therapy) utilizou-se a ferramenta de desenvolvimento Microsoft Visual Studio 2010 com a linguagem de programação C#, por apresentar boa compatibilidade com os recursos

gráficos utilizados, programação orientada a objetos, facilitando atualizações e manutenções do código. Visando proporcionar um ambiente agradável e de fácil manipulação para os usuários, o software Bio Therapy foi estruturado conforme apresentado na Figura 3:

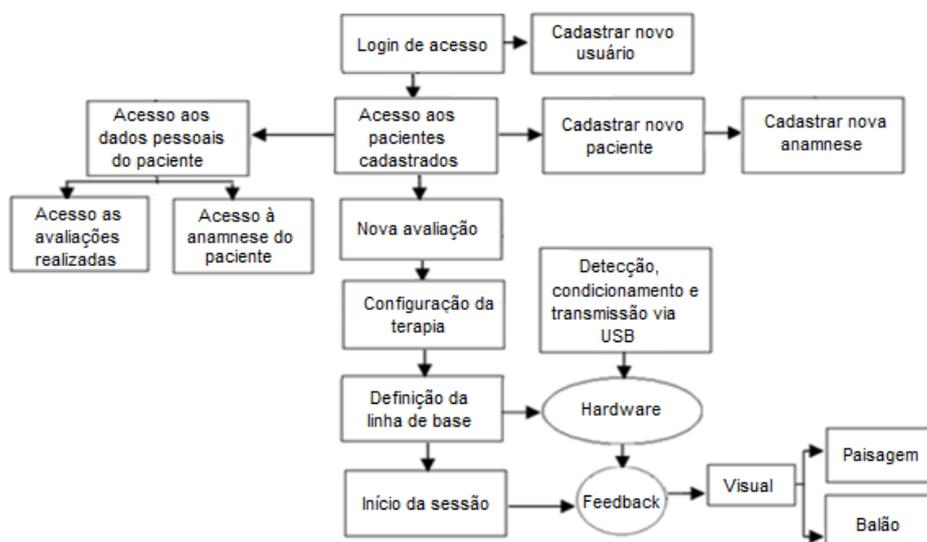


Figura 3. Estrutura do Software Bio Therapy

Logo, é possível verificar que o software proposto possibilita a realização de diversas tarefas, sendo elas: cadastro e consulta de usuários, pacientes, anamneses, avaliações, configurações da terapia com definição de linha de base e escolha entre duas opções de ambiente para a sessão de biofeedback.

Para realizar o armazenamento dos dados necessários, inicialmente projetou-se o Banco de Dados com a ferramenta DBDesigner 4, conforme Figura 4. Posteriormente, foi realizado a implementação do Banco de Dados por meio da ferramenta de gerenciamento Microsoft SQL Server 2008R2, que é considerada confiável para o armazenamento e possui boa compatibilidade com a linguagem de programação utilizada.

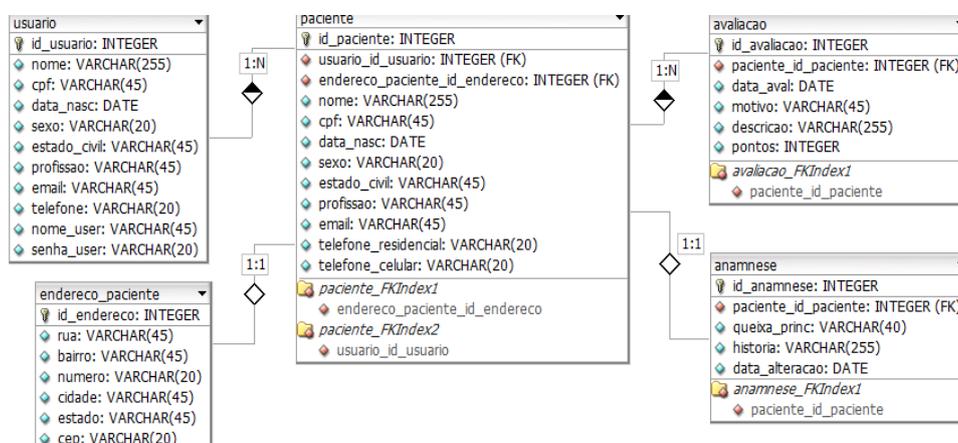


Figura 4. Modelagem da estrutura do banco de dados para o software Bio Therapy

#### 4. Resultados e Discussões

O sistema computacional Bio Therapy consiste em uma aplicação em tempo real para biofeedback na modalidade GSR, que atua apresentando alterações em um ambiente multimídia conforme a variação do sinal psicofisiológico coletado pelo sensor, e assim contribui estimulando o paciente a um tratamento alternativo em sessões de relaxamento, para obter efeitos terapêuticos e garantir uma melhor qualidade de vida.

Ao abrir o sistema, é apresentada a tela de login mostrada na Figura 5, em que deve-se entrar com o nome de usuário e senha, de modo que ao clicar no botão Entrar, o sistema verifique se existe cadastro para os dados digitados. Porém, caso o usuário ainda não possua um registro, ele pode-se cadastrar clicando no botão Cadastre-se.

**Figura 5. Tela de login do software Bio Therapy**

Se os dados inseridos estiverem condizentes com os registros do banco de dados, o usuário é direcionado para a tela que exibe a lista de pacientes já cadastrados e permite realizar o gerenciamento dos mesmos, conforme mostrado na Figura 6. Se o usuário desejar cadastrar um novo paciente, é necessário clicar no botão Cadastrar, assim após preencher os dados pessoais e informações da anamnese, o novo paciente também será exibido na listagem dos pacientes.

	Código	Nome	CPF	Sexo	Nascimento	EstadoCivil	Email
+	1	João Santos	023.833.922-89	Masculino	16/07/1971	Casado(a)	teste@t
+	2	Maria	232.222.222-22	Feminino	12/12/1987	Solteiro(a)	teste@e
+	3	Paula Silva	123.223.212-27	Feminino	25/03/1990	Solteiro(a)	paulasilv
+	4	Ana Carolina	008.989.823-45	Feminino	12/01/1977	Casado(a)	anacarol
+	5	Fernando Pereira	076.221.894-99	Masculino	15/08/1988	Casado(a)	fernand

**Figura 6. Tela de gerenciamento dos pacientes**

Ao selecionar um paciente e clicar no botão Continuar da Figura 6, deve-se preencher os dados da avaliação do paciente e realizar a configuração da terapia, conforme mostrado na Figura 7. Nesta fase, o usuário deve selecionar uma das opções de terapia e fazer a aquisição de uma amostra do sinal GSR do paciente durante dez segundos através dos botões Iniciar e Parar, e assim definir uma linha de base na qual é calculado um valor médio que será o valor base (valor inicial), em que o usuário deve progredir durante a sessão de terapia.

Além disso, é necessário estabelecer o limiar que é a meta que o paciente deve atingir. Essa meta deve ser informada em porcentagem e é baseada no valor inicial adquirido a partir da linha de base coletada. Se por exemplo, for configurado um limiar de 30%, significa que durante a sessão o paciente deve relaxar até que o sinal coletado seja reduzido em 30% de seu valor inicial.

Nessa etapa também, deve-se configurar o tempo de duração da sessão e o erro tolerável, isto é, a porcentagem de margem de erro permitida. Após essas configurações, a terapia inicia-se ao clicar no botão Continuar.



Figura 7. Tela de configuração da terapia dos pacientes

A partir daí, caso tenha sido selecionado a terapia intitulada como Paisagem, a tela é direcionada para um ambiente que apresenta uma imagem objetivo e uma imagem que varia sua opacidade conforme o sinal GSR coletado do paciente. Assim, quanto mais próximo estiver o sinal coletado do limiar estabelecido, menor a opacidade da imagem e, portanto, mais próxima da imagem objetivo, conforme Figura 8(a). E, caso o paciente se distancie da meta estabelecida a imagem apresentará maior opacidade e então estará mais distante da imagem objetivo, como é mostrado na Figura 8(b).



Figura 8. (a) Simulação de paciente distante de seu limiar

### (b) Simulação de paciente dentro de seu limiar

Além disso, neste ambiente, o sinal GSR coletado também é apresentado graficamente em tempo real para um melhor acompanhamento das variações pelo terapeuta.

Caso o usuário tenha selecionado a terapia intitulada Balão na Figura 7, ele será direcionado para a tela da Figura 9, em que o sinal coletado é simulado por um balão que deve-se manter flutuando enquanto percorre todo o cenário, e para isso, o sinal GSR coletado em tempo real do paciente deve estar dentro do limiar estabelecido considerando a margem de erro, e permanecer até que o tempo de duração configurado termine. Este ambiente conta ainda com uma movimentação do cenário de fundo que cria a sensação de que o balão está percorrendo todo o cenário horizontalmente.



(a) (b)  
**Figura 9. (a) Simulação de paciente dentro de seu limiar**  
**(b) Simulação de paciente distante de seu limiar**

Caso o paciente não tenha conseguido realizar a terapia corretamente dentro do prazo determinado é possível clicar no botão Repetir e tentar realizá-la novamente com as mesmas configurações anteriores, porém caso deseje-se alterar algum parâmetro de configuração ou selecionar outra opção de terapia é possível clicar no botão Voltar, conforme mostrado na Figura 9.

A terapia deve finalizar conforme parametrizado no campo Duração(s) da sessão de configuração apresentado na Figura 7. Assim, a cada sessão realizada corretamente, soma-se pontos na avaliação do paciente, de modo que a evolução dele possa ser acompanhada.

## 5. Conclusão

Com os avanços tecnológicos cada vez mais expressivos, a técnica de biofeedback aliada à tecnologia pode trazer diversos benefícios significativos para a qualidade de vida da sociedade.

O sistema computacional desenvolvido caracterizou-se por atingir os requisitos de um sistema de biofeedback através da utilização de recursos visuais atualizados em

tempo real conforme a atividade fisiológica monitorada e por isso apresenta potencial para ser aplicado em tratamentos para controle de patologias como estresse e ansiedade, contribuindo para uma terapia menos monótona, mais atrativa e dinâmica para os pacientes. No entanto, faz-se necessário que ocorram futuras atividades de avaliações com os usuários finais, de modo a assegurar a efetividade da ferramenta.

Além disso, o sistema computacional desenvolvido conta com o armazenamento dos dados pessoais dos pacientes, das avaliações e das anamneses dos mesmos, tornando possível acompanhar as informações e atualizá-las conforme a evolução e plano de tratamento do paciente.

Logo, acredita-se que softwares com essas características proporcionam uma maior interação dos participantes e podem contribuir como uma alternativa aos tratamentos convencionais de estresse e ansiedade, desde que acompanhados por um terapeuta ou especialista da área.

## **6. Referências**

Chaves, José. “Biofeedback: A terapia do século 21”, 2003. Disponível em <<http://www.cerebromente.org.br/n04/tecnologia/biofeed.htm>>. Acesso em: 09 abr. 2015.

Fuller, G. D. “Biofeedback - Methods and Procedures in Clinical Practice”. Biofeedback Press, 1977.

Gomes, July Silveira. “Biofeedback e Neurofeedback”, 2014. Disponível em: <<http://julyneurofeedback.com/category/biofeedback/>> Acesso em: 10 jun. 2015.

Schwartz, M. S. “Biofeedback - A Practitioner’s Guide”. 3 ed. New York: Guilford, 2003.

Simón, M. “Manual de técnicas de terapia e modificação do comportamento”. Santos, 2002.

Plenum, Vita. “Biofeedback:”, 2003. Disponível em <<http://www.vitaplenum.com.br/biofeedback.aspx>>. Acesso em: 10 jun. 2015.

# Sistema para Navegação Indoor de Deficientes Físicos usando NFC (Near Field Communication)

Elzo Soares Pereira Filho<sup>1</sup>, Luciene Chagas de Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Engenharia e Tecnologia – Universidade de Uberaba (UNIUBE)  
CEP: 38.408-343 – Uberlândia – MG – Brasil

elzo.soares@gmail.com, lchagasoliveira@gmail.com

**Abstract.** *The objective of this paper is to propose an indoor positioning system using NFC (Near Field Communication) that aims accessibility and takes into account the needs and skills of the user in question in order to avoid unnecessary movement and easy navigation for disabled people.*

**Resumo.** *O objetivo deste trabalho é propor um sistema de localização indoor utilizando NFC (Near Field Communication) que visa acessibilidade e leva em consideração as necessidades e habilidades do usuário em questão, de forma a evitar locomoção desnecessária e facilitar a navegação dos deficientes físicos.*

## 1. Introdução

No Brasil, segundo o censo de 2010, cerca de 5,7% das pessoas entre 15 e 64 anos possui deficiência motora, e nos idosos com 65 anos ou mais, a deficiência física está presente em 38,3% (CENSO, 2010).

Deficientes são pessoas que apresentam necessidades próprias e diferentes que requerem atenção específica em virtude de sua condição de deficiência. Genericamente também são chamados de portadores de necessidades especiais. Apresentam significativas diferenças físicas, sensoriais ou intelectuais, decorrentes de fatores inatos ou adquiridos, de caráter permanente, que acarretam dificuldades em sua interação com o meio físico e social (MINISTERIO, 2015).

Existem diversos tipos de deficiências, podendo ser auditiva, física, mental, visual ou múltipla.

A deficiência física ou motora é uma variedade de condições não sensoriais que afetam o indivíduo em termos de mobilidade, coordenação motora geral ou da fala. A deficiência motora também pode ser classificada em diversos tipos, os mais comuns são: Paraplegia, Paraparesia, Monoplegia, Monoparesia, Tetraplegia, Tetraparesia, Triplegia, Triparesia, Hemiplegia e Hemiparesia (MINISTERIO, 2015).

Os deficientes necessitam de uma atenção especial, portanto faz-se necessário a existência de pesquisas e desenvolvimento de projetos tecnológicos com foco em tais pessoas (MINISTERIO, 2015).

A tecnologia pode gerar um impacto grande nas vidas das pessoas com deficiência, “para as pessoas sem deficiência a tecnologia torna as coisas mais fáceis.

Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis” (RADABAUGH, 2015).

O ramo da tecnologia que visa proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência, é chamado de Tecnologia Assistiva. Além de melhorar as habilidades em realizar as tarefas de interesse, promove também maior qualidade de vida, independência e inclusão social (SARTORETTO, 2015).

A Tecnologia Assistiva é um termo ainda novo. O Comitê de Ajudas Técnicas - CAT, conceitua a tecnologia assistiva como sendo “uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social” (CAT, 2015).

Em meio à quantidade de deficientes existentes, especialmente aqueles com deficiência motora, que possuem dificuldades de locomoção, vê-se a necessidade de aplicar a tecnologia visando melhorar a navegação dessas pessoas. Estudos mostraram que, nos dias atuais, as pessoas passam 80-90% de seu tempo em ambientes fechados (SINOPOLI, 2015).

Com o desenvolvimento tecnológico e industrial, está cada vez mais comum a construção de grandes edificações, como centros comerciais, aeroportos, universidades, shopping centers e outros. São grandes construções, onde constantemente os visitantes têm dificuldade de encontrar determinados locais. Como por exemplo, encontrar uma loja dentro de um shopping ou encontrar um banheiro em um aeroporto. Portanto, uma das tecnologias mais promissoras para prédios com grande estrutura, é a *Indoor Positioning Systems* (IPS) (SINOPOLI, 2015).

Com esta premissa, foi desenvolvido um protótipo de um aplicativo Android para Navegação Indoor, que visa acessibilidade e leva em consideração as necessidades e habilidades do usuário. As próximas seções mostram as tecnologias utilizadas e o seu funcionamento.

## **2. Localização Indoor**

IPS pode ser traduzido como Sistemas de Localização para Ambientes Fechados. Ele localiza objetos e pessoas em um prédio e fornece dados sobre sua localização e, principalmente, fornece aos usuários informações e rotas para ajudá-los a encontrar o caminho para o local desejado (SINOPOLI, 2015).

Os Sistemas de localização *outdoor* (ambientes ao ar livre) tem alcançado grande sucesso. No mercado há diversos dispositivos comerciais utilizando o Sistema de Localização Global (GPS – *Global Positioning Systems*). O GPS é uma tecnologia excelente, utilizada para a determinar a localização precisa do usuário em ambiente *outdoor*, porém, é inviável para ambientes *indoor*, devido a atenuação de seu sinal (PARASKEVI, 2014).

Assim como rastrear e localizar pessoas e objetos em ambientes ao ar livre e em tempo real é feito através de GPS; o IPS permite o rastreamento semelhante, porém *indoor* (em ambientes fechados). No entanto, o campo de pesquisa em localização

indoor, ainda não atingiu o mesmo sucesso que o GPS. Ou seja, não existem serviços ou sistemas de localização *indoor* disponíveis no mercado ainda (PARASKEVI, 2014).

### 3. Metodologias e Tecnologias

Nesta seção são apresentadas as tecnologias envolvidas no desenvolvimento do sistema.

#### 3.1. Dispositivos Móveis

Atualmente, é raro encontrar quem não use *smartphone*, *tablet* ou outro dispositivo móvel. Os celulares deixaram de ser vistos apenas como um meio de fazer ligações e enviar *sms*, os *smartphones* atuais tem poder de processamento maior que muitos computadores do passado, e se tornaram praticamente uma necessidade para todos. É um meio de acesso à internet, de efetuar pagamentos, de navegação, de fotografar, de jogar, dentre inúmeras outras funcionalidades.

O início do século XXI houve uma inovação histórica no setor de tecnologia, que é a mobilidade. Os dispositivos móveis se tornaram populares e ganharam espaço no mercado.

#### 3.2. A Plataforma Android

Android é a plataforma móvel mais utilizada no mundo e está em constante crescimento. O Android está presente em centenas de milhões de dispositivos móveis em mais de 190 países ao redor do mundo. A cada dia, mais um milhão de usuários ligam os seus dispositivos Android pela primeira vez, e começam a procurar por *apps*, *games* e outros conteúdos digitais (ANDROID, 2015).

O Android é *open-source* (código aberto), possui *kernel* baseado em Linux e fornece ferramentas para a criação de aplicativos que conseguem aproveitar os recursos de *hardware* disponíveis em cada dispositivo.

Os aplicativos Android são desenvolvidos primariamente na linguagem Java, utilizando-se do Kit de Desenvolvimento de *Software* (SDK) do Android, que inclui um abrangente conjunto de ferramentas de desenvolvimento.

O Android SDK é instalado no software de desenvolvimento Eclipse, no qual é possível o desenvolvimento de aplicações para aparelhos celulares e *tablets*, que vão desde jogos à utilitários, podendo fazer uso das funções oferecidas pelos aparelhos, como *touchscreen*, câmera, GPS, NFC, bússola, Bluetooth, acelerômetro, 3G e WiFi.

#### 3.3. Tags NFC

Uma etiqueta ou *tag* NFC consiste em um circuito integrado onde os dados, geralmente na forma de um número de série, são armazenados e podem ser lidos através de barreiras e objetos tais como madeira, plástico, papel, etc.

As *tags* NFC são fabricadas em diversos tamanhos para aplicações destinadas à ambientes normais e ambientes extremos. São considerados extremos os ambientes com alta umidade, alta pressão, que possuem interferência metálica, altas temperaturas ou onde há absorção de sinal devido a líquidos (NFC, 2015).



Figura 1. Diferentes tipos de tags NFC.

### 3.4. A Tecnologia NFC

NFC é o acrônimo para *Near Field Communication*, que pode ser traduzido como Comunicação por Campo de Proximidade. É uma forma de interação entre dispositivos, permitindo a troca de informações sem fio e sem contato (NEAR, 2015).

O NFC é uma extensão ou uma subcategoria da tecnologia RFID (*Radio-Frequency Identification* ou Identificação por Radiofrequência) que pode ser definido como uma tecnologia de identificação automática que utiliza campos eletromagnéticos de radiofrequência para identificar objetos ou pessoas que carregam tags (etiquetas), ao se aproximarem de um leitor.

A comunicação por NFC acontece quando os dispositivos são aproximados da tag, que possui uma identificação, permitindo a troca de informações. A distância média de leitura é 4 cm e a transferência de dados ocorre à uma velocidade de 424 kbps.

É semelhante a outros métodos de identificação, como o código de barras ou QR Code, porém utiliza as ondas de rádio invisíveis para identificar o objeto. Portanto, não necessário um feixe de laser e um caminho sólido de modo para que o feixe possa se deslocar entre os dois dispositivos. Eles podem ser rastreados de dentro de bagagens, bolsas e no interior de pacotes, superando diversas barreiras (SARTORETTO, 2014).

As tags podem ser lidas através de uma variedade de substâncias, tais como água, névoa, gelo, pintura, sujeira, plásticos, madeira e extremas condições ambientais onde o código de barras ou qualquer outra tecnologia óptica seria inviável.

É uma tecnologia que está se tornando muito popular devido ao seu baixo custo, eficiência, suas diversas aplicações e sua presença nos *smartphones*.

Quase todos os *smartphones* atualmente possuem NFC e é muito utilizado na realização pagamentos, controle de acesso, identificação de animais, download de anúncios, transferência de arquivos, dentre outros.



Figura 2. Leitura de tag usando NFC do celular.

#### 4. Desenvolvimento do Projeto

O projeto consiste em um aplicativo para navegação *indoor* (ambientes internos) para dispositivos móveis. É composto pelo mapa do ambiente e as opções para se localizar e montar rotas dentro do prédio. No ambiente deverá haver diversas *tags* espalhadas, pois é através delas o usuário obtém sua localização.

Para testes neste sistema, foram utilizadas as *tags* passivas mostradas abaixo (Figura 3).



Figura 3. *Tags* passivas utilizadas no projeto.

O aplicativo funciona em qualquer celular ou *tablet* de sistema operacional Android e que possua NFC.

Para este trabalho, foram realizados testes nos celulares Galaxy S3 e Moto X, em um campus da Universidade de Uberaba.

É um aplicativo comum, que ao ser instalado pode ser acessado por meio de seu ícone. Ao abrir o software, aparecerá o mapa do ambiente, conforme ilustrado na Figura 4.



Figura 4. a) Ícone do Sistema na tela inicial do Celular b) Tela Inicial do software, contendo o mapa do prédio.

No momento em que o usuário aproxima seu *smartphone* de uma das *tags* afixadas em diversos lugares no prédio, o sistema mostra no mapa sua localização através de um indicador que contém a foto do usuário e o nome do lugar onde ele se encontra (Figura 5).



**Figura 5. Usuário fazendo leitura da *tag* para obter sua localização que pode ser vista no mapa.**

A Figura 6 mostra dois exemplos de exibição da localização do usuário: biblioteca e rampa de acesso.



**Figura 6. Obtenção da localização no momento em que o usuário estava na biblioteca (a) e depois na rampa de acesso (b).**

O usuário pode também obter rotas para um destino a partir de uma origem, no mapa é mostrado o melhor caminho a ser percorrido (ilustrado na Figura 7) que é acessado através do botão ROTA. Neste caso, foram considerados usuários que possuem deficiência física, que podem ser um cadeirante ou estar utilizando muletas. Portanto, o percurso informado não possui escadas, degraus ou qualquer obstáculo que possa dificultar ou impedir sua locomoção. O botão CLEAR, da Figura 7, limpa a rota atual e volta para a tela inicial, permitindo novas navegações.



**Figura 7. Rota mostrando o caminho partindo da rampa de acesso para a biblioteca.**

## 5. Conclusões

A evolução constante da tecnologia está cada vez mais impulsionando o desenvolvimento de aplicações para pessoas que possuem algum tipo de deficiência, enfatizando a utilização de novas ferramentas e propiciando melhorias eficazes para a inclusão social.

Os dispositivos móveis são veículos essenciais para o uso de várias tecnologias e todas as suas funções atuais tenderão a ficar obsoletas, provocando assim a evolução no sentido do multifuncional, ou seja, o "*mobile*" está passando a ser "*all mobile*", composto por um número de serviços e aplicações multimídia, unindo o *streaming de áudio e vídeo*, o acesso à Internet, informação georeferenciada, informação em tempo real, realidade aumentada, entre outros, enquanto houver limites para transpor na nossa imaginação.

A partir de pesquisas realizadas e análises conduzidas, verifica-se, que apesar dos sistemas desenvolvidos, ainda há vários desafios a serem superados a fim de que as aplicações de navegação *indoor* sejam incluídas na rotina dos indivíduos com necessidades especiais.

A navegação *indoor* é uma tecnologia que traz vantagens para todos, tanto para deficientes como para não deficientes. Traz acessibilidade, economia de tempo ao encontrar determinado local, diminui o desgaste físico e proporciona uma maior integração dos visitantes com o ambiente.

## Referências

- ANDROID. “Android, the world's most popular mobile platform”. Disponível em: <<http://developer.android.com/about/index.html>> Acesso em: 10 Mai 2015
- CAT, “Comitê de Ajudas Técnicas. Comitê de Ajudas Técnicas da área da Pessoa com Deficiência discute reestruturação para ampliar sua atuação”. Disponível em: <<http://www.sdh.gov.br/importacao/2010/10/29-out-2010-comite-de-ajudas-tecnicas-da-area-da-pessoa-com-deficiencia-discute-reestruturacao-para-ampliar-sua-atuacao>> Acesso em: 09 Mai 2015.
- CENSO. “Censo Demográfico”. 2010. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo\\_Demografico\\_2010/Caracteristicas\\_Gerais\\_Religiao\\_Deficiencia/caracteristicas\\_religiao\\_deficiencia.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Caracteristicas_Gerais_Religiao_Deficiencia/caracteristicas_religiao_deficiencia.pdf)> Acesso em: 09 Mai 2015.
- EMMESHOP ELETRONICS. Tag RFID. Disponível em: <<http://www.emmeshop.eu/blog/?q=node/19>> Acesso em: 14 Dez 2014.
- MINISTERIO. “Ministério Público do Estado do Paraná”. Conceitos De Deficiência. Disponível em: <<http://www.ppd.mppr.mp.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=41>> Acesso em: 09 Mai 2015.
- NEAR. “Near Fied Communication”. Disponível em: <<http://www.nfcnearfieldcommunication.org/radio-frequency.html>> Aceso em: 26 Abr 2015.
- NETO, S. et al. Criação de Aplicações de Realidade Aumentada em Dispositivos Móveis Baseados em Symbian OS. In: II Workshop de Aplicações de Realidade Virtual, Universidade Federal de Pernambuco, 2006, p. 16-19.
- NFC-Forum. NFC and Contactless Technologies. Disponível em: <<http://nfc-forum.org/what-is-nfc/about-the-technology/>> Acesso em: 26 Abr 2015.
- PARASKEVI, R., KOUROUPETROGLOU, G. Indoor Navigation and Location-Based Services for Persons with Motor Limitations. University of Athens, Greece. 2014.
- RADABAUGH, M. “Technology for Access and Function Research Section Two: NIDDR Research Agenda Chapter 5: Technology For Access And Function”. Disponível em: <[http://www.ncddr.org/rpp/techaf/lrp\\_ov.html](http://www.ncddr.org/rpp/techaf/lrp_ov.html)>.
- SARTORETTO, L. BERSH, R. ”Tecnologia Assistiva”. Disponível em: <<http://www.assistiva.com.br/tassistiva.html>> Acesso em: 09 Mai 2015.
- SINOPOLI, J. Indoor Positioning Systems. Disponível em: <<http://www.automatedbuildings.com/news/mar13/articles/sinopoli/130225111303sinopoli.html>> Acesso em: 21 de Abril de 2015.

## Tabela Periódica Interativa e Inclusiva

Diego Henriques Barboza Vieira<sup>1</sup>, Ana Carla Souza de Jesus<sup>1</sup>, Evellyn Gonçalves de Souza<sup>2</sup>, Mônica Sakuray Pais<sup>3</sup>, Amaury Walbert de Carvalho<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas - Instituto Federal Goiano (IFGoiano) - Urutaí - Goiás - Brasil

<sup>2</sup>Licenciatura em Química - Instituto Federal Goiano (IFGoiano) - Urutaí - Goiás - Brasil

<sup>3</sup>Núcleo de Informática - Instituto Federal Goiano (IFGoiano) - Urutaí - Goiás - Brasil

diegohenrix@gmail.com, anacarla.sj@gmail.com,  
eveellyn\_souza@hotmail.com, monica.pais@ifgoiano.edu.br,  
amaury.carvalho@ifgoiano.edu.br

**Abstract.** *Technology should be a privilege for everyone, therefore, it is necessary to adopt measures to facilitate the inclusion of students with visual impairments. In the study chemistry it is clear that there is a lack of methods to help the students. The discipline itself already has a high degree of complexity, and the visualisation of the periodic table is one of the main resources in order to understand the matter, thus hindering the learning of the visually impaired. As a result, an interactive and inclusive periodic table has been developed that may help people with and without visual impairment, using hardware technologies and open source software like Arduino and Java.*

**Resumo.** *A tecnologia deve ser um privilégio de todos, sendo assim, torna-se necessário adotar medidas que facilitem a inclusão de estudantes com deficiência visual. No estudo de química percebe-se ainda mais essa carência de métodos que auxiliem os discentes. A disciplina em si já apresenta um alto grau de complexidade, e a visualização da tabela periódica é um dos principais recursos para que se compreenda a matéria, dificultando assim a aprendizagem dos deficientes visuais. Em virtude disso, foi desenvolvida uma tabela periódica interativa e inclusiva, que poderá auxiliar pessoas com e sem deficiência visual, utilizando tecnologias de hardware e software livres, como Arduino e Java.*

### 1. Introdução

A tecnologia está presente praticamente em todas as áreas, buscando favorecer a rotina das pessoas. No campo da educação, pretende-se através da tecnologia contribuir na aprendizagem e trazer interesse para os estudantes. As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) vem desempenhando um papel fundamental nesta área, pois tem como alvo promover uma junção entre tecnologia e educação, para atender os interesses

de todos os aprendizes. Segundo Carvalho e Gil-Pérez (1993), “O domínio do conteúdo que será ensinado não deve se restringir apenas aos conceitos científicos, mas também à História da Ciência, assim como sua interação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade”.

Nota-se no entanto que apesar da preocupação com a criação de ferramentas alternativas, que algumas áreas parecem ainda esquecidas, pouco exploradas, como a química, e as ferramentas criadas possuem pouca interatividade com os usuários. Essa carência é ainda maior quando o assunto são deficientes visuais.

A exposição da Tabela Periódica durante as aulas facilita o entendimento dos alunos. Conforme Leach (2009), “A tabela periódica é como se fosse o alfabeto da química daí então a importância do aluno compreender as informações ali escritas, pois se o aluno não conhece a tabela periódica vai ter grande dificuldade em seus estudos”. Ao visualizá-la, os alunos procuram associá-la com os conceitos abordados. Para os alunos deficientes visuais, a disponibilização e a utilização da tabela periódica nessas atividades por si só já os prejudicam no processo de aprendizagem.

Para sanar a falta de ferramentas que auxiliem deficientes visuais na aprendizagem de química, propõe-se a criação de uma tabela periódica interativa e inclusiva. Através de elementos como Braille e recursos auditivos pretende-se auxiliar o estudo da tabela periódica por alunos deficientes visuais ou não, de forma a contribuir para que esses estudantes tenham a oportunidade de desenvolver suas limitações. Também promoveria a inclusão ao não fazer distinção dos alunos, pois usariam o mesmo material.

Para a construção do protótipo foram utilizados Java e Arduino. Tais tecnologias foram escolhidas pois além de serem baratas e abertas, são bastante trabalhadas nos cursos de Tecnologia da Informação do Instituto Federal Goiano - Câmpus Urutaí, além de ser eficazes e suficientes para a obtenção do objetivo esperado. O hardware livre tem proporcionado a melhoria de diversos projetos, pois tem motivado a inteligência coletiva. A plataforma de prototipagem e desenvolvimento em eletrônica Arduino oferece várias possibilidades de auxílio à educação. “Arduino é uma plataforma eletrônica open-source baseado em hardware e software de fácil utilização. É destinado para qualquer um fazer projetos interativos.” (ARDUINO, 2014).

## **2. Fundamentação Teórica**

Esta seção apresenta os conceitos que são a base para este artigo.

### **2.1 O Ensino de Química e a Tabela Periódica**

O estudo de química privilegia a memorização de conceitos abstratos, símbolos e cálculos. “Estudos experimentais e exploratórios no campo de representações revelam que os estudantes, não apenas os com necessidades especiais, possuem dificuldades em transitar entre os níveis de representações macroscópico, microscópico e simbólico” (MOREIRA; RAUPP; SERRANO, 2009).

A repulsão pela disciplina de química, se deve na maioria das vezes pelo fato de que ela possui várias fórmulas e cálculos, tornando seu aprendizado cansativo e desestimulante. Além disso, os alunos não conseguem relacionar a química ao seu cotidiano. De acordo com Arroio (et al., 2006) “(...) verifica-se a necessidade da

utilização de formas alternativas relacionadas ao ensino de química, com o intuito de despertar o interesse e a importância dos conceitos químicos presentes nos currículos escolares”. Alguns docentes conseguem através de formas alternativas transformar o estudo de química em algo mais dinâmico e prazeroso, conquistando assim a atenção dos estudantes. Outra forma de facilitar o aprendizado de química é incentivar os alunos a compreenderem a tabela periódica, sua importância e o porque de ter sido criada.

A Tabela Periódica é um conhecimento importante da Química, presente no dia a dia de alunos e profissionais, e fonte importante do desenvolvimento de novas linhas de pesquisa nessa área. A assimilação da lei periódica não deve ser considerada como um simples ato de memorização. Entretanto, muitas vezes, a Tabela Periódica é apresentada como um enorme conjunto de regras de localização dos elementos e informações textuais a serem memorizadas. Sendo assim, é necessário procurar formas distintas e novos métodos que prendam a atenção do aluno, tornando o estudo de química mais atrativo.

## **2.2 Interação Humano-Computador (IHC)**

No decorrer do desenvolvimento do protótipo da tabela periódica interativa e inclusiva houve uma grande preocupação em relação a comunicação entre tabela e usuário, sendo necessário realizar estudos sobre Interação Humano-Computador. Segundo a Sociedade Brasileira de Computação, a área de Interação Humano-Computador (IHC) se dedica a estudar os fenômenos de comunicação entre pessoas e sistemas computacionais que está na interseção das ciências da computação e informação e ciências sociais e comportamentais e envolve todos os aspectos relacionados com a interação entre usuários e sistemas.

Como o maior dos objetivos da ferramenta é a inclusão de deficientes visuais, visando o aprendizado de química, torna-se indispensável que a tabela possua alto nível de interação com os usuários, até porque um mecanismo que não tem boa comunicação com o utilizador, além de gerar desinteresse, pode causar alguma forma de constrangimento. Por isso é de essencial valia gerar instrumentos que cooperem com o usuário, de forma a descomplicar seu manuseio.

## **2.3 Java**

A linguagem de programação Java é muito utilizada devido a diversos fatores, por exemplo, é uma linguagem independente de plataforma, possui código reutilizável e uma grande quantidade de bibliotecas gratuitas.

O uso dessa linguagem orientada a objetos é ainda mais importante em sistemas que virão a crescer, pois é fácil fazer alterações no código, sendo este bastante legível. Além de possuir diversas bibliotecas o que facilita para o desenvolvedor que não precisa gastar muito tempo criando funções, pois estas na maioria das vezes estão prontas e disponíveis.

Outro fator que demonstra a importância desta linguagem é sua independência de plataforma. A linguagem de programação Java pode ser utilizada em ambientes que possuam diferentes sistemas operacionais, sem prejudicar sua funcionalidade e eficiência.

## **2.4 Arduino**

A plataforma Arduino tem se tornado cada vez mais utilizada para o desenvolvimento de protótipos interativos. Tudo isso por ser uma plataforma open source que não requer do desenvolvedor conhecimentos aprofundados em eletrônica, programação e sistemas embarcados.

Para o desenvolvimento com esta plataforma, basta na maioria das vezes interesse, pois o Arduino tem despertado o conhecimento coletivo, ou seja, um desenvolvedor trocando informações e experiências com outro. Tornando ainda mais fácil a criação com esta plataforma.

## **3. Trabalhos Relacionados**

Existem trabalhos que abordam a viabilização do acesso de deficientes visuais a tabelas periódicas, entre eles estão (MASSON et al., 2014) e (OLIVEIRA et al., 2013). Neles são apresentadas soluções que envolvem o uso de materiais tácteis e escrita em Braille. Porém não fazem uso de ferramentas tecnológicas para incorporar interatividade e recursos auditivos.

Tal característica seria muito significativa, pois possibilitaria o acesso rápido a informações mais detalhadas sobre determinado elemento e não apenas seu símbolo, número atômico e localização periódica presentes nos trabalhos citados. Também poderia tornar a ferramenta mais atrativa para não videntes e videntes. Este trabalho se propõe a a criar um protótipo que implemente esse aprimoramento.

## **4. Desenvolvimento**

O usuário interage com o protótipo desenvolvido através de um painel interativo no qual cada botão representa um elemento químico. Ao acionar um deles, o dispositivo comunica ao programa, no computador, o seu código. Esse então, reproduz um arquivo de áudio que descreve o elemento correspondente. Para maior esclarecimento, as subseções a seguir descreverão em maiores detalhes as duas partes componentes do protótipo: hardware e software.

### **4.1 Hardware**

O hardware do protótipo (Figura 1) é um painel interativo que se assemelha a um teclado de computador e foi desenvolvido para ser usado sobre uma superfície plana como uma mesa. Ele é composto por uma caixa, por teclas acionáveis pelo usuário dotadas de rótulos em braile e por circuitos eletrônicos. Como o intuito era desenvolver uma ferramenta funcional e de baixo custo, foram utilizados materiais baratos e feito o reuso de alguns equipamentos cujo destino seria o descarte.



**Figura 1. Hardware do Protótipo**

A caixa do painel foi construída com folhas de madeirite de 4mm que é um material bastante acessível, leve e fácil de se trabalhar. Ela serve de base para a montagem das teclas e protege o usuário do contato com os circuitos eletrônicos.

A última versão da tabela periódica dos elementos definida pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) foi o formato adotado neste trabalho. As teclas foram extraídas de teclados de computador defeituosos e rearranjadas de modo que cada um dos 114 elementos fosse representado por uma delas. Elas foram adesivadas com rótulos apresentando o símbolo do elemento de forma textual e em braille. Foi necessário substituir as membranas dos teclados por 114 botões de pressão (um para cada tecla), já que essas não ofereciam possibilidade de reorganização.

Os botões foram soldados em configuração matricial de 8 linhas e 18 colunas. Essa montagem tornou possível a leitura por varredura dos botões, reduzindo o número de portas digitais necessárias de 114 para 26 (8 linhas + 18 colunas). Foi desenvolvido um circuito expensor de saídas digitais utilizando dois registradores de deslocamento 74HC595 conectados em cascata, que transforma 3 saídas em 16. Isso possibilitou uma futura redução de 26 para 13 portas digitais necessárias, o que tornava o Arduino UNO, que era a placa de desenvolvimento disponível, elegível para a confecção do protótipo.

Foi utilizado ainda um cabo USB que torna possível a conexão do dispositivo com o computador.

## 4.2 Software

Dois programas compõem a parte lógica do protótipo. Um deles é executado pelo microcontrolador do Arduino UNO e o outro por um computador capaz de executar programas Java. O Arduino não oferecia poder computacional suficiente para armazenar e reproduzir arquivos de áudio sem o uso de módulos adicionais. A solução encontrada foi dividir o problema em dois, delegando ao Arduino apenas a função de identificar a

tecla pressionada e enviar seu código ao computador que seria o responsável por manipular os arquivos de áudio.

## 5. Conclusão

Com o protótipo aqui descrito almeja-se obter uma ferramenta que possa auxiliar diretamente na aprendizagem de química alunos com e sem deficiência visual. Pretende-se também que a versão final da tabela tenha baixo custo para que seja acessível a todos, além de ser de fácil interação, para que os novos usuários não tenham dificuldade em operá-la.

Até o momento não foram realizados testes com usuários, pois a tabela ainda não está pronta, tem-se apenas um protótipo em desenvolvimento. Ao término do projeto a ferramenta será testada a fim de saber se ela atende as expectativas geradas ou se necessita de alguma melhoria ou alteração.

A estrutura da tabela ainda poderá sofrer algumas modificações, checka-se a possibilidade da troca de arquivos de áudio por um sintetizador de voz com o intento de torná-la mais eficiente e também a independência da tabela em relação ao computador, ou seja, buscar formas de utilizar a tabela sem que se necessite da conexão com um computador.

## Referências

ARDUINO. 2014. Disponível em: <<http://arduino.cc>>. Acesso em: 12 de novembro de 2014.

ARROIO, A. et al. O show da química: Motivando o interesse científico. Química Nova, v. 29, n. 1, p. 173–178, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v29n1/27876.pdf>>. Acesso em: 07 de novembro de 2014.

CARVALHO, A. M. P. de; GIL-PÉREZ, D. UML: Uma Abordagem Prática. São Paulo: Cortez Editora, 1993. (Nova Coleção Questões da Nossa Época, v. 26).

LEACH, M. R. The Chemogenesis Web Book. [s.n.], 2009. Disponível em: <<http://www.meta-synthesis.com>>. Acesso em: 10 de novembro de 2014.

MASSON, R. et al. Inclusão no ensino de química: A tabela periódica como recurso para a inclusão de alunos deficientes visuais. In: V Jornada das Licenciaturas da USP/IX Semana da Licenciatura em Ciências Exatas - SeLic: A Universidade Pública na Formação de Professores: ensino, pesquisa e extensão. São Carlos: SeLic, 23 e 24 de outubro de 2014.

OLIVEIRA, S. J. et al. Ensino de química inclusivo: Tabela periódica adaptada a deficientes visuais. Experiências em Ensino de Ciências., v. 8, n. 3, 2013.

RAUPP, D.; SERRANO, A.; MOREIRA, M. A. Desenvolvendo habilidades visuoespaciais: Uso de software de construção de modelos moleculares no ensino de

isomeria geométrica em química. *Experiências em Estudo de Ciências*, v. 4, n. 1, p. 65–78, 2009.

SILVA, M. G. L.; BRITO, L. G. F. A tabela periódica: um recurso para a inclusão de alunos com deficiência visual. In: *Anais do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Bauru: ABRAPEC, 2005. v. 1.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO. *Interação Humano Computador*. Disponível em: <<http://www.sbc.org.br/index.php?Itemid=66>>. Acesso em: 13 de julho de 2015.

# Testando a performance de tecnologias especialistas em *Rest API JSON* uma abordagem em JAVA, PHP, C++, NODEJS, RUBY, PYTHON e GO

Itacir Ferreira Pompeu<sup>1</sup>, Fernando Barbosa Matos<sup>1</sup>  
e Marcel da Silva Melo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano  
Câmpus Morrinhos. Rodovia BR-153, KM 633 - Zona Rural,  
Morrinhos - GO, 75650-000 (64) 3413-7900.

itacir@hotmail.com, {fernando.matos, marcel.melo}@ifgoiano.edu.br

**Abstract.** *This article seeks to demonstrate the power of programming languages and frameworks in operating conditions using competitive and performance tests. The methodology used is the use of APACHE BENCHMARKING and SIEGE tools to generate load and observe the behavior and performance of the REST APIs for each of the following programming languages: Java, PHP, C++, JavaScript (NodeJS), Ruby, Python and GO. The workload is the generation of HTTP requests to the GET method that returns a JSON with a string.*

**Resumo.** *Este artigo visa demonstrar o poder das linguagens de programação e frameworks em condições de operação utilizando testes de concorrência e performance. A metodologia utilizada consiste no uso das ferramentas APACHE BENCHMARKING e SIEGE para gerar carga e observar o comportamento e a performance das APIs REST de cada uma das seguintes linguagens de programação: JAVA, PHP, C++, JavaScript(NODEJS), Ruby, Python e GO. A carga de trabalho consiste na geração de requisições HTTP para o método GET que retorna um JSON com uma string.*

## 1. Introdução

O desenvolvimento de *WEB API* está em ênfase na atualidade e o seu uso vem crescendo a cada ano. Padrões como Estado Representacional de Transferência (*REST, Representational State Transfer*) [Saudate, 2013], Protocolo Simples de Acesso a Objetos (*SOAP, Simple Object Access Protocol*) [Saudate, 2013] são amplamente discutidos no mundo da engenharia de software. Quando observado o crescimento do acesso à internet por meio de dispositivos móveis, verifica-se que o uso de *JSON API* na entrega de dados é comum e usado em larga escala por grandes empresas.

A partir dessa necessidade foi realizado um comparativo entre as principais tecnologias para criação de *Web Service REST*. Este comparativo visa discutir a performance das principais tecnologias da atualidade que utilizam o Protocolo de Transferência de Hipertexto (*HTTP, HyperText Transfer Protocol*) [Saudate, 2013] para criação de rotas usando *REST* para entrega de *JSON (JavaScript Object Notation)*.

Em cenários onde existem limitações dos recursos de banda, o uso do *REST* provê respostas estruturadas criada permitindo que os navegadores possam interpretar e possuindo um formato padrão de chamadas, onde é utilizado os verbos do HTTP: GET, PUT,

POST e DELETE. O REST é normalmente utilizado em conjunto com AJAX (*Asynchronous JavaScript and XML*), já que os navegadores modernos possuem suporte a estas tecnologias [Rozlog, 2013].

A motivação deste trabalho é necessidade de conhecer a capacidade das principais tecnologias utilizadas atualmente pelo mercado de trabalho e grandes empresas na criação de *Web Services*. Em paralelo a este trabalho estão sendo desenvolvidos alguns projetos de desenvolvimento de *software* pelo mesmo grupo de pesquisa onde estas aplicações necessitam do uso de serviços *REST*, e isso motivou a criação deste *benchmark* para validar as tecnologias utilizadas atualmente.

## 2. Trabalhos Relacionados

Existem cenários nos quais soluções que seguem arquitetura orientada a serviços, onde cada serviço deve desempenhar com perfeição sua função, a forma de gerar garantia na qualidade dos serviços web e a realização de teste [Correra, Alencar e Schmitz, 2012].

Para avaliar dados de aplicações web e validar seu funcionamento, antes de sua disponibilização aos usuários, emula-se o ambiente de forma que seja passível de verificar a utilização do cliente [Nogueira, 2014].

Essa área que visa pesquisar sobre performance das linguagens de programação e seus *micro-framework* ou bibliotecas específicas para criação ser *webservices JSON*, restringe-se muita ao mundo comercial e de grandes empresas, que fazem uso de alta concorrência em suas aplicações e por esse motivo trabalhos acadêmicos relacionados são raros [Correra, Alencar e Schmitz, 2012].

## 3. Metodologia

Duas ferramentas foram usadas para gerar a carga de trabalho e, por meio do resultado gerado, realizar o comparativo entre as linguagens de programação e *frameworks*. De acordo com [Fulmer, 2012] o *SIEGE* um utilitário para teste de carga sobre *HTTP* e *benchmarking* projetado para permitir que os desenvolvedores *web* possam medir o seu código sob coação, possibilitando verificar a reação do servidor no carregamento de conteúdo.

O *APACHE BENCHMARKING(AB)* é uma ferramenta de *benchmarking* para servidor *HTTP*. Ele é projetado para verificação de como o servidor executa. Em especial ele mostra o tempo das solicitações *HTTP* que o servidor é capaz de servir. [Apache Foundation, 2015].

### 3.1. Infraestrutura

Os testes se deram usando um microcomputador para servir as aplicações denominado *SERVER* uma máquina com sistema operacional Linux Ubuntu 14.10 64-bit, um processador de 2 núcleos modelo Intel *Core 2 Duo CPU E8400 3.00Ghz x2*, disco de 7200 RPM e 4 GB de memória DDR2 800MHZ.

O segundo microcomputador usado nos testes é denominado *CLIENT*, possui um processador de 4 núcleos Core I3 2400GHZ, disco de 5400 RPM e 4 GB de memória DDR3 1066Mhz. O meio de acesso entre os dois foi uma rede local cabeada, por meio de cabos par trançados, um *switch* com largura da banda de 100 Mb/s.

### 3.2. Ambiente de teste

Para uso do *SIEGE* foram utilizados três padrões de teste com tempo 120 segundos cada e usando 100, 500 e 1000 conexões concorrentes. Foram utilizados os logs gerados ao final da execução para analisar como cada uma das tecnologias comportou-se em alta concorrência de acesso ao recurso. Os dados utilizados do log ao final do teste são 1) número de transações, 2) média do tempo(ms), 3) obtenção de sucesso, 4) maior tempo de transação(ms), para cada uma das abordagens.

Para os testes utilizando o AB foram criados três padrões de carga de trabalho. Foram utilizados como parâmetro o número de requisições para 10.000, 50.000 e 100.000 requisições todas com 200 conexões simultâneas. Para avaliar a melhor tecnologia foram comparados os seguintes dados obtidos do *log* de resposta do AB: 01) quantidade de transações, 2) número de transações por segundo e 3) transferência de dados em mb 4) maior tempo de resposta em cada tecnologia(ms).

Na Tabela 1 são apresentados os comandos utilizados para cada um dos experimentos realizados. Os comandos apresentados são referentes a linha de comando do Sistema Operacional *linux*. Para os comandos do *SIEGE*, o parâmetro *-c* refere-se ao número de conexões, o parâmetro *-t* ao tempo em segundos e o último parâmetro refere-se ao endereço de rede. Na configuração do comando do AB o parâmetro *-n* é quantidade de requisições, o parâmetro *-c* o número de clientes concorrentes e o último parâmetro refere-se ao endereço de rede.

**Tabela 1. Siege descrição dos comandos**

<b>Ferramenta</b>	<b>Cientes Concorrentes</b>	<b>Tempo de execução</b>	<b>URL</b>
siege	-c100	-t120s	http://.../json
siege	-c500	-t120s	http://.../json
siege	-c1000	-t120s	http://.../json
<b>Ferramenta</b>	<b>Número de Requisições</b>	<b>Tempo de execução</b>	<b>URL</b>
ab	-n 10000	-c 200	http://.../json
ab	-n 50000	-c 200	http://.../json
ab	-n 100000	-c 200	http://.../json

### 3.3. Configuração das Tecnologias

As configurações de cada uma das tecnologias foram realizadas da forma mais simples possível seguindo o básico indicado na documentação de cada uma delas. No caso do *C++*, *PHP*, *RUBY*, *PYTHON* e *NODEJS* o uso de *micro-framework* se fez necessário para deixar mais simples a suas implementações, sendo eles *CROW*, *SLIM*, *SINATRA*, *FLASK* e *RESTIFY* respectivamente. Quanto ao *JAVA* e o *GO*, a própria tecnologia deu suporte à criação de *API REST* do tipo *JSON* de forma nativa. No *JAVA* em especial fez-se necessário o uso de uma biblioteca extra o *GSON* (criada pela equipe do *Google* sendo esta uma biblioteca livre, focada em manipulação de *JSON*) para auxiliar na resposta padrão, deixando assim todas implementações com a *string* mesma resposta.

Um caso particular fora observado quanto ao caso de uso do *C++*, *NODEJS* e *GO*, nestas linguagens não se fez necessário o uso de um servidor extra para as aplicações, a

própria tecnologia provia esse serviço de forma nativa com a criação de um processo no sistema operacional. Em contra partida *JAVA*, *PHP*, *RUBY* e *PYTHON* necessitaram da instalação de um servidor para cada, sendo eles *TOMCAT*, *APACHE*, *THIN* e *GEVENT* respectivamente.

A Quadro 1 apresenta o código desenvolvido pra implementar a rota *HTTP* com verbo *GET* para o *micro-framework CROW* do C++. Para implementação de outras tecnologias foi utilizado a mesma ideia principal da implementação do *CROW*.

**Quadro 1. Exemplo de C++ com CROW**

```

1 #include "crow.h"
2 #include "json.h" //api manipulação
3 //de json do proprio crow
4 int main(){
5 //criando objeto app
6 crow::SimpleApp app;
7 //esse objeto gerencia as requisições
8 //macroque gerencia as rotas
9 //http no no crow
10 CROW_ROUTE(app, "/json")
11     .methods("GET"_method)([] { //listando verbos
12         crow::json::wvalue x;
13         x["Ola"] = "Mundo!";
14         return x;
15     });
16 //definição da porta
17 app.port(3000)
18     .multithreaded() //deixando paralelizado
19     .run(); //rodando o server
20 }
```

## 4. Resultados

### 4.1. SIEGE

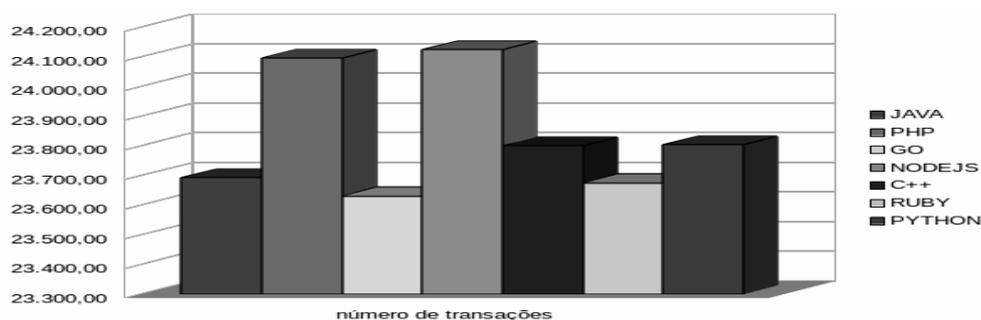
O resultado dos testes utilizando a ferramenta *SIEGE* são apresentados na Tabela 2 e Figura 1, onde é apresentado o comportamento das tecnologias em um cenário de 100 clientes concorrentes. Não ouve um diferença considerável entre as tecnologias analisadas, e pode-se concluir com esse cenário que com um baixo número de Clientes uma *API REST* tem comportamento semelhante independentemente da tecnologia utilizada.

A Tabela 3 apresenta os resultados do experimento com o número de requisições concorrente em uma quantidade 5 vezes maior. Neste caso houve uma diferença considerável entre o primeiro e último colocado no experimento, cerca 21.207 requisições. As linguagem compiladas, *JAVA*, *C++* e *GO*, se mostraram com um maior poder de processamento paralelo e capacidade de resposta.

Vale observar que o *C++* e *GO* tem seu maior tempo de resposta muito baixo, cerca 0,07 - 0,84 segundos respectivamente, mostrando que para auto concorrência possui um poder de processamento maior que *PHP*, *PYTHON* e *RUBY*. Estas apresentam um

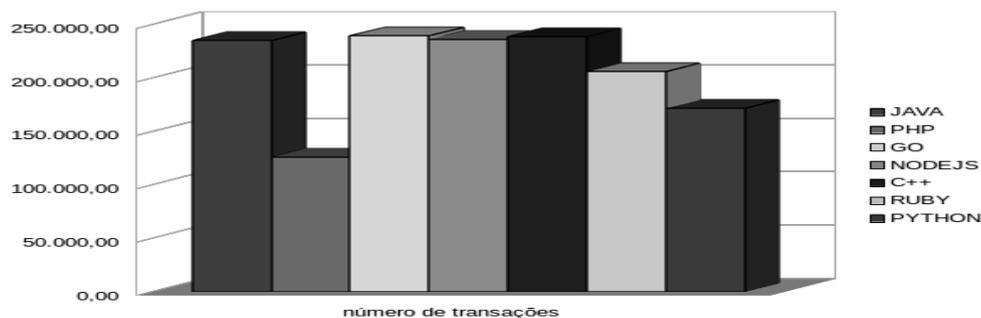
**Tabela 2. Siege Teste 100 requisições concorrentes**

Tecnologia	Transações(qtd)	Transações (s)	Transferência	Maior Tempo
JAVA	23.691	197,56	0,38 mb	0,06 s
C++	23.800	198,52	0,36 mb	0.02 s
GO	23.630	198,50	0,36 mb	0.01 s
RUBY	23.674	197,58	0,36 mb	0.05 s
NODEJS	24.123	201,63	0,37 mb	0.05 s
PHYTON	23.802	199,05	0.48 mb	0.04 s
PHP	24.095	201,63	0,37 mb	0.07 s

**Figura 1. Gráfico de requisições com 100 clientes**

resultado na casa dos três segundos, ou seja, aproximadamente cinquenta vezes mais lentas que C++, GO e três vezes perante o *JAVA* e *NODEJS*. Observa-se que o *NODEJS* é uma linguagem interpretada que usa *JIT* (*just in time*) compilado em tempo de execução através do V8 (motor *javascript* do *google chrome*).

Observando os resultados obtidos no terceiro teste, verificados na Tabela 4 e Figura 2, pode-se destacar a performance das tecnologias compiladas, como o C++. Ao verificar a diferença no número de transações do C++ e do PHP, observa-se uma diferença grande entre as tecnologias, aproximadamente 119.649 transações. Assim, verificando o quão poderoso é o *CROW*, apesar de não possuir um servidor para suporte tem boa qualidade. Quando observado o maior tempo de resposta entre as duas tecnologias, a diferença entre C++ (0.16s) e PHP (63.72s) é considerável, com uma diferença de 370.000 vezes.

**Figura 2. Gráfico de requisições com 1000 clientes**

**Tabela 3. Siege Teste 500 requisições concorrentes**

Tecnologia	Transações(qtd)	Transações (s)	Transferência	Maior Tempo
JAVA	118.536	987,88	1,92 mb	1,01 s
C++	119,264	994,03	1,82 mb	0,07 s
GO	120.037	1.000,39	1,83 mb	0,84 s
NODEJS	119.356	994,80	1,82 mb	3,01 s
RUBY	117.717	981,14	1,80 mb	3,10 s
PHYTON	118.516	987,80	2,37 mb	3,02 s
PHP	90.646	755,51	1,38 mb	3,17 s

**Tabela 4. Siege Teste 1000 requisições concorrentes**

Tecnologia	Transações(qtd)	Transações (s)	Transferência	Maior Tempo
C++	238.416	1.986,97	3,64 mb	0,16 s
GO	239.032	1.992,27	3,65 mb	1,03 s
NODEJS	235.959	1.966,65	3,60 mb	3,05 s
JAVA	235.042	1.959,17	3,81 mb	1,06 s
RUBY	205.649	1.713,88	3,14 mb	7,08 s
PHYTON	171.259	1.427,40	3,43 mb	7,13 s
PHP	125.847	1.048,90	1,92 mb	63,72 s

#### 4.2. APACHE BENCHMARK

O AB foi usado para verificar o tempo gasto pelo Servidor para responder 10.000, 50.000 e 100.000 requisições realizadas pela máquina Cliente. A Tabela 5, 6, 7 corresponde a esses resultados, respectivamente.

Anteriormente, tecnologias compiladas se mostraram com um comportamento mais performático quando submetidas a teste de exaustão e estresse feitos pelo *SIEGE*. Nesse experimento os resultados foram equivalentes. Eles apresentados nas Tabelas 5, 6, 7 foram obtidos com 200 Clientes concorrentes.

**Tabela 5. AB 10.000 requisições**

Tecnologia	Tempo(ms)	RPS	Desvio Padrão(s)	Maior(ms)	Média(ms)
JAVA	707	14.141,59	1,80	48	5
GO	935	10.695,98	3,10	21	9
C++	1.407	7.105,30	9,10	34	14
NODEJS	3.548	2.818,62	4,80	81	35
RUBY	5.526	1.809,73	9,90	89	54
PHYTON	6.693	1.494,09	4,80	100	66
PHP	13.311	751,28	19,50	297	126

A Tabela 5 possui valores muito distantes das tecnologias com melhor desempenho para com a pior, chegando a uma diferença impactante. O *GO* no caso em questão,

não gastou nem 1 segundo para fazer 10.000 requisições, algo realmente considerável, já o *PHP* demorou cerca de 9 segundos, (quase quinze vezes mais lenta) deixando claro o poder das linguagem compiladas perante as interpretadas.

A Tabela 5 observa-se uma diferença notória na capacidade de processamento entre as tecnologias analisadas. Nela, o *JAVA* e *GO* precisaram de 1 segundo para processar 10.000 requisições. Já o *PHP* usou cerca de 13 segundos. Visivelmente as linguagens compiladas se comportaram melhor nos ambientes dos experimento perante as linguagens interpretadas.

**Tabela 6. AB 50.000 requisições**

Tecnologia	Tempo(ms)	RPS	Desvio Padrão(s)	Maior(ms)	Média(ms)
JAVA	3.692	13.542,32	6,5	156	5
GO	4.798	10.420,23	4,3	26	9
C++	6.895	7.252,02	8,3	39	13
NODEJS	19.757	2.545,52	8,3	116	39
RUBY	27.781	1.799,81	10,6	100	54
PHYTON	33.380	1.497,92	4,5	86	66
PHP	71.512	699,18	6,3	144	142

Conforme a Tabela 7 e Figura 3, no qual o *PHP*, *RUBY* e *PYTHON* quando impostos a 100.000 requisições, verificou-se que o comportamento foi abaixo das outras tecnologias que são compiladas. Esse é um dos motivo pelo qual grandes empresas, como *Twitter* e *Facebook* migraram para tecnologias compiladas em suas *API*, sendo elas o *SCALA* e *HHVM*.

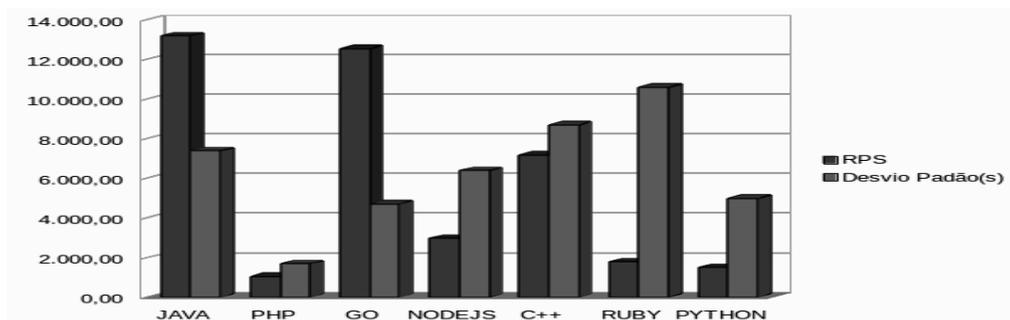
**Tabela 7. AB 100.000 requisições**

Tecnologia	Tempo(ms)	RPS	Desvio Padrão(s)	Maior(ms)	Média(ms)
JAVA	7.582	13.188,77	7,4	177	5
GO	7.973	12.541,67	3,7	26	7
C++	13.919	7.184,56	8,7	44	13
NODEJS	33.715	2.966,07	6,4	120	51
RUBY	55.584	1.799,08	10,6	104	54
PHYTON	67.223	1.487,58	5,0	92	66
PHP	96.091	1.040,68	1,7	97	96

## 5. Conclusão

Este trabalho teve como objetivo o teste da performance das principais tecnologias usadas para criação de *API REST JSON*. Fica verificado a melhor performance das linguagens compiladas se comparadas as linguagens interpretadas.

Foram realizados seis testes com diferentes configurações nas sete principais tecnologias e utilizando duas ferramentas distintas, *SIEGE* e *AB*. Os testes foram realizados seguindo uma metodologia rígida, utilizando o mesmo ambiente de teste para todas



**Figura 3. Gráfico de RPS e DS com 1000 clientes**

tecnologias. Por meio dos testes foi possível verificar algumas particularidades de cada tecnologia, tais como estabilidade das linguagem compiladas porém com uma maior complexidade acerca da implementação.

Como ameaça a validade do trabalho pode-se destacar a utilização de uma rede local para realização dos testes. Como trabalhos futuros será utilizado uma aplicação real para melhor avaliação das tecnologias aqui testadas.

Conclui-se que para em sistemas com baixa quantidade de clientes, não faz-se necessário o uso de linguagens complexas. É necessário sempre uma boa análise do ambiente onde a *API* será utilizada para uma boa escolha da linguagem a ser utilizada.

## Referências

- Saudate, Alexandre(2013). *REST. Construa API's inteligentes de maneira simples*, 2013, Casa do Codigo, 2013.
- Silveira, Guilherme e Amaral, Mario (2014). *JAVA SE 7 Programmer 1. O guia para certificacao Oracle Certified Associate* 2014, Casa do Código, 2014.
- Rozlog, Mike (2013). *Rest e Soap Usar um dos dois ou ambos?*, 2013. Disponível em: <<http://www.infoq.com/br/articles/rest-soap-when-to-use-each>> Acesso em: 23 fevereiro de 2014.
- E. Rescorla (2000) *HTTP over tls*. Disponível em: <<http://tools.ietf.org/html/rfc2818>> Acesso em: 16 de junho 2015
- Fulmer, Jeff (2012). *About Siege 2012*. Disponível em: <<https://www.joedog.org/siege-home/>> Acesso em: 22 de junho 2015
- Apache Foundation (2015). *Apache HTTP server benchmarking tool*. Disponível em: <<http://httpd.apache.org/docs/current/programs/ab.html>> Acesso em: 22 de junho 2015
- Alexandre Luis Correa, Antonio Juarez Alencar, Eber Assis Schmitz (2012). *Uma Abordagem Baseada em Especificações para Testes de Web Services RESTful*. In: SBSI, VIII Simpósio Brasileiro de Sistema de Informações, Anais, 2012, 372-383.
- Nogueira, André da Silva (2015). *Profiling de aplicações Web : Estudo comparativo entre aplicações Java Web e aplicações RoR*. Universidade de Minho, Escola de Engenharia, Departamento de Informática, Dissertações.

# MoCOMA - Um Modelo Conceitual Multinível sobre Cultura Organizacional no contexto de Metodologias Ágeis

João Paulo Amaral<sup>1</sup>, Gerson Correia<sup>1</sup>,  
Vinícius Sebba Patto<sup>1</sup>, Valdemar Vicente Graciano Neto<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Informática (INF/UFG), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil

<sup>2</sup>ICMC, Universidade de São Paulo, São Carlos, Brasil

joaopaulosil@hotmail.com, gersoncorreia@outlook.com

viniciussebba@inf.ufg.br, valdemarneto@inf.ufg.br

**Resumo.** *A demanda por rapidez na entrega de software tem forçado empresas a adotarem metodologias ágeis (MA). Entretanto, a adoção de MA depende de uma Cultura Organizacional (CO) que a favoreça, isto é, um conjunto de características sociotécnicas que beneficiem o modo como o trabalho é conduzido. Logo, a adoção de MA sofre influência direta da CO vigente. Este artigo apresenta o Modelo de Cultura Organizacional em Métodos Ágeis (MoCOMA), uma versão consolidada de um modelo conceitual previamente estabelecido para auxiliar no processo de caracterização da CO de uma empresa que use MA com vistas a guiar o alinhamento entre a CO e os princípios requeridos pelas práticas ágeis.*

**Abstract.** *A growing demand for fast software delivery has pressured companies to adopt agile methodologies (AM). However, the adoption of AM depends on a suitable organizational environment. Such an environment is influenced by Organizational Culture (OC), a set of socio-technical characteristics that influence how the work is conducted. Therefore, the adoption of AM also suffers direct influence of current OC, being necessary to understand the points of intersection between them to align them properly. This paper presents a Model of Organizational Culture in Agile Methods (MoCOMA), a consolidated version of a previously established conceptual model to assist in the characterization of the OC of a company which uses AM.*

## 1. Introdução

A recorrente pressão por tempo de entrega, prazo, e qualidade nos produtos de software têm levado empresas a adotar Metodologias Ágeis (MA). Os principais fatores que motivam esta adoção envolvem as promessas de agilidade na conclusão de projetos, redução nos gastos, minimização de burocracia, e aumento na qualidade dos produtos [da Costa Filho et al. 2005]. Por outro lado, organizações têm investido atenção no conceito de Cultura Organizacional (CO), um elemento caracterizado por diversos fatores (tanto físicos quanto sociais e psicológicos) que influenciam o modo como o trabalho é conduzido. A disposição das mesas de um escritório, os princípios que regem a empresa, as relações de poder estabelecidas, a hierarquia, o comportamento, e todos os pressupostos inconscientes e intangíveis que regem o modo de ser da empresa integram a CO.

A adoção de MA deve ser caracterizada por ambientes que favoreçam a comunicação, valorizem indivíduos e a interação entre eles, que fomentem a pronta resposta a mudanças, e que estimulem a colaboração com o cliente auxiliam a atingir o produto esperado. Entretanto, estes requisitos de implantação de MA só emergem se houver uma CO cujas características estejam em alinhamento com estes princípios. Neste sentido, um mapeamento sistemático foi conduzido [Correia et al. 2015] para investigar como é possível alinhar os interesses da MA e a CO vigente em uma empresa. Um dos resultados sugere que há poucos artefatos, processos, métodos, e técnicas que sistematizem o conhecimento referente a CO no contexto de adoção de MA, e que invistam esforços em alinhar a CO vigente, aproximando-a dos princípios recomendados pelas MA.

Neste sentido, este grupo de pesquisa empreendeu um esforço para criar um artefato conceitual para contribuir nesta direção. Entretanto, verificou-se que o modelo necessitava de refinamentos para tornar-se fidedigno e útil, e um trabalho de amadurecimento e refinamento foi conduzido. Este artigo apresenta a nova versão do artefato, um modelo conceitual multinível que dá suporte à caracterização de CO de uma empresa que utilize MA. Ele é resultado de um trabalho de refinamento, trazendo uma versão atualizada e realizando uma avaliação do modelo. A nova versão do modelo foi desenvolvida de acordo com o MOF (*Meta Object Facility*) [OMG 2011], separando os conceitos em níveis de abstração de modo a facilitar a instanciação do modelo.

O artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta conceitos teóricos para a compreensão do tema. A Seção 3 apresenta o modelo refinado, descrevendo-o detalhadamente. A Seção 4 faz uma breve descrição da utilização do modelo. Por fim, a Seção 5 traz considerações finais e perspectivas de trabalhos futuros.

## 2. Cultura Organizacional na Adoção de Métodos Ágeis

Metodologias Ágeis (MA) destacam-se dos métodos tradicionais de desenvolvimento de software pela produtividade que fornecem. MA possuem foco em interações sociais, adaptação a mudanças, e entregas constantes de software [da Costa Filho et al. 2005]. Apesar da crescente adoção de MA, os projetos não têm alcançado a agilidade desejada. Isso acontece porque os resultados são influenciados pela forma como o trabalho é conduzido [Iivari and Iivari 2011].

Para o escopo deste artigo, a definição de ‘agilidade’ considerada será aquela proposta pelo Manifesto Ágil, que envolve (i) valorizar indivíduos e a interação entre eles mais que processos e ferramentas; (ii) valorizar a responsividade a mudanças mais que seguir um planejamento; e (iii) valorizar a colaboração com o cliente mais que a negociação de contratos. Estes preceitos permitem depreender que existe uma filosofia que busca trabalhar as pessoas e suas motivações. Logo, o sucesso nos projetos de TI depende inerentemente do ambiente em que o trabalho acontece. Este ambiente deve possuir indivíduos motivados, e deve disponibilizar suporte necessário para que o trabalho seja realizado [Man 2001].

Outro fator preponderante no desenvolvimento de software é a Cultura Organizacional (CO). Ela consiste em um conjunto de pressupostos básicos de um grupo, de percepções que eles acumularam, da sua experiência, e de todo o conjunto de fatores físicos, emocionais, gerenciais, e psicológicos que envolvem seu trabalho. A CO geralmente é estável e rígida [Schein 2010].

Schein (1999) divide CO em três níveis, como ilustrado na Figura 1: artefatos, valores, e pressupostos [Schein 2010]. O nível de artefatos consiste nas características visíveis/tangíveis, tais como a disposição das mesas dos colaboradores no ambiente de trabalho, suas vestimentas, e hierarquia. O segundo nível envolve valores, e materializa a maneira de agir dos membros do grupo, como ética, filosofias de trabalho, e regras de comportamento. Finalmente, pressupostos envolvem o conjunto de prerrogativas coletivas internalizadas pelos membros da organização, tais como percepções, sentimentos e maneira de pensar. O segundo nível é mais tangível que o terceiro. O terceiro nível costuma não ser externalizado, mas influencia nos valores compartilhados (tais como um sentimento de apreensão pela pressão da entrega de resultados).

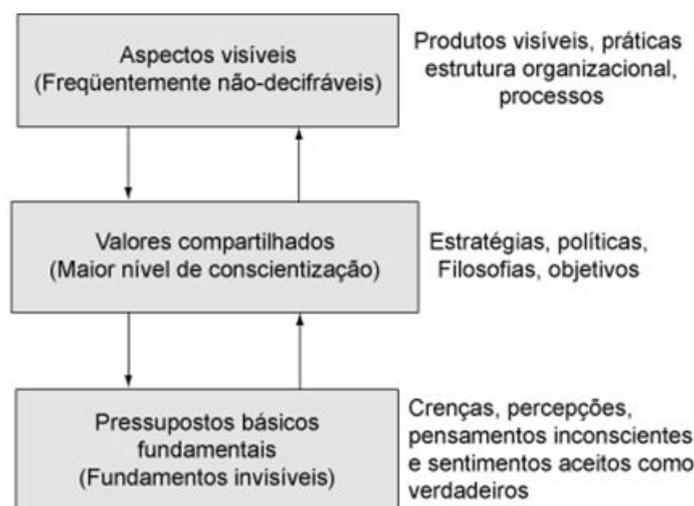


Figura 1. Níveis da CO segundo Schein [Schein 2010].

### 3. MoCOMA - Modelo de Cultura Organizacional em Métodos Ágeis

CO e MA estão correlacionados, e essa relação influencia no sucesso da adoção da MA na organização [Chow and Cao 2008]. O modelo anterior expressava que em empresas que adotam MA, fatores da CO como comunicação, interatividade, mudanças constantes, iterações, e flexibilidade a mudanças são essenciais. É necessário que haja uma consonância entre o que propõe a metodologia e a cultura instaurada na organização. Considerando a expansão cada vez maior na adoção de práticas ágeis, aspectos sociais como os presentes na CO devem ser convergidos, o que do ponto de vista científico é digno de investigação.

O Modelo aqui proposto teve sua origem em uma versão anterior [Amaral et al. 2015], construída como resultado de um mapeamento sistemático da literatura. O intuito do modelo é sumarizar conceitos úteis referentes ao alinhamento entre CO e MA. O modelo anterior propunha que toda organização possui uma CO, e por consequência esta pode ser descrita segundo o modelo de Schein [Schein 2010]. Segundo Quinn e Cameron [Quinn and Rohrbaugh 1983], CO podem ser de quatro tipos: Clã, Adhocrática, Hierárquica ou Disciplinada. Há fatores que impactam na adoção de MA, tais como: Flexibilidade “Estrutural”, Liderança orientada a riscos, Colaboração, *Feedback*, Satisfação do Colaborador, Incentivo a inovação, Definição de papéis, Trabalho em equipe e Ausência de Liderança.

### 3.1. Metodologia

O primeiro passo para o refinamento foi realizar a diferenciação e classificação dos conceitos do modelo segundo seu nível de abstração. Este modelo possuía características de Mapa Conceitual com conceitos em diferentes níveis de abstração. Em virtude disso, era necessário um refinamento para torná-lo instanciável e representativo como um modelo conceitual. Uma abordagem dirigida por modelos baseada no MOF (*Meta Object Facility*) [OMG 2011] foi utilizada para categorização dos conceitos em níveis hierárquicos de abstração. O MOF oferece um *framework* para categorização hierárquica de conceitos segundo seu nível conceitual. Ele consiste em uma especificação da OMG que fundamenta as abordagens de desenvolvimento de software dirigidas por modelos (DSDM) [Atkinson and Kühne 2003, Graciano Neto et al. 2010]. Desta forma, classificar cada um dos conceitos do mapa conceitual segundo as camadas de abstração do MOF permite separar os conceitos entre concretos e abstratos.

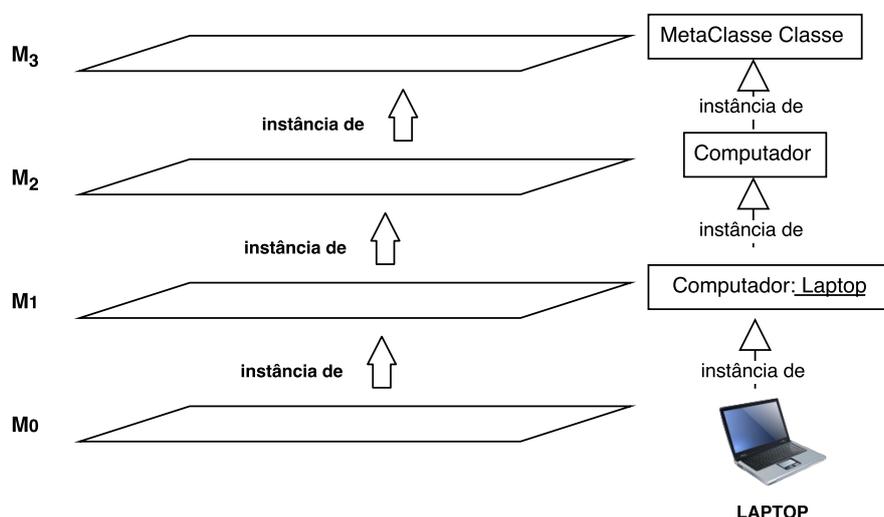


Figura 2. Ilustração do MOF adaptada de [Atkinson and Kühne 2003].

O MOF é uma infraestrutura de categorização de conceitos, e consiste em uma hierarquia de quatro níveis (exceto o topo) em que cada nível é caracterizado como uma instância do nível superior [Atkinson and Kühne 2003]. A Figura 2 traz uma ilustração sobre o MOF utilizando a notação de diagrama de classes da UML.  $M_0$  é a camada mais concreta. Nela residem os conceitos concretos do mundo real tais como *laptop*, *mesa*, ou qualquer outro artefato real. A camada  $M_1$  possui as instâncias de classe que representam objetos do mundo real, como a instância *Laptop* de uma classe *Computador*. A camada  $M_2$  personifica a camada das classes capazes de representar abstratamente os conceitos do mundo real de modo genérico, podendo ser instanciadas para representar o mundo real, tais como as classes de um programa Java. Por fim, a camada  $M_3$  é a camada das metaclasses, isto é, os conceitos que por si só podem derivar outros conceitos. Esta última camada é autocontida, ou seja, a partir da metaclasses *Classe* em  $M_3$ , quaisquer outros conceitos podem ser derivados, inclusive o próprio conceito de classe.

Desta forma, ao separar apenas os conceitos e relações que restam no nível  $M_2$ , tem-se automaticamente um modelo conceitual. Assim, procedeu-se com a separação dos conceitos existentes na versão prévia do modelo entre os níveis  $M_2$ ,  $M_1$ , e  $M_0$  do

MOF. É importante destacar que o nível  $M_3$  não foi utilizado no modelo multinível uma vez que está em nível de metaclassa, o que seria irrelevante para fins práticos. Outro fato importante é que o nível  $M_0$  é o nível das instâncias do mundo real. Logo, ele não é utilizado para fins de instanciação. Por questões de espaço, não disponibilizou-se o modelo conceitual com o nível  $M_0$ , o qual contém os conceitos concretos que este grupo de pesquisa extraiu dos trabalhos incluídos no mapeamento sistemático conduzido e reportado em [Correia et al. 2015].

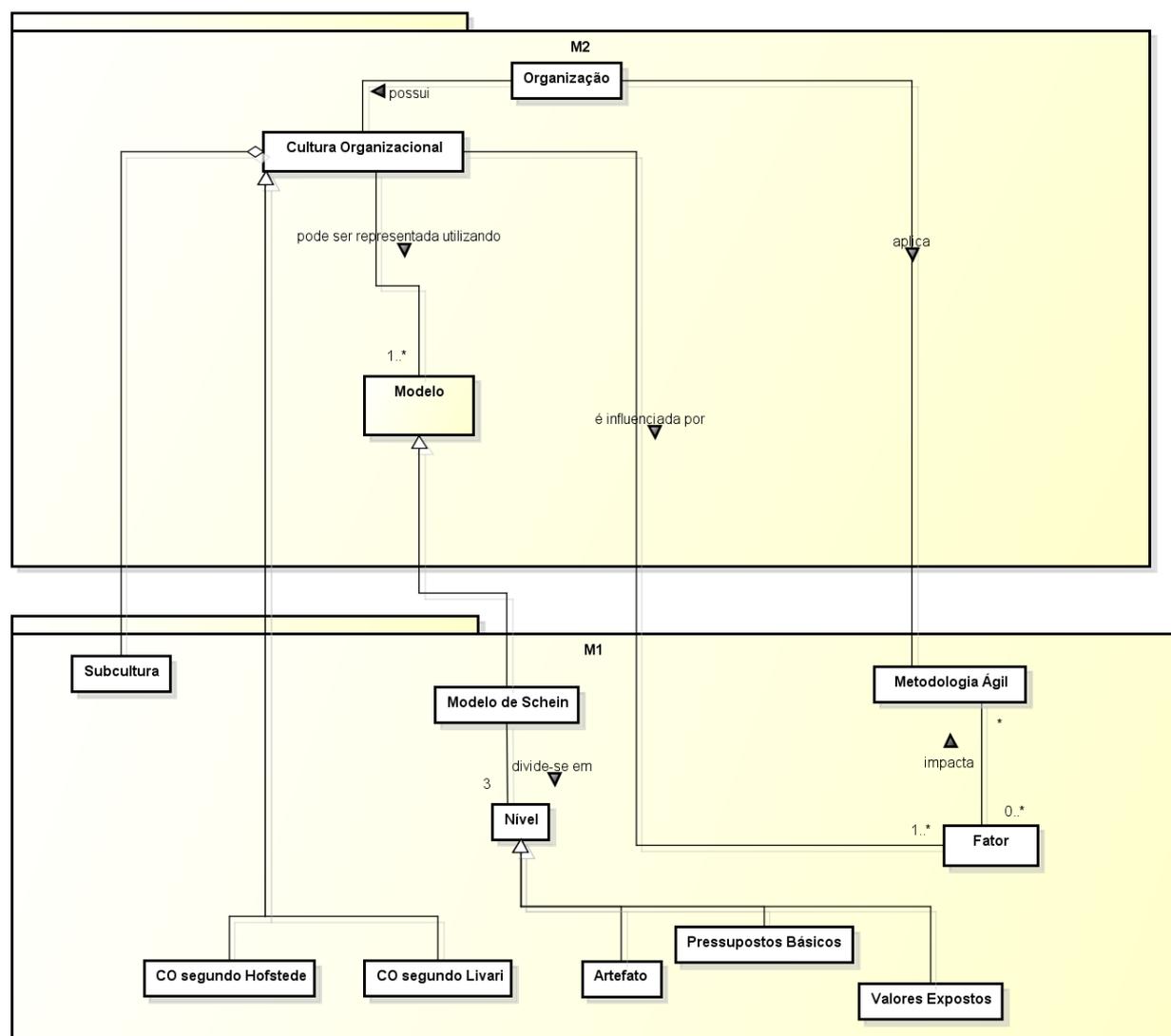
A Figura 3 mostra o modelo conceitual refinado. Este modelo multinível possui conceitos em  $M_2$  e  $M_1$ . Os conceitos de  $M_2$  são ainda mais abstratos que aqueles instanciáveis para fins práticos. Estes conceitos são refinados em conceitos ainda abstratos mas efetivamente instanciáveis no nível  $M_1$ . O nível  $M_2$  informa que uma organização possui uma CO e esta cultura pode ser representada utilizando algum modelo. Em  $M_1$ , lê-se que uma CO possui subculturas. Os modelos utilizados para representar CO são, em sua maioria, derivados do Modelo de Schein. Segundo o modelo de Schein, a CO é caracterizada em três níveis: nível de artefato, pressupostos básicos, e valores expostos. A CO é influenciada por vários fatores e uma organização, sob a perspectiva deste modelo, utiliza alguma MA. Os fatores que influenciam a CO impactam a MA. A CO pode ser caracterizada, segundo a literatura especializada, basicamente segundo duas taxonomias de CO: de Hofstede [Hofstede 1980] ou Livari [Livari and Livari 2010]. Para utilizar este modelo, basta instanciar os conceitos disponíveis em  $M_1$ , criando então o nível  $M_0$  das instâncias que o transformam em um modelo concreto.

#### 4. Utilização do Modelo

Para assegurar que o modelo possa ser útil para fins práticos de caracterização da CO de uma organização que utiliza MA, procedeu-se um breve estudo de utilização prática do modelo como prova de conceito. Para tanto, um estudo que descreve um relato de experiência com o uso de uma MA em uma organização foi eleito para servir como base para a modelagem da CO da organização descrita segundo o modelo proposto [Grossman et al. 2004]. A Figura 4 apresenta o modelo MoCOMA instanciado. Para utilizá-lo, efetuou-se a construção do nível  $M_0$  do modelo multinível, caracterizando a CO da empresa que usa MA. Neste trabalho, os conceitos do nível  $M_1$  foram instanciados de modo a tentar caracterizar a realidade da CO vigente na empresa que descreve o uso de MA.

O modelo descreve que na empresa avaliada o tipo de CO detectada é a hierárquica, descrita tanto por Hofstede quanto Livari. A MA utilizada é a XP ou Extreme Programming [Beck 2000], uma MA voltada para agilidade entre equipes que possui a Programação em Pares (duas pessoas trabalhando no mesmo código e no mesmo computador) como boa prática mais conhecida. Os fatores que influenciaram na sua adoção do XP foram: Feedback, Colaboração, Definição de Papéis, Trabalho em Equipe, e Incentivo à Inovação. Também foram detectados alguns artefatos como Reuniões Diárias e Refatoração baixa, sendo esta última ocasionada pelo medo entre os desenvolvedores de gerar erros em partes já funcionais de código. Também foi detectado como Valor Exposto a definição de prazos irreais por parte da gerência superior e por fim o pressuposto básico detectado foi a “incessante” busca por soluções rápidas.

No que tange a ameaças à validade do modelo, elas incluem um possível viés introduzido ao efetuar a coleta de dados dos estudos, tanto para construir o modelo multi-

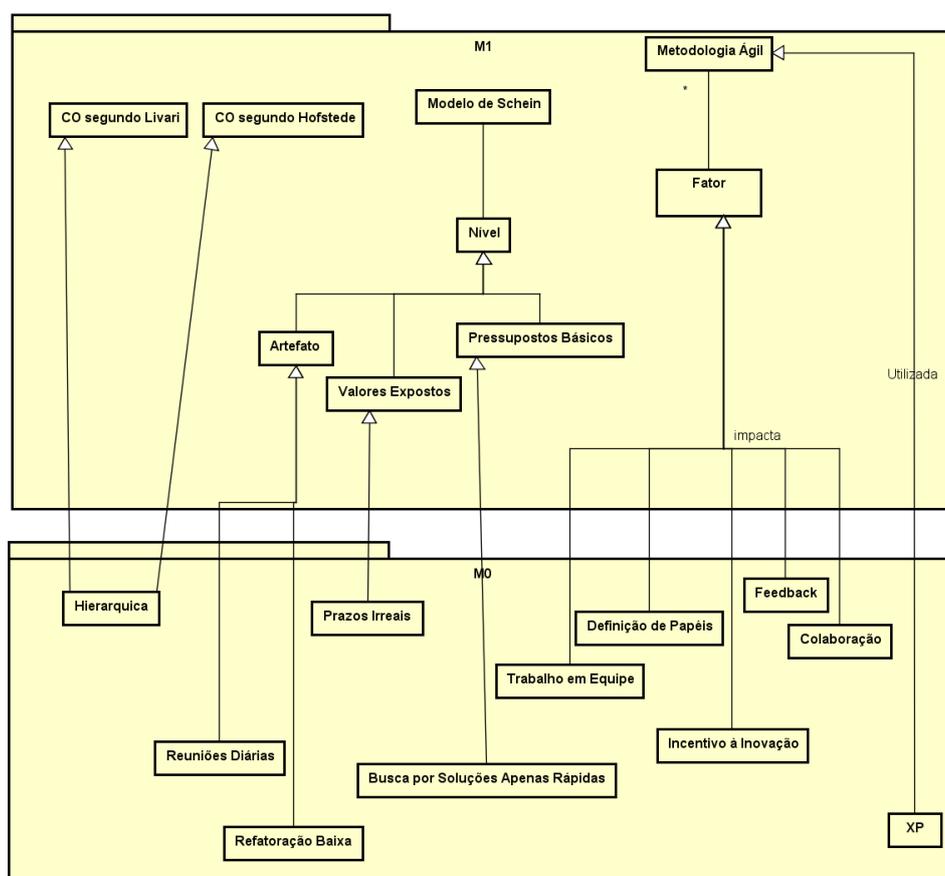


**Figura 3. Aplicação do MOF para categorização de níveis de abstração de conceitos de um modelo conceitual prévio.**

nível quanto para avaliá-lo. Entretanto, este estudo já possui algumas validações prévias mediante especialistas no assunto, e através de publicações em fóruns especializados na temática [Correia et al. 2014, Correia et al. 2015, Amaral et al. 2015]. Novos estudos ainda serão conduzidos para aplicação prática do modelo em um ambiente real industrial para reforçar os resultados até aqui obtidos.

## 5. Considerações Finais

Este artigo apresentou MoCOMA, um modelo conceitual multinível que refina uma versão prévia de um mapa conceitual concebida para representação de conhecimento sobre Cultura Organizacional em empresas que adotam Metodologias Ágeis (MA), tornando-o útil para processos de caracterização da CO de uma empresa que usa MA. Este modelo é um primeiro passo rumo à consolidação do conhecimento nesta área de pesquisa. MoCOMA contribui por (i) sistematizar o conhecimento sobre a relação entre CO e MA, (ii) oferecer uma infraestrutura para caracterização da CO de uma empresa que adota MA, in-



**Figura 4. Modelo instanciado utilizando como base descrição de adoção de MA em uma empresa real.**

dicando pontos de especialização para completar o modelo, (iii) refinar uma versão anterior do modelo, e (iv) sumarizar o conhecimento adquirido por este grupo de pesquisa em um modelo abstrato com apelo visual e intuitivo. Como trabalhos futuros, vislumbram-se (i) a submissão do modelo à avaliação de especialistas via mecanismos de avaliação de estudos como *surveys*, (ii) a utilização deste modelo em um estudo de caso, utilizando-o como suporte para um processo real de caracterização da CO de uma empresa que utiliza MA, avaliando a contribuição deste modelo no processo, e (iii) a evolução e adaptação deste modelo até o nível em que ele possa vir a se tornar um Modelo de Referência sobre o assunto.

## Referências

- (2001). Agile manifesto. [www.agilemanifesto.org](http://www.agilemanifesto.org). Acessado em 10 de janeiro de 2015.
- Amaral, J. P., da Silva Junior, G. C., Matsubara, P. G. F., and Neto, V. V. G. (2015). Cultura organizacional na adoção de metodologias ágeis no desenvolvimento de sistemas de informação - rumo a um modelo conceitual à luz de um estudo sistemático. In *Proc. of WICSI 2015*, pages 21–24, Goiânia, Brasil.
- Atkinson, C. and Kühne, T. (2003). Model-driven development: A metamodeling foundation. *IEEE Softw.*, 20(5):36–41.

- Beck, K. (2000). *Extreme programming explained: embrace change*. Addison-Wesley Professional.
- Chow, T. and Cao, L. (2008). A survey of critical success factors in agile software projects. *The Journal of Systems and Software*.
- Correia, G., P. Amaral, J., Gomes Matsubara, P., and Graciano Neto, V. V. (2015). Influences of Organizational Culture in the Adoption of Agile Methodologies in Information Systems Development - A Systematic Mapping. In *Proc. of SBSI 2015*, pages 227–234, Goiânia, Brasil. ACM.
- Correia, G., P. Amaral, J., Graciano Neto, V. V., and Gomes, P. (2014). Influência da cultura organizacional na adoção de métodos ágeis: Resultados preliminares de uma revisão sistemática. In *Proc. of ENGI 2014*, pages 1–4, Goiânia, Brasil.
- da Costa Filho, E. G., Penteado, R., Silva, J. C. A., and Braga, R. T. V. (2005). Padrões e métodos ágeis: agilidade no processo de desenvolvimento de software. In *Proc. of 5th SugarLoafPLOP*, pages 156–169.
- Graciano Neto, V. V., da Costa, S. L., and de Oliveira, J. L. (2010). Lições Aprendidas sobre Desenvolvimento Dirigido por Modelos a partir da refatoração de uma ferramenta. *Proc. of ENACOMP '10*, pages 68–75.
- Grossman, F., Bergin, J., Leip, D., Merritt, S., and Gotel, O. (2004). One XP Experience: Introducing Agile (XP) Software Development into a Culture That is Willing but Not Ready. In *Proc. of CASCONE*, pages 242–254. IBM Press.
- Hofstede, G. (1980). Culture and organizations. *International Studies of Management & Organization*, pages 15–41.
- Iivari, J. and Iivari, N. (2010). *Organizational culture and the deployment of agile methods: The competing values model view*. Springer Berlin Heidelberg. cited By (since 1996)1.
- Iivari, J. and Iivari, N. (2011). The relationship between organizational culture and the deployment of agile methods. *Inf. Softw. Technol.*, 53(5):509–520.
- OMG (2011). Meta Object Facility (MOF) 2.0. Technical report, Object Management Group.
- Quinn, R. E. and Rohrbaugh, J. (1983). A spatial model of effectiveness criteria: Towards a competing values approach to organizational analysis. *Management science*, 29(3):363–377.
- Schein, E. H. (2010). *Organizational culture and leadership*, volume 2. John Wiley & Sons.

# Uma Investigação do Estado da Arte de Engenharia Reversa voltada para Testes de Software

Ricardo Castelo Branco<sup>1</sup>, Taciana Novo Kudo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Informática – Universidade Federal de Goiás (UFG)  
Caixa Postal 131 – 74690-900 – Goiânia – GO – Brasil

{castelo.ricardo,taciana.inf}@gmail.com

**Abstract.** *Software maintenance is characterized as a big challenge for software engineering professionals. One of the difficulties is to test a software, to determine if it is according to your specifications, when the same documentation is out of date. In this sense, this paper proposes to identify how reverse engineering could be used to generate updated software documentation to support testing activities. It was performed a systematic review on works published between 2005 and 2014, aiming as main result the identification of research trends and gaps in that subject. Search results show a trend of reverse engineering being used to generate documentation for testing of graphical user interface (GUI).*

**Resumo.** *A manutenção de software caracteriza-se como um grande desafio para profissionais de Engenharia de Software. Uma das dificuldades é testar um software, para determinar se o mesmo está de acordo com suas especificações, quando a documentação do mesmo encontra-se desatualizada. Nesse sentido, este artigo propõe identificar como a engenharia reversa pode ser usada para gerar documentação atualizada do software de modo a apoiar as atividades de teste. Para tanto, foi realizada uma revisão sistemática sobre trabalhos publicados entre os anos de 2005 e 2014, almejando como resultado principal a identificação de tendências de pesquisa e lacunas no referido assunto. Resultados da pesquisa mostram uma tendência da engenharia reversa sendo usada para gerar documentação para testes de interface gráfica (GUI).*

## 1. Introdução

A fase de manutenção de software caracteriza-se como de grande desafio para profissionais de Engenharia de Software. Uma vez que o software encontra-se em uso, mantê-lo atualizado com as necessidades do cliente, sem perder a qualidade do mesmo é uma tarefa árdua. Soma-se a isso o fato de que manter a documentação desse software atualizada com todas as alterações e melhorias desenvolvidas diariamente não é a realidade da maioria das empresas.

Outra atividade que permeia a manutenção de software são os testes contínuos que precisam ser executados toda vez que o software sofre alguma alteração. Teste de software é o processo de execução de um software para determinar se ele está de acordo com suas especificações e se funcionou corretamente no ambiente para o qual foi projetado. Salienta-se que a atividade de teste é apontada como uma das mais onerosas no desenvolvimento e na manutenção de software.

A questão que motivou este trabalho é: Como testar um software para determinar se o mesmo está de acordo com suas especificações, se a sua documentação encontra-se desatualizada? Nesse contexto, a Engenharia Reversa [Penteado 1996] pode auxiliar na geração de documentação do software para recuperar informações do mesmo e produzir os modelos de análise e de projeto que servirão como base para execução dos testes de software.

O objetivo geral deste trabalho é identificar o estado da arte sobre Engenharia Reversa aplicada a teste de software. Como objetivos específicos, pretendem-se responder a determinadas questões de pesquisa, como por exemplo:

- Engenharia Reversa tem sido utilizada para apoiar a geração de documentação com a finalidade de executar testes de software?
- Nos últimos dez anos, tem-se observado crescimento da utilização de Engenharia Reversa para apoiar testes de software?
- Quais os principais artefatos de Engenharia Reversa que apoiam a execução de testes de software?

## **2. Metodologia**

Nesta seção é discutida a metodologia utilizada para a realização deste trabalho, no caso, uma revisão sistemática, detalhando os passos realizados desde a preparação do protocolo, até a conclusão obtida a partir dos resultados da revisão sistemática.

### **2.1. Revisão Sistemática**

Revisão sistemática é uma técnica de executar revisões abrangentes da literatura de forma não tendenciosa. [Pai et al. 2003]

Uma revisão sistemática sobre determinado tema possui o critério de seleção explícito, de forma que outros pesquisadores podem avaliar a qualidade da revisão e/ou executá-la novamente. Outra vantagem desta técnica é a produção de evidências sobre determinado tema, além da investigação de oportunidades de pesquisas nos desvios dos resultados encontrados.

A revisão sistemática [Sampaio and Mancini 2007] requer a definição de questões de pesquisa, a definição de uma estratégia de busca, o estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão dos artigos e, uma análise criteriosa da qualidade da literatura selecionada. O processo de desenvolvimento desse tipo de estudo de revisão inclui caracterizar cada estudo selecionado, identificar conceitos importantes, comparar as análises estatísticas apresentadas e concluir sobre o que a literatura informa em relação a determinada intervenção, apontando ainda problemas/questões que necessitam de novos estudos.

Os principais passos da revisão sistemática proposta neste trabalho são:

1. Definição do protocolo da revisão sistemática: consiste em (a) definir as bases de conhecimento que serão utilizadas na revisão, como por exemplo, IEEEExplore e ACM DL; (b) definir as strings de busca que serão utilizadas para responder às questões de pesquisa apresentadas na seção de objetivos; (c) definir os critérios de inclusão e exclusão dos artigos encontrados;
2. Seleção de trabalhos: consiste em realizar as buscas de acordo com o protocolo que foi definido no passo anterior e, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, decidir quais artigos serão incluídos na atividade de extração de dados;

3. Extração e análise de dados: consiste na leitura e análise dos artigos de modo a identificar nos mesmos as respostas para as questões de pesquisa que foram definidas nos objetivos deste trabalho. Como resultado desta atividade será possível identificar o estado da arte de Engenharia Reversa para testes de software.

## 2.2. Processo da Revisão Sistemática

O processo seguido na realização desta revisão sistemática é composto de 5 fases, sendo elas: planejamento, execução, seleção, extração e conclusão.

### 2.2.1. Planejamento

A fase de planejamento é a fase inicial de uma revisão sistemática. Nesta fase nós definimos o protocolo que foi adotado em todas as fases subsequentes desta revisão, incluindo a formulação das questões de pesquisa, e a seleção das fontes e de estudos utilizados nesta pesquisa.

O foco do nosso estudo foi identificar o estado da arte da Engenharia Reversa de Software a fim de apoiar a atividade de teste de software. Com base neste objetivo, foram elaboradas seis questões relevantes para a pesquisa:

1. A engenharia reversa está sendo utilizada com o objetivo de apoiar teste de software?
2. Quais os principais artefatos de engenharia de software estão sendo produzidos para apoiar teste de software?
3. Os trabalhos que utilizaram engenharia reversa para fins de teste alcançaram resultados satisfatórios?
4. Existe algum método de engenharia reversa específico quando o objetivo é teste de software? Se não, quais os principais métodos utilizados?
5. Existe alguma ferramenta de engenharia reversa específica quando o objetivo é teste de software? Se não, quais as principais ferramentas utilizadas?
6. Para quais tipos de testes a engenharia reversa está sendo mais utilizada?

Para a realização de uma revisão sistemática de qualidade são necessárias fontes de pesquisas confiáveis. Partindo desse pressuposto, foram definidos alguns critérios para a seleção dessas fontes de pesquisa. Assim, elas deveriam:

- Fornecer mecanismos de busca por meio de strings de busca com suporte a expressões lógicas;
- Produzir os mesmos resultados sempre que a mesma string de busca for inserida;
- Disponibilizar mecanismo de consulta via web;
- Serem relacionadas a temas de Computação, incluindo Ciência da Computação, Sistemas de Informação, ou Engenharia de Software; e,
- Permitir filtro por ano de publicação.

Baseado nesses critérios, as fontes de pesquisa definidas foram:

- ACM Digital Library - <http://dl.acm.org/>
- Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) - <http://bdtd.ibict.br/>
- Engineering Village - <http://www.engineeringvillage.com/>

- IEEEEXplorer - <http://ieeexplore.ieee.org/search/advsearch.jsp?expression-builder>
- Science Direct - <http://www.sciencedirect.com/>
- Scopus - <http://www.scopus.com/>
- Springer - <http://link.springer.com/advanced-search>
- Web of Science - <http://apps.webofknowledge.com>

Ainda na fase de planejamento, foi definido que seriam considerados na revisão, os estudos escritos em Inglês ou Português, sendo estes trabalhos do tipo teses, dissertações, capítulos de livros com abstract e artigos de periódicos ou de conferências, incluindo estudos primários, secundários ou terciários, e com ano de publicação entre 2005 e 2014.

Após ter formulado as questões de pesquisa, estabelecido os critérios para a seleção das fontes em que seriam realizadas as pesquisas e, baseado nestes critérios, definidas as fontes de pesquisa, o próximo passo foi definir as strings de buscas que foram executadas em todas as fontes de pesquisa.

Foram definidas duas strings de busca, uma para pesquisar por trabalhos em inglês e outra para os trabalhos em português, ficando assim estabelecidas:

- String em inglês: ("reverse engineering"AND "testing software");
- String em português: ("engenharia reversa"AND "teste de software").

Finalmente, foram estabelecidos os critérios a serem usados para a exclusão dos estudos, sendo eles:

- Não escritos nos idiomas definidos neste protocolo;
- Trabalhos cujo texto completo não esteja disponível para acesso gratuitamente na Web ou no portal de periódicos da Capes; e,
- Trabalhos que não são relacionados com a área de testes de software nem com engenharia reversa.

### **2.2.2. Execução**

Nessa fase foram executadas as strings de busca em cada uma das fontes de pesquisa definidas na fase de planejamento, além de preparar todas as informações retornadas.

Foi definido que os resultados retornados pelas fontes de pesquisa deveriam ser organizados em uma planilha eletrônica, a fim de facilitar a manipulação das informações. Para tanto, foi necessário exportar para um arquivo no formato Bibtex os resultados de cada busca efetuada nas fontes de pesquisa.

Após todos os resultados das fontes de pesquisa terem sido exportados para o formato Bibtex, centralizamos as informações dos trabalhos na planilha eletrônica.

### **2.2.3. Seleção**

Nessa fase foram selecionados os trabalhos retornados nas buscas realizadas, conforme os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos no protocolo.

A partir dessa seleção, foram lidos os títulos e os abstracts dos trabalhos, e atribuído o status de Incluído, Excluído ou Dúvida para cada artigo.

Para todo artigo marcado com o status de Excluído, deveria ser atribuído a ele um critério de exclusão, sendo eles:

- Não é um artigo, tese, dissertação ou capítulo de livro com abstract;
- Artigo duplicado em mais de uma base;
- Não trata especificamente de engenharia reversa, no entanto, dispõe sobre teste de software;
- Dispõe sobre engenharia reversa, mas não com foco em teste de software;
- Não dispõe sobre engenharia reversa, tampouco sobre teste de software.

Os artigos marcados com o status de Dúvida foram analisados pela professora orientadora e retificados com o status correto (incluído ou excluído).

#### **2.2.4. Extração**

Nessa fase foi realizada a leitura na íntegra de todos os artigos marcados com o status de Incluído na fase de seleção, a fim de extrair as seguintes informações:

- Qual artefato de engenharia de software está sendo gerado na engenharia reversa?
- Que tipo de notação é utilizado para fazer os artefatos de engenharia de software?
- Utiliza, cita ou propõe algum método de engenharia reversa?
- Utiliza, cita ou propõe alguma ferramenta específica de engenharia reversa?
- Qual tipo de teste de software é o foco do trabalho?
- Qual técnica de teste de software é citada ou utilizada?

#### **2.2.5. Conclusão**

Nessa última fase da revisão sistemática, foi possível emitir todos os relatórios e gráficos embasados nos resultados encontrados nas fontes de pesquisa.

### **3. Análise dos Resultados**

Na fase de execução, foram retornados 510 artigos nas oito fontes de pesquisas, sendo que, a única base a não retornar artigos foi a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD).

Em seguida, na fase de seleção, aos trabalhos que retornaram das pesquisas realizadas, foi atribuído o status de Incluído, Excluído ou Dúvida, sendo esses últimos analisados pela professora orientadora e retificados com o status correto. Foram assinalados 22 artigos com o status de incluído, 452 excluídos e 36 como dúvida. Após a análise dos artigos marcados como dúvida, 8 foram incluídos e 28 excluídos.

Portanto, ao final da fase de seleção, 30 artigos foram incluídos e 480 excluídos.

Dentre as exclusões, podemos destacar que 22% foram de artigos duplicados entre as bases, o que é justificado pela utilização de diversas fontes de pesquisa, e 71% foram excluídos pelos critérios relacionados à string de busca, especialmente os artigos que não dispõem sobre engenharia reversa, tampouco sobre teste de software e os que tratam somente de teste de software.

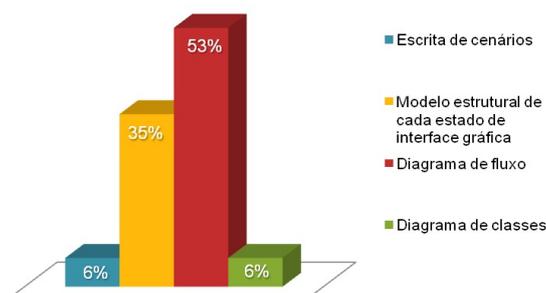
Na fase de extração, a qual corresponde à etapa onde os dados relevantes à pesquisa podem ser extraídos, pode-se observar que 05 artigos tratavam somente de teste de software, 02 tratavam somente de engenharia reversa, e 01 artigo não tratava nem sobre engenharia reversa, e nem sobre teste de software.

Ademais, foi acrescentado um sexto critério de exclusão, relacionado aos artigos que não estavam disponíveis para download, totalizando 04 artigos nesta situação.

Finalmente, dos 30 trabalhos que iniciaram a fase de extração, 12 artigos foram excluídos, totalizando 18 artigos dos quais foi possível extrair algum tipo de informação relevante para a pesquisa.

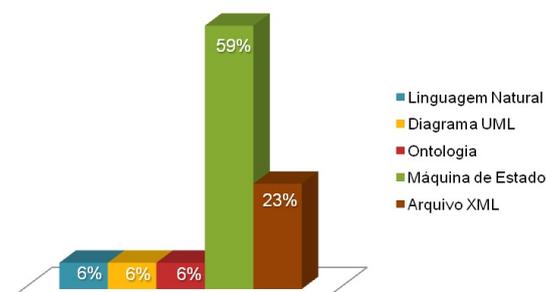
É importante ressaltar que entre os anos de 2010 e 2014 foram selecionados 11 artigos, 57% a mais que o período compreendido entre os anos de 2005 e 2009, observando um expressivo aumento de interesse na área de pesquisa objeto deste trabalho.

Dos 17 artigos que apresentam artefatos de engenharia de software gerados a partir da engenharia reversa, pode-se destacar que 53% geraram diagramas de fluxo e 35% geraram um modelo estrutural de cada estado de interface gráfica.



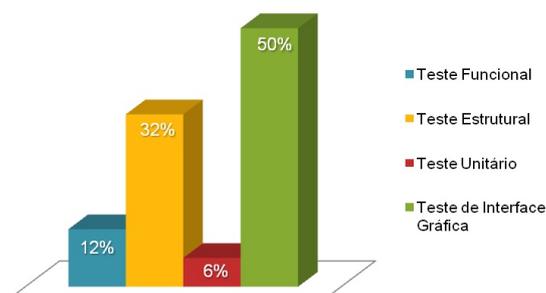
**Figura 1. Artefatos de engenharia de software gerados na engenharia reversa.**

Com relação à notação utilizada para elaborar estes artefatos, foi observado que em sua maioria, 59%, foi utilizado máquinas de estado e 23% dos 17 artigos utilizaram arquivos XML.



**Figura 2. Notações utilizadas para elaborar os artefatos de engenharia de software.**

Nos 18 artigos observamos as técnicas de teste utilizadas, 50% testaram a interface gráfica do software, enquanto 32% realizaram teste estrutural.



**Figura 3. Técnicas de teste de software observados nos artigos.**

Para finalizar a análise da fase de extração, podemos observar que:

- Com relação aos artefatos gerados na engenharia reversa, a maioria produz diagrama de fluxos ou modelo estrutural de cada estado de interface gráfica;
- As notações mais utilizadas são diagramas de máquina de estado e arquivos XML;
- Os tipos de testes apoiados por essas engenharias reversas foram teste de interface ou teste estrutural.

Conclui-se que, para realizar testes estruturais, quando não se tem documentação do software, é aplicada a engenharia reversa a fim de gerar os diagramas de fluxos, normalmente utilizando a notação de máquinas de estado. A partir do entendimento do software neste nível de estados, é possível realizar o teste estrutural.

Para os testes de interface, a engenharia reversa é utilizada para gerar modelo estrutural de cada estado da interface gráfica, normalmente com diagramas de máquina de estados ou arquivos XML. A partir desses artefatos, a interface pode começar a ser testada.

#### **4. Considerações Finais**

A proposta deste trabalho foi identificar o estado da arte sobre Engenharia Reversa aplicada a teste de software, pretendendo responder a determinadas questões de pesquisa, como por exemplo:

- Engenharia Reversa tem sido utilizada para apoiar a geração de documentação com a finalidade de executar testes de software?
- Nos últimos dez anos, tem-se observado crescimento da utilização de Engenharia Reversa para apoiar testes de software?
- Quais os principais artefatos de Engenharia Reversa que apoiam a execução de testes de software?

Para responder a essas questões de pesquisa, foi realizada uma revisão sistemática da literatura, que é um estudo secundário que tem por objetivo reunir, avaliar criticamente e apresentar um resumo dos resultados de múltiplos estudos, utilizando um protocolo que norteou a pesquisa e os métodos aplicados durante o trabalho.

Dos 510 artigos retornados inicialmente, um total de 18 foram possíveis extrair informações consideradas relevantes à pesquisa, obtendo as seguintes conclusões:

- A grande maioria dos artigos foi excluída na fase de seleção pelos critérios relacionados à string de busca, o que pode sugerir um problema em sua definição;
- As fontes de pesquisa IEEE e Scopus incluem a maioria dos artigos relevantes sobre o tema deste trabalho;
- Nos últimos cinco anos da pesquisa houve um expressivo aumento de publicações com o tema deste trabalho, o que demonstra um crescimento da utilização de Engenharia Reversa para apoiar testes de software;
- Todos os artigos que tiveram como foco o teste estrutural geraram diagramas de fluxo na engenharia reversa;
- Todos os artigos que geraram na engenharia reversa modelo estrutural de cada interface gráfica, fizeram a fim de testá-la;
- Apesar de não ficar evidenciado que existe algum método de engenharia reversa específico quando o objetivo é teste de software, podemos destacar o método de engenharia reversa dinâmica como o mais utilizado nos artigos.
- Finalmente, observou-se que a engenharia reversa é amplamente utilizada para realizar teste de interface gráfica.

Com os resultados obtidos na realização deste trabalho e a fim de dar continuidade a pesquisas sobre este assunto, são sugeridas uma pesquisa qualitativa relacionada ao uso da engenharia reversa na geração de modelo estrutural de interface gráfica, e outra relacionada ao teste de interface gráfica baseado em modelos.

Sugere-se ainda que, à medida que os programadores elevam a utilização da engenharia reversa com o objetivo de testar software, trabalhos futuros sejam realizados para analisar os mesmos pontos abordados nesta revisão sistemática.

## Referências

- Pai, M., McCulloch, M., Gorman, J. D., Pai, N., Enanoria, W., Kennedy, G., Tharyan, P., and Colford Jr, J. M. (2003). Systematic reviews and meta-analyses: an illustrated, step-by-step guide. *The National medical journal of India*, 17(2):86–95.
- Penteadó, R. A. D. (1996). *Um método para engenharia reversa orientada a objetos*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Carlos-SP.
- Sampaio, R. F. and Mancini, M. C. (2007). Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Braz. J. Phys. Ther.(Impr.)*, 11(1):83–89.

## Utilizando a ferramenta Stencyl para desenvolvimento do Jogo Educacional The Collector.

Melque Henrique Lemes de Castro, Luanna Lopes Lobato, Thiago Jabur Bittar

Universidade Federal de Goiás  
Departamento de Ciência da Computação - Catalão – Goiás

melquehl@gmail.com, luannalobato@ufg.br, thiagojabur@ufg.br

**Abstract.** *This work aims to present the concept of the development of educational games in order to provide important information and highlighting the advantages of using these to support the teaching and learning. Therefore, as a result presents the play "The Collector" development in this research, in order to enable the application of the concepts and practices involved, and described the steps for its development, using the Stencyl tool until its application as a teaching support. As an initial result of this research, we developed the game with the goal of enabling simulate garbage collection, providing awareness to the users using the same, since this is a topic of great concern when it comes to aspects related to the environment.*

**Resumo.** Este trabalho tem como finalidade apresentar o conceito acerca do desenvolvimento de jogos educacionais, de modo a trazer informações importantes e ressaltando as vantagens do uso destes como apoio ao ensino e aprendizado. Para tanto, como resultado é apresentado o jogo “The Collector” desenvolvimento nesta pesquisa, com vistas a possibilitar a aplicação dos conceitos e práticas envolvidas, sendo descrito os passos para seu desenvolvimento, utilizando a ferramenta Stencyl, até a sua aplicação como suporte didático. Como resultado inicial desta pesquisa, foi desenvolvido o jogo com o objetivo de possibilitar a simulação da coleta de lixo, proporcionando conscientização aos usuários que utilizam o mesmo, visto que este é um tema de bastante preocupação quando se trata dos aspectos relacionados ao meio ambiente.

### 1- Introdução:

Os jogos digitais tem conquistado um grande espaço na vida das pessoas, atingindo as mais diferentes faixas etárias, uma vez que seu uso tem se tornado uma diversão facilitada ou, em vezes, uma busca pelo aprendizado, devido aos avanços tecnológicos que permitem que a tecnologia esteja cada vez mais presente no dia a dia das pessoas (Carrega *et al.*, 2013). Neste sentido, os usuários dos jogos tem passado grande parte do tempo conectados às tecnologias e, quando utilizam de jogos digitais, estes tem por objetivo superar as dificuldades do jogo.

Alguns autores (Cruz, D. M., Ramos, D. K., & de Albuquerque, R. M. (2012)) apresentam um estudo onde foram observados aspectos relacionados ao tempo que os jovens gastam utilizando jogos digitais. Dessa forma, é preciso alinhar o interesse pela diversão com a necessidade pelo ensino e aprendizado, fazendo com que os jogos digitais sejam um meio para proporcionar isto. Assim, são utilizados os chamados jogos digitais educacionais, os quais podem ser inseridos para apoio ao ensino, tornando o aprendizado prazeroso já que os usuários se divertem enquanto aprendem, visto que os Jogos Digitais Educativos são aplicativos usados como auxílio didático com a finalidade de trazer um ensino mais dinâmico e prazeroso aos seus usuários.

Tendo em vista a importância dos jogos digitais educacionais, este projeto tem como objetivo apresentar o desenvolvimento e aplicação de um jogo educacional, apontando os pontos positivos de sua utilização. Neste sentido a ideia principal foi desenvolver um jogo de cunho educativo, voltado para diversas faixas etárias, com vista a promover a conscientização de seus usuários em relação ao descarte do lixo nas cidades. Neste artigo são apresentadas as ideias fundamentais do jogo, bem como seu desenvolvimento e, é brevemente mostrado, a relevância da utilização da ferramenta Stencyl para o desenvolvimento do jogo. Por fim, com meio de apresentar a utilidade do jogo, é então proposta uma aplicação didática e prática do mesmo, em que o jogo será avaliado no sentido de serem identificadas melhorias e vantagens pelo seu uso. É importante ressaltar, que por se tratar de uma proposta de pesquisa inicial, alguns requisitos do jogo ainda não foram desenvolvidos, o que será mostrado como trabalho futuro, juntamente com a aplicação prática do mesmo.

Na seção 2 tem-se a apresentação de trabalhos relacionados, os quais serviram como base e ideia para o desenvolvimento deste projeto. Na seção 3 apresenta-se um referencial teórico sobre Jogos Digitais juntamente com os Jogos Educacionais. Na seção 4 têm-se a apresentação do desenvolvimento do projeto proposto neste artigo, sendo ressaltadas as características do jogo desenvolvido, suas peculiaridades, vantagens e limitações. Na seção 5 apresenta-se as conclusões finais deste trabalho, seguidas pelos trabalhos futuros.

## **2- Trabalhos relacionados:**

De acordo com (da Silva, N. M., & de Jesus Nolêto, T. M. S. (2004)) ainda há muito o que fazer pela conscientização das pessoas sobre o descarte do lixo de forma correta. Neste sentido, este projeto teve como incentivo o atual estado de algumas cidades que possuem um grande número de lixo em suas ruas e calçadas, com isso surgiu à ideia de desenvolver um jogo de conscientização sobre a coleta de lixo, possibilitando o ensino e aprendizado sobre esse tema. Assim, foi desenvolvido o jogo

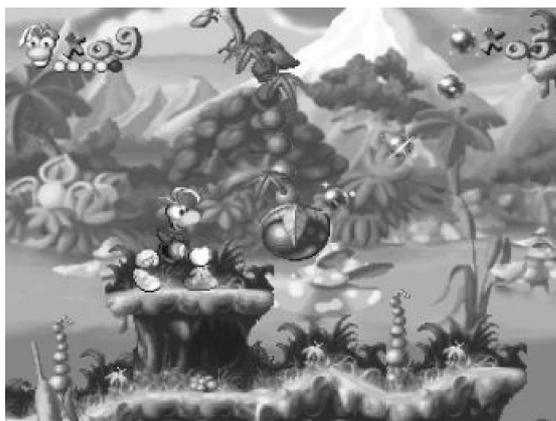
nomeado como “The Collector”, em que a finalidade é coletar lixos espalhados pela cidade e a cada lixo coletado o personagem acumula pontos.

Tendo esta ideia como base para o desenvolvimento do jogo deste projeto de pesquisa e sabendo que muitos jogos marcaram gerações ao longo do tempo, esta proposta foi baseada na mecânica de jogos apresentada em alguns títulos que marcaram época, dentre eles se destacam o Super Mario World (Figura 1), desenvolvido pela Nintendo Company, e o Rayman (Figura 2), desenvolvido pela Ubisoft Entertainment S.A.



**Figura 1:** Exemplo da imagem do jogo Super Mario.

Na Figura 1 é apresentada uma imagem do jogo Super Mario Word onde o personagem está coletando moedas. Este cenário serviu como base para a ideia da coleta de lixos espalhados pela cidade.



**Figura 2:** Exemplo da imagem do jogo.

Na Figura 2 é apresentada uma imagem do jogo Rayman onde retrata a mecânica de coletar objetos para se conseguir pontos, o que foi uma das estratégias utilizadas no jogo apresentado neste artigo.

Com base nas figuras apresentadas, pode-se verificar que os jogos possuem uma dinâmica de integração que desperta a atenção do usuário e o incentivava a jogar,

estimulando seu raciocínio e possibilitando que ele aprenda enquanto joga. Neste sentido, o Jogo Digital Educacional aqui apresentado traz uma dinâmica parecida de incentivo para que seus usuários possam se apegar ao jogo não apenas por seu contexto, mas por sua dinâmica divertida e intuitiva.

### 3- Jogos Digitais Educacionais

Nos dias atuais os jogos digitais estão cada vez mais presentes na vida das pessoas, sendo utilizados por meio de computadores ou em dispositivos móveis (MORATORI, P. B., 2003). Durante os anos houve uma grande evolução quando se diz respeito a jogos, pois com o tempo eles foram passando de simples jogos a grandes produções tendo como finalidade a diversão e o entretenimento de seu público alvo. Neste mesmo tempo, surgem também os Jogos Digitais Educativos que tem como finalidade não somente divertir seus usuários, mas também apresentar uma temática educativa e descontraída para uma melhor aprendizagem de seus usuários (Tarouco, L. M. R., Roland, L. C., Fabre, M. C. J. M., & Konrath, M. L. P. (2004).).

Observando esses conceitos, pode-se afirmar que os Jogos Educativos possuem um papel importante para a didática, uma vez que estimulam o raciocínio lógico, a criatividade entre outras vantagens. Desta forma, por meio do uso de Jogos Digitais Educacionais é possível se obter melhores resultados com relação ao ensino e aprendizagem, uma vez que estes ficam mais dinâmicos, intuitivos e prazerosos para os usuários, tornando-se uma ferramenta de apoio aceitável e amigável.

### 4- O Jogo “The Collector”

O jogo The Collector tem como temática à coleta de lixo, isto porque em grandes centros urbanos o mau hábito das pessoas de jogar o lixo em lugares inadequados é um dos grandes problemas a se enfrentar nos dias de hoje. Desta forma o jogo tem como finalidade proporcionar aos usuários uma forma divertida e interativa de auxiliar os professores no ensino e conscientização sobre a forma de descarte do lixo.

#### 4.1- Ferramenta utilizada para desenvolvimento do jogo

Para o desenvolvimento do jogo utilizou-se o Stencyl<sup>1</sup>, esta que é uma ferramenta para desenvolvimento de jogos em Flash e Mobile onde é possível criar jogos em 2D com o conceito de programação *drag-and-drop*, contendo módulos de código prontos para o uso. Isto por sua vez facilita a programação e permite a utilização de recursos multimídia para o desenvolvimento, além de permitir a exportação do jogo para diversas plataformas, como Windows, Mac, IOS, Android, Flash, Linux.

1 <http://www.stencyl.com/>

O jogo desenvolvido possui um enredo baseado nas condições em que é feito o descarte incorreto do lixo em algumas cidades, dessa forma o personagem deverá percorrer a fase recolhendo o lixo e eliminando as pragas resultantes do descarte incorreto. Tendo como base essa realidade, o personagem do jogo tem como missão fazer a coleta adequada do lixo espalhado pelo ambiente. A cada lixo coletado é então acumulado pontos, além de combater pragas indesejadas que são oriundas da presença do lixo nas ruas e calçadas.

Os cenários do jogo se dão desde ruas de uma cidade, praças, praias, entre outros ambientes. Cada um dos cenários apresentados traz uma nova dificuldade para o jogador, de forma que, ele precisa fazer a coleta do lixo espalhado nos cenários contendo diferentes níveis de quantidade de lixo em diversos locais, além de serem apresentados os vilões que são decorrentes pela má condução do lixo, sendo estes desde insetos a roedores que são atraídos pelo lixo presente no ambiente.

#### 4.2- Desenvolvimento do Jogo

Por meio do uso do Stencyl foi possível que o desenvolvimento começasse a partir da mecânica e princípios do jogo, utilizando pacotes de cenário (como pode ser visualizado na Figura 3), foi também desenvolvida a montagem do cenário, de forma que fosse possível implementar as mecânicas de movimentação, criação do personagem principal, dos vilões, a coleta do lixo espalhado pelos cenários, além da contagem de pontos e vidas do personagem (Figura 4).

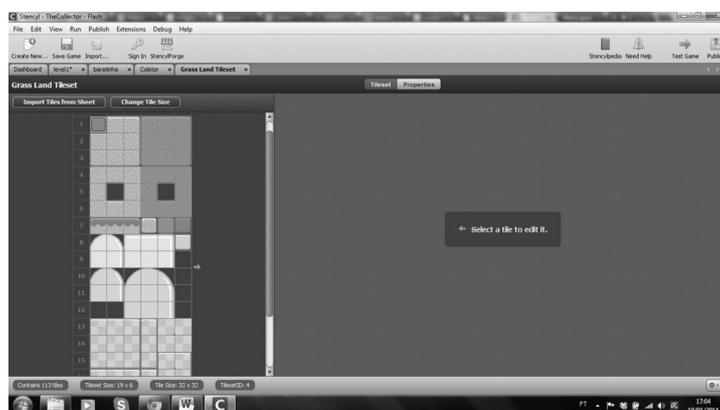
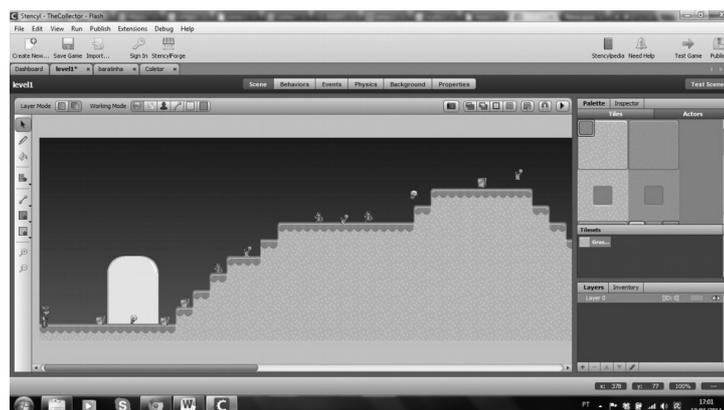


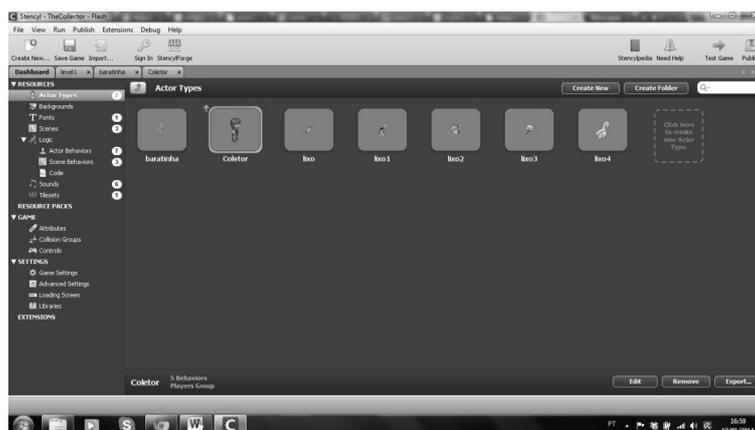
Figura 3: Pacote de cenário do Stencyl.



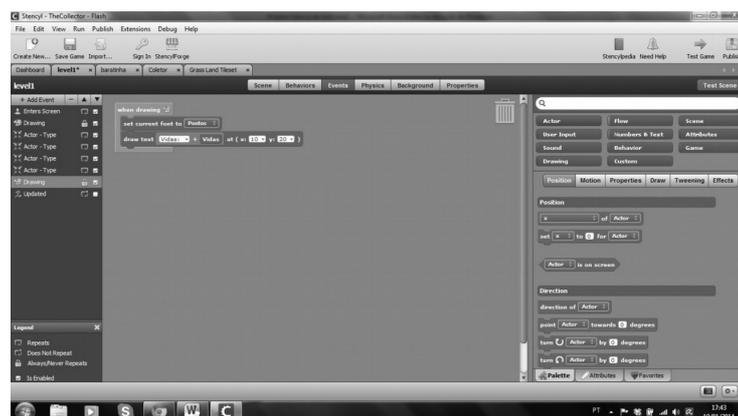
**Figura 4:** Cenário do jogo.

Na Figura 3 é apresentado o pacote de cenário do Stencyl, utilizado para a criação das primeiras fases teste para o jogo, já na Figura 4 é exibido o primeiro cenário montando a partir do pacote de cenário do próprio Stencyl. Neste caso, a criação do cenário é realizada utilizando imagens e importando-as para a ferramenta dando uma liberdade relativamente grande para o desenvolvedor que pode criar suas próprias imagens, o que possibilita trazer para o jogo um toque mais pessoal e diferenciado.

Dessa forma, a criação do cenário foi feita arrastando as imagens do pacote do próprio Stencyl para a área dedicada para a criação do cenário. Para o posicionamento dos personagens utiliza-se da mesma lógica de clicar e arrastar para a área de montagens do cenário, assim o desenvolvedor pode definir onde cada personagem ou objeto fica posicionado dentro da cena, como apresentado na Figura 4, Figura 5 e Figura 6.



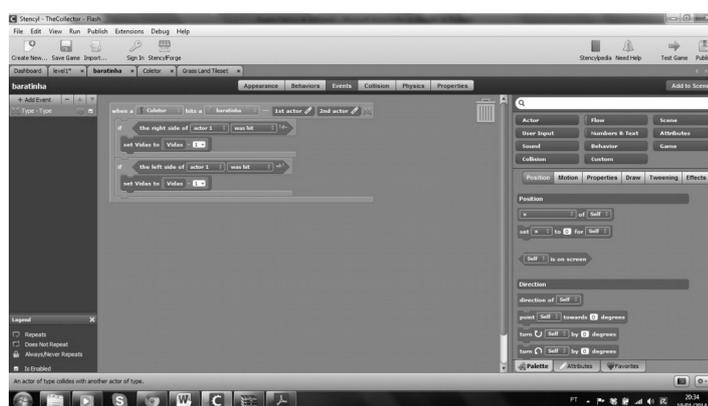
**Figura 5:** Personagens do jogo.



**Figura 6:** Contagem de pontos e vidas para o personagem.

Na Figura 5 é possível visualizar a arte de cada personagem sendo eles um personagem principal, chamado de Coletor que tem como objetivo fazer a coleta de todo o lixo do cenário para poder passar de fase, e ou outros personagens do jogo, sendo estes os lixos e as pragas, estas que são os inimigos onde a princípio ficarão se movimentando pelo cenário em sentido vai e vem e a medida que a dificuldade aumenta eles passarão a perseguir o personagem pela fase. Já na Figura 6 é apresentada parte da implementação da contagem de pontos e vidas que o personagem pode adquirir durante o jogo.

Nesta ferramenta é utilizado o estilo de programação em bloco, onde são utilizados partes de códigos já prontos. Assim, o desenvolvedor vai montando os blocos de acordo com sua necessidade. Desta forma a programação fica mais amigável e intuitiva, facilitando e otimizando o trabalho, como pode ser observado na Figura 7, onde é apresentada parte da implementação que faz com que o personagem principal perca vida quando entra em contato com um inimigo.



**Figura 7:** Exemplo de implementação do jogo.

Apesar do jogo apresentar diferentes requisitos, o que leva ao desenvolvimento de diversas tarefas e atividades a serem realizadas durante sua execução, não é possível apresentar aqui todas as suas características, devido às limitações do artigo. No entanto, espera-se que por meio deste trabalho inicial, outras pesquisas possam surgir com o

intuito de tentar aproximar as tecnologias, mais especificamente os Jogos Digitais Educacionais, aos usuários como apoio ao ensino e aprendizagem.

## 5- Conclusões Finais

O objetivo do artigo é apresentar um pouco sobre os Jogos Educacionais trazendo informações sobre seus benefícios na qualidade do ensino. Com a pesquisa desenvolvida e posterior desenvolvimento deste projeto, foi possível observar que a utilização de Jogos Digitais Educacionais pode facilitar o processo de ensino e aprendizado, uma vez que possibilita que os usuários aprendam enquanto se divertem, proporcionando uma experiência nova fazendo com que os usuários se envolvam não somente com o jogo mas também com sua aplicação educativa.

Diante do apresentado, o projeto em questão neste artigo tem com finalidade apresentar o desenvolvimento do jogo The Collector seguindo aspectos educacionais e padrões de desenvolvimento de software, necessários para o bom funcionamento e relevância de um sistema. Neste sentido, o jogo pode ser classificado como um jogo de cunho educativo por trazer uma forma dinâmica, interativa e divertida de possibilitar o ensino e aprendizagem mediante questões básicas para a conscientização do manuseio do lixo no meio ambiente, tal como a relação do descarte incorreto de lixo nas cidades.

Como trabalho futuro pretende-se finalizar o desenvolvimento do jogo, sendo implementadas novas funcionalidades e fases ao mesmo e, por fim, fazer um estudo de caso como aplicação prática, de modo a identificar as vantagens e desvantagens apresentadas pelo uso do jogo, visando aplicar melhorias no mesmo. Ainda, pretende-se fazer um estudo do tipo qualitativo, com o apoio de profissionais da pedagogia, de modo a verificar a aprendizagem proporcionada pelo uso do jogo quando utilizado pelos usuários.

## Referencias

Carrega, J. C. , Bittar, T. J., Bareato, R., Rangel, B. S., Da Silva, R. B., Longo, E., Silva, L. P. e Fresca, A. M. . Jogo Pesque e Salve auxilia como ferramenta educacional no combate a poluição da água e de rios próximos a comunidades ribeirinhas de forma lúdica e divertida. In: XX Congresso de Iniciação Científica da UFSCar, 2013, São Carlos. Anais do XX Congresso de Iniciação Científica da UFSCar, 2013. p. 414-414.

Tarouco, L. M. R., Roland, L. C., Fabre, M. C. J. M., & Konrath, M. L. P. (2004). Jogos educacionais. *Novas Tecnologias CINTED-UFRGS na Educação*, 2(1), 1-7.

MORATORI, P. B. (2003). Por que utilizar jogos educativos no processo de ensino aprendizagem. Rio de Janeiro, dez.

Silveira, S. R., Rangel, A. C. S., & Ciriaco, E. D. L. (2012). Utilização de Jogos Digitais para o Desenvolvimento do Raciocínio Lógico-Matemático. # Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia, 1(1).

Silva, C., Calisto, A., & Barbosa, D. (2010). Proposta de um Processo de Desenvolvimento de Jogos Educativos. In Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (Vol. 1, No. 1).

da Silva, N. M., & de Jesus Nolêto, T. M. S. (2004). Reflexões sobre lixo, cidadania e consciência ecológica. Geoambiente On-line, (2), 01-14.

Cruz, D. M., Ramos, D. K., & de Albuquerque, R. M. (2012). JOGOS ELETRÔNICOS E APRENDIZAGEM: O QUE AS CRIANÇAS E JOVENS TÊM A DIZER?. Revista Contrapontos, 12(1), 87-96.



# ARTIGOS PÔSTERES



# Aprendizagem de Máquina para auxiliar na Pré-Autoria de Atividades de Aprendizagem Adaptáveis

Ana Elisa da L. Lavras<sup>1</sup> Eveline de J. V Sá<sup>1</sup>, Josenildo C. Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Do Maranhão (IFMA)

Caixa Postal 65030-005 – São Luís – MA – Brasil

ae.lavras@gmail.com; eveline@ifma.eu.br; jcsilva@ifma.eu.br

**Abstract.** *Authoring tools are used to create learning activities in different media. However, not every medium supports contents adaptation or navigation tailored at learner's profile. Machine learning techniques may help adapting such learning activities. Thus, it is important to study and classify machine learning algorithms in order to employ them in an authoring process that uses games and cooperation as didactic resources.*

**Resumo.** *As Ferramentas de Autoria são utilizadas para criar atividades de aprendizagem em diferentes mídias, porém, nem todas consideram a adaptação de conteúdo ou navegação voltada ao perfil do aprendiz. Técnicas de Aprendizagem de Máquina podem ser utilizadas para auxiliar na adaptação destas atividades de aprendizagem. Desta maneira, é importante estudar, implementar e classificar os algoritmos de aprendizagem de máquina, para inseri-los em um processo de autoria de atividades de aprendizagem que utilizam jogos e cooperação como recursos didáticos.*

## 1. Introdução

Uma das áreas mais beneficiadas pelo advento da tecnologia é a Educação. Um exemplo é o uso da Multimídia que pode tornar a aprendizagem mais interativa e dinâmica. Segundo VAZ e SILVA (2012), uma forma de criar documentos de diferentes mídias é através de Ferramenta de Autoria. VASCO FILHO (2000) afirma que as ferramentas de autoria são programas que viabilizam a criação de multimídia interativa e possibilitam utilizar diversas formas de mídia (texto, imagem, animação, vídeo e som).

Em Sá (2011) foi proposto um modelo de autoria para atividades de aprendizagem que usam jogos e cooperação, que servirá de arcabouço para a construção de uma ferramenta de autoria. Apesar de oferecer certa flexibilidade na autoria de atividades de aprendizagem, ainda assim, é dependente das restrições do planejamento tradicional e formal de ensino, uma vez que não parte da perspectiva que os alunos têm diferentes objetivos e graus de conhecimento. Por isso, é necessário identificar maneiras pelas quais possam ser desenvolvidas atividades de aprendizagem adaptativas ao perfil do aluno. Entende-se por atividades de aprendizagem um curso, uma aula relacionado a um conteúdo específico e que pode ser usada para proporcionar a assimilação destes conteúdos, para avaliar a aprendizagem ou ainda para aquecer (estimular) o aluno a iniciar a aprendizagem.

A Hipermídia Adaptativa é uma solução, que busca adaptar os sistemas hipermídia de acordo com os aspectos individuais do aprendiz. A aprendizagem de máquina pode ser usada com o mesmo fim, porém possibilita encontrar mais opções de solução a partir de seus algoritmos. Desta forma, faz necessário estudar e estruturar uma base de informações para que possa ser feita posteriormente uma análise dos algoritmos de aprendizagem de máquina, classificá-los e implementá-los com vistas a atender os aspectos de adaptação e as necessidades de cada usuário, a partir do mapeamento de possíveis preferências dos

usuários no momento da autoria de tais aplicações, para que posteriormente possam ser incorporadas as ferramentas de autoria.

## **2. Motivação e Problemática**

Os recursos digitais oriundos das Ferramentas de Autoria tornam-se mais uma opção para que o aluno possa reforçar a sua busca por conhecimento. Porém algumas atividades de aprendizagem desenvolvidas nessas ferramentas têm sua forma de apresentação pré-definida pelo autor, como visto em SÁ (2011). Essa predefinição pelo autor não permite ao aluno fazer sua própria linha de estudo, de acordo com seu desempenho.

Uma maneira de possibilitar tal aspecto é através da utilização de Sistema Hipermídia Adaptativa - SHA (SILVEIRA et. al, 2011), um sistema que visa adaptar a apresentação de atividades/conteúdos a cada usuário de acordo com seus desejos, preferências e níveis de conhecimento. A Aprendizagem de Máquina, uma área voltada ao desenvolvimento de algoritmos e técnicas que fazem o computador aperfeiçoar as tarefas realizadas por ele, pode ser uma outra opção para adaptar os artefatos digitais ao perfil do usuário. Como exemplo, pode-se citar a pesquisa de CONDUTA e MAGRIN (2010), que a partir da interação com o ambiente, os algoritmos relacionam padrões e comportamentos com base em observações de exemplos anteriores.

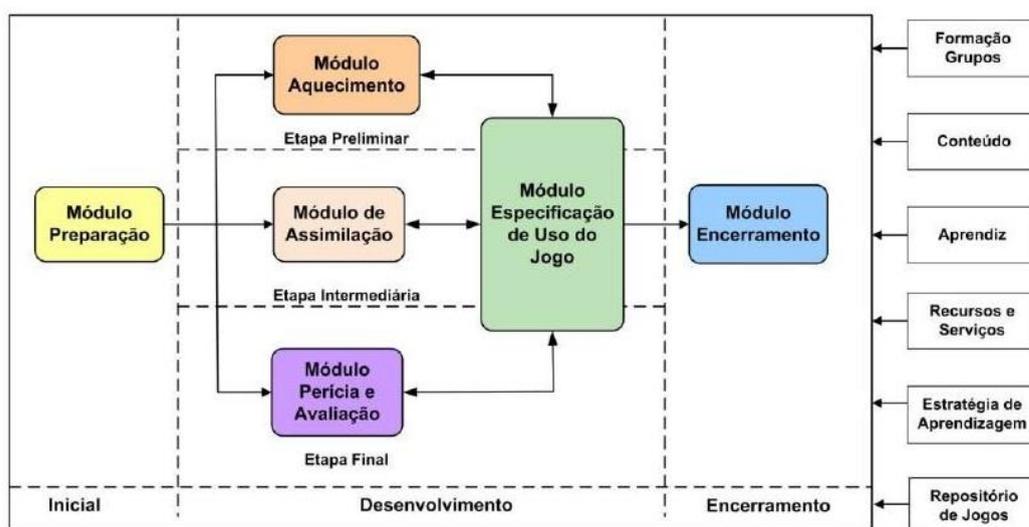
Considerando a pesquisa de SÁ (2011), propõe-se nesse artigo o estudo de algoritmos de aprendizagem de máquina para prover adaptação de conteúdo ou navegação de acordo com o perfil do aprendiz, possibilitando mapear as características do usuário/aluno e guiá-los para uma melhor performance no processo de aprendizagem.

## **3. Processo de Pré-autoria, Adaptação e Aprendizagem de Máquina**

Para FILHO (2000), as Ferramentas de Autoria “são programas que possibilitam a criação de arquivos que podem manipular as mais diversas formas de mídia (texto, imagem, animação, vídeo e som)”. Segundo VAZ e SILVA (2012), as ferramentas de autoria são divididas em três grupos, Autoria de Títulos, Autoria de Aplicativos e Autoria de Sítios. A autoria de Títulos se subdivide em: Autoria de títulos Lineares e Autoria de títulos Hipermídia. A Autoria de Títulos Hipermídia, classificação relevante a pesquisa em questão, possui características do hipertexto, que possibilita ao usuário percorrer o texto de forma subjetiva, é uma navegação não linear e permite a integração de material multimídia.

O processo de autoria de aprendizagem (pré-3AJC) (SÁ, 2011) pode inserir, além de vários tipos de recursos digitais, jogos individuais ou cooperativos, de acordo com uma estrutura de atividade de aprendizagem predefinida (AA-Jogo). A Figura 1 ilustra os módulos do processo pré-3AJC, que são divididos em fases.

Na fase inicial está presente o Módulo de Preparação, responsável por estruturar a AA-jogos. A fase de desenvolvimento, é constituída pelo módulo de Aquecimento, Assimilação, Perícia e Avaliação e Especificação de Uso do Jogo. A Fase de Encerramento, constituída pelo Módulo de Encerramento, que visa prover argumentações para a eliminação de dúvidas referente aos conteúdos abordados. O pré-3AJC disponibiliza ao aluno uma atividade de aprendizagem com roteiros de aprendizagem predefinidos pelo autor/professor de acordo com os Módulos ilustrados na Figura 1. Por exemplo, se o autor/professor deseja desenvolver uma atividade de aprendizagem que utiliza inicialmente um jogo para “aquecer” os alunos seguido de apresentação de conteúdo e exercícios com uso de diversas mídias sem realizar nenhuma avaliação de aprendizagem, serão envolvidos apenas os Módulos de Aquecimento e Assimilação, com suas especificações.



**Figura 1: Modelo Conceitual do Processo pré-3AJC, SÁ (2011).**

A adaptação contemplada pelo pré-3AJC é baseada nas recomendações de Jogos definidos em (FERREIRA, 2012). Para que o aluno possa interferir no seu roteiro de aprendizagem, além da escolha do jogo, é necessário o uso de técnicas que possam considerar as preferências e desempenho do aluno, bem como características da própria AA-Jogos.

Para prever e calcular a subjetividade do aluno pode ser utilizada a Hiperfídia Adaptativa que traça preferências individuais e adapta o conteúdo de acordo com o usuário. Aspectos considerados para a adaptação podem ser: o objetivo pelo qual o usuário está usando a AA; o conhecimento do usuário (o que o torna diferente dos outros usuários); o background ou experiências prévias do usuário relacionadas ao assunto da AA; e a preferência definida pelo usuário ou deduzida pelo sistema (SILVEIRA et. al, 2011). A adaptação de um sistema hiperfídia pode ocorrer em nível do conteúdo (Apresentação Adaptativa) ou em nível de links (Navegação Adaptativa), são compostas por técnicas e métodos adaptativos que são cruciais no processo de adaptação (MARQUES, 2006).

Em PEDROSO et. al, (2013), a hiperfídia adaptativa foi usada para minimizar os fatores de evasão na Educação a Distância. Foi construído um conjunto de material para o curso que se adaptava de acordo com o progresso do aluno, sendo disponibilizado ou ocultado. Desta forma, pode-se identificar os pontos de maior deficiência do usuário. Os autores ressaltam também que ao usar o SHA, em cada acesso ao material o aluno pode receber informações relevantes e diferenciadas voltadas ao momento em que este se encontra no curso, auxiliando o aluno com maior dificuldade a buscar outros exemplos e a sanar as dúvidas.

De acordo com ARAGUÃO (2004), para que seja possível o usuário encontrar informações de que precisa e os Sistemas Hiperfídia atingirem os objetivos que se propõe da melhor forma, é necessário a integração de técnicas de Modelagem de Usuário e Inteligência Artificial. ARAGUÃO (2004) também avaliou o desempenho de diferentes algoritmos de Aprendizagem de Máquina para ter os prováveis interesses de quem navega na WWW (*World Wide Web*) e utilizados em SHAs.

#### **4. Considerações Finais**

As ferramentas de autoria em sua maioria possuem uma navegação que não leva em consideração a individualidade do usuário. Uma forma de solucionar este problema é a utilização da Hiperfídia Adaptativa, entretanto a Aprendizagem de Máquina, pode ser

uma boa solução para a identificação de possíveis roteiros de aprendizagem contemplados na atividade de aprendizagem criada pelo professor. O estudo dos algoritmos de aprendizagem de máquina, tais como: ID3, um algoritmo de árvore de decisão, que divide o conjunto de treinamento em subconjuntos, e estes conjuntos contêm características de uma só classe (Garcia, Alvares, 2001) e Naive Bayes, um algoritmo baseado no teorema de probabilidade Bayes, este executa uma classificação estatística, prevendo a probabilidade de uma amostra pertencer a uma determinada classe. (Pichiliani, 2006), está sendo finalizado, para então estruturar uma base de informações, que subsidiará o processo de adaptação a partir do perfil do aprendiz e suas preferências.

Preende-se futuramente classificar os algoritmos de aprendizagem de máquina de acordo com a base de informações definida e identificar o algoritmo que possa colaborar com a adaptação das atividades de aprendizagem. Posteriormente, para validar a solução, um comparativo com as atividades de aprendizagem criadas com os SHAs será realizado. O algoritmo de melhor desempenho, será incorporado a ferramenta de autoria baseada no processo de pré-3AJC proposto em SÁ (2011) para validação e teste junto a professores e alunos.

## Agradecimentos

A FAPEMA pelo financiamento do projeto de pesquisa.

## Referências

- ARAGÃO, Alfredo L. Utilização de aprendizado de máquina para a adaptação de estruturas em hipermídia adaptativa. (2004). 92. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação e Matemática Computacional) – ICMC-USP, São Carlos - SP.
- CONDUTA, Bruno C.; MAGRIN, Diego H. Aprendizagem de Máquina. (2010). Dissertação de Mestrado da Faculdade de Tecnologia. Universidade Estadual de Campinas, Limeira - SP.
- FERREIRA, J.S. (2012) Um Modelo Semântico de Busca e Recuperação de Jogos Educacionais Aplicados a Ambientes Virtuais de Aprendizagem. Tese (Doutorado em Informática) – Engenharia Eletrônica e Computação, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.
- FILHO, Vasco P. da Silva. (2000). Ferramenta de Autoria Multimídia para Aprendizado em Língua Estrangeira. 2000. 60. Dissertação de Mestrado em Ciências da Computação. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC.
- GARCIA, Simone C; ALVARES, Luis O. (2001). Árvores de decisão – algoritmos ID3 e C4.5. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/index.php/cadernosdeinformatica/article/view/v1n1p52-55/8809>.
- MARQUES, Elton M. (2006). Sistema Hipermídia Adaptativo (SHA) Em Educação a Distância (EAD). Monografia de Graduação em Sistemas de Informação. Centro Universitário Ritter dos Reis, Porto Alegre – RS.
- PEDROSO, Caetano B.; MARACCI, Francisco V.; KUNZE, Wilson L.; RIZO, Cristiane M. (2013). Hipermídia adaptativa e a Evasão Na Educação a Distância. Disponível em: <http://revistas.unoeste.br/revistas/ojs/index.php/ce/article/viewFile/852/993>.
- PICHILIAN, Mauro. (2006). Data Mining na Prática: Classificação Bayesiana. Disponível em: [http://imasters.com.br/artigo/4926/sql\\_server/data\\_mining\\_na\\_pratica\\_classificacao\\_bayesiana/](http://imasters.com.br/artigo/4926/sql_server/data_mining_na_pratica_classificacao_bayesiana/).
- SÁ, E. J. V. (2011) Processo de pré-autoria para atividades de aprendizagem com uso de jogos e cooperação. Tese (Doutorado em Informática) – Engenharia Eletrônica e Computação, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos - SP.
- SILVEIRA, Sidnei R.; BERTAGNOLLI, Sílvia C.; RIBEIRO, Vinicius G.; RODRIGUES, Andrei de Menezes (2011). Aplicação De Técnicas De Hipermídia Adaptativa Em Sistemas Tutores Inteligentes. Disponível em: <http://pead.ucpel.tche.br/revistas/index.php/colabora/article/view/148>.
- VAZ, Douglas; SILVA, Suelen de Andrade. (2012) Autoria Multimídia: o uso de ferramentas multimídia no campo educacional. Disponível em: <http://www.facos.edu.br/old/galeria/123112012013249.pdf>.

# Autoria de Objeto de Aprendizagem com uso de Design Instrucional para Raspberry Pi

Adryano M. Escorcio Silva<sup>1</sup>, Eveline J. Viana Sá<sup>1</sup>, Jeane S. Ferreira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA)  
Caixa Postal 65030-005– São Luís – MA – Brasil.

escorciomax@gmail.com, {eveline, jeane}@ifma.edu.br

***Abstract.** Drop out and low graduation rates raise the need to investigate such phenomenon. It has been shown that, at least in the field of informatics, the difficulties faced by students in the learning process, mainly related to computer programming, and traditional teaching methods are the main causes of this problem. In this work, we propose the development of a Learning Object specified by the Instructional Designer to enable the seamless integration of Learning Units leveraged by the use of Raspberry Pi as didactic resource to instigate and motivate the learning process.*

***Resumo.** O problema da evasão e da quantidade mínima de concluintes do ensino superior tem aumentado às pesquisas que investigam e determinam as razões para tal fenômeno. Dentro da área da informática, foi identificado como fontes desta problemática, as dificuldades de aprendizagem dos discentes, principalmente nos conteúdos relacionados a Programação de Computadores, e as metodologias tradicionais de ensino. Propõe-se o desenvolvimento de um Objeto de Aprendizagem especificado pelo Design Instrucional que possibilita a integração e harmonia das Unidades de Aprendizagens aliadas ao uso do Raspberry Pi como recurso didático para instigar e motivar o aprendiz.*

## 1. Introdução

O graduando inicia o ensino superior com o déficit educacional que foi acumulado durante a vida acadêmica, não se generaliza o fato, mas uma parcela considerável é reconhecida por esta situação, segundo Piva (2009). Que por sua vez, conclui que existe a necessidade de se realizar estudos sistemáticos que objetivam a redução das taxas de evasão nos cursos de informática.

Já no Reino Unido pesquisadores da Universidade de Cambridge, perceberam as dificuldades encontradas pelos alunos de programação de computadores e o desinteresse pelo desenvolvimento eletrônico dos hardwares. Com base nisso, propuseram o desenvolvimento do minicomputador Raspberry Pi (RPi), a fim de incentivar os alunos (Jaseman et al., 2012). Dentre os modelos disponíveis temos o RPi B, um computador *System-on-a-Chip* (SoC), onde os componentes estão inseridos em um único circuito integrado. Tendo como processador o *ARM11 32 bits 700 MHz*, que trabalha junto com 512 MB de memória RAM e um cartão micro-SD que utiliza o Sistema Operacional Linux. Além de possibilitar conexões *General Purpose Input/Output* (GPIO), portas programáveis de entrada e saída de dados, utilizadas para prover interface entre periféricos.

Para se beneficiar e aplicar esta proposta é necessário à utilização dos conceitos de Design Instrucional (DI) e de Objeto de Aprendizagem (OA). Em conjunto, viabilizam a especificação de unidades de estudo e a estruturação semântica de diretrizes temáticas, a fim de introduzir aspectos lúdicos e interativos que favoreçam o desenvolvimento das atividades (Sá, 2011). Pereira et. al., (2010) reforça a concepção afirmando que os conteúdos de linguagem de programação e arquitetura de computadores apresentam altos níveis de abstrações durante as aulas, e que a metodologia tradicional tem contribuído para a evasão e o desinteresse no curso.

Nesta pesquisa, objetiva-se apresentar a integração do RPi com as especificações do DI na elaboração de um OA para auxiliar no ensino de Linguagem de Programação, a fim de possibilitar a verificação prática dos conceitos que são apresentados durante o curso de informática, bem como explorar conteúdos extracurriculares. No próximo tópico serão explorados a problemática e motivação para esta pesquisa. Na seção 3 os resultados de algumas pesquisas que investigaram a temática sobre evasão acadêmica dentro do curso de informática, bem como propuseram soluções para o cenário. Na Seção 4 explana-se a metodologia e as etapas do projeto em andamento. Na seção 5 apresenta-se a estrutura e o modelo de concepção do OA. Ao final, faz-se um levantamento das informações relevantes e do conhecimento construído a partir da experiência ou implicações observadas, bem como trabalhos futuros.

## **2. Motivação e Problemática**

A visão reduzida ou falta de conhecimento sobre a dimensão do campo de atuação da informática é comum nos ingressantes da área, soma-se a isto, a dificuldade de compreender o conhecimento técnico dos conteúdos. Por exemplo, imagine na complexidade de ensinar o pensamento abstrato para a solução algorítmica de um problema. Ou o impacto lógico matemático ao ver a expressão computacional,  $x = x + y$ . Um leigo automaticamente irá tentar equacioná-la, pois este pensamento fora incorporado por outras disciplinas. Faz-se necessário recondicionar as teorias aprendidas, a fim de adaptá-las às peculiaridades do ambiente computacional.

Artigos publicados na comunidade exploram a temática educacional na busca de modelos pedagógicos que facilitem o processo de integração no curso de informática. Para Gomes et al. (2008) deve-se desenvolver e utilizar ambientes computacionais com características inovadoras para resolver parte dos problemas. É possível inferir que as metodologias de ensino-aprendizagem utilizadas não se adéquam aos contextos atuais, tendo em vista que a sociedade mudou em diversos aspectos como, por exemplo, acadêmicos, sociais, psicológicos, comportamentais, dentre outros. Outro aspecto refere-se ao modo de abordagem pedagógica dos conteúdos que continua a enfatizar conceitos teóricos isolados, ou seja, não se justifica a utilização prática e nem a relevância daquela informação. O uso do Design Instrucional possibilita harmonizar a distância entre os contextos atuais e metodologias de ensino-aprendizagem.

## **3. Trabalhos Relacionados**

Sá (2011) propõe o uso de Design Instrucional (DI) e de Design de Aprendizagem para especificar Unidades de Aprendizagem, cujo planejamento inclui o uso de jogos em sessões individuais ou colaborativas, a fim de disponibilizar ao professor uma a construção de aulas, cursos, etc. Para Silva e Castro (2009) é necessário ter o produto educacional alinhado com os princípios do DI para auxiliar no planejamento. Segundo

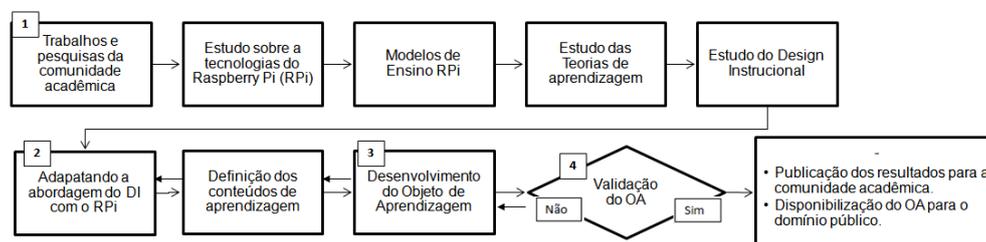
Inácio (2010) o construtivismo e a abordagem crítica-reflexiva representam o nível cinco de seis do domínio cognitivo (saber-saber). O aluno reúne as informações para construir novas teorias, sendo uma construção própria e única. Já o professor (caso presente) participa do processo orientando a construção do conhecimento no aluno. Inácio (2007) afirma que para o professor, a ação de educar, significa estimular o desenvolvimento de tendências naturais inerentes aos alunos e não a transmissão de conhecimentos.

A Raspberry Pi Foundation (RPi) fomenta eventos e cursos para prover o ensino-aprendizado da informática que é chamado de *Picademy*. O repositório está disponível no site *raspberrypi.org* para utilização e colaboração da comunidade, dentre outros assuntos, lá se encontram planos de aulas e experiências de utilização.

Existe uma gama de conteúdos como, por exemplo, introdução a ciências da computação, linguagem de programação, arquitetura de computadores, eletrônica básica, dentre outros que podem ser abordados com a utilização do RPi. Uma abordagem dinâmica apresentando o conteúdo na plataforma web (Cardoso et al., 2013). Os autores desejavam uma ferramenta que fosse interativa com o usuário, a fim de possibilitar a aprendizagem dinâmica. Logo se criou um dossiê de conhecimentos sobre o RPi em contexto educativo, no qual podem ser acessados no site *raspedu.com*. Contudo o trabalho do autor não aplica as metodologias do DI, restringindo-se a expor informações sobre o RPi através de exercícios.

#### 4. Metodologia

Esta pesquisa é do tipo ação, bibliográfica, transversal e qualitativa, pois se levantam referências para a justificativa técnica e didática do Objeto de Aprendizagem (OA) (Lira, 2014). Pois as informações extraídas deverão ser norteadoras para a construção da sequência do conteúdo. Vale ressaltar, que o reconhecimento dos problemas relativos à dificuldade de aprendizado no ambiente acadêmico como motivação desta pesquisa, sendo assim utilizaram-se as informações e os dados de trabalhos publicados na comunidade científica. Depois de criada a base de conhecimento, deve-se construir um OA e posteriormente submetê-lo para a comunidade acadêmica utilizá-lo, bem como avaliar os resultados. Na figura 1 visualizam-se as etapas do projeto e de construção do Objeto de Aprendizagem.

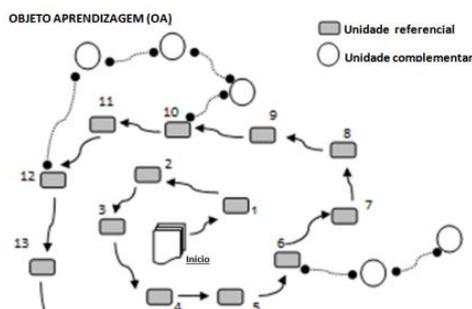


**Figura 1 Metodologia da pesquisa científica para este projeto**

Para que os resultados sejam alcançados é necessário o sequenciamento de etapas de atividades nas quais foram inseridas em um cronograma mensal. Inicialmente preveem-se quatro etapas principais de trabalho, subdivididas em nove metas e distribuídas no período de vigência do projeto.

## 5. Objeto de Aprendizagem especificado pelo DI

O Objeto de Aprendizagem se traduz como um produto educacional que pode ser definido por metodologias pedagógicas que visam nortear e auxiliar, além de permitir a reutilização independente do contexto (Miranda, 2009). Refere-se à manipulação e a flexibilidade da aprendizagem referenciada pelo OA.



**Figura 2: Representação gráfica da estruturação do OA proposto**

Na Figura 2 apresenta-se o norteamto da aprendizagem linear (representada por retângulos numerados) que serve como referência ao conteúdo. Contudo elementos que estão inseridos, instigam o aprendiz a explorar outras unidades complementares (representado por círculos) e que também são relevantes, proporcionando uma aprendizagem não-linear. A abordagem não-linear é chamada de hipertextualidade, cuja estrutura de conteúdo é manipulável de modo interativo, permitindo que o aluno escolha o caminho que lhe for conveniente, através da orientação de links, glossários ou curiosidades, dentre outros (Silva e Castro, 2009).

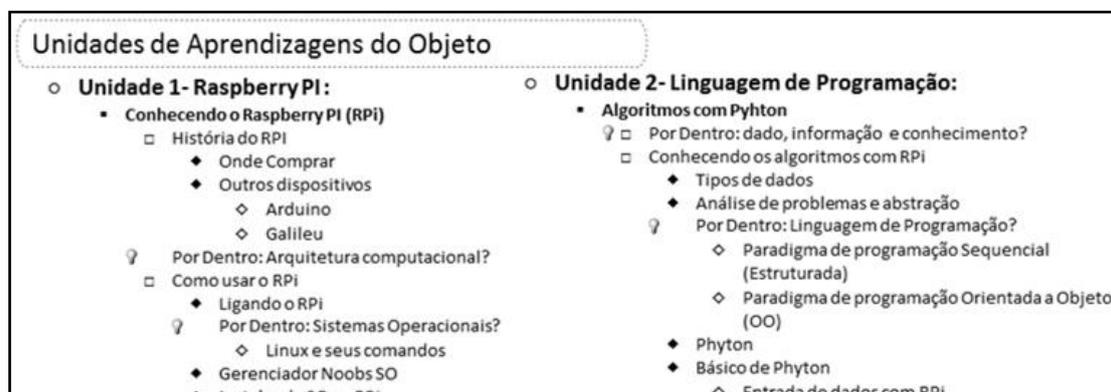
Tais aspectos são contemplados pelo DI ao se analisar o perfil do aprendiz e a estruturação da apresentação do OA, mediante as seguintes questões elaboradas: O que tem no OA? Para quem? Qual o objetivo? Como fazer? Onde Fazer? Na Tabela 1, está exposto o perfil e as características que são definidas para dá início ao processo construção da primeira versão do OA (mais simples e superficial). Filatro (2010) afirma que além dessas indagações devem-se incluir “mecanismos de efetiva contextualização” em todas as etapas de construção.

**Tabela 1. Definição do perfil do OA.**

O que tem no OA?	O objeto terá vários elementos que irão servir para melhor o entendimento e deixar a explicação do conteúdo mais lúdica para o discente. <ul style="list-style-type: none"> <li>Figuras; Tabelas; Fotos; Atividades de fixação; Sessão de Curiosidades.</li> </ul>
Para quem?	O objeto pode ser utilizado por todos os envolvidos no modelo de ensino acadêmico. Também por aqueles que desejam aprender de modo independente ou que desejam conhecer outras vertentes do curso de informática. <ul style="list-style-type: none"> <li>Alunos ingressantes; Entusiastas ou autodidatas; Leigos.</li> </ul>
Qual o objetivo?	Apresentar um OA que seja exploratório e dinâmico. O discente irá construir o aprendizado e absorver aquilo que ele sentir instigado a conhecer. Permitindo a construção de conhecimentos paralelos e que serão explanados como complemento. <ul style="list-style-type: none"> <li>Incentivar; Instigar; Orientar; Ensinar; Apresentar.</li> </ul>
Como	Deseja-se apresentar o potencial do RPi para o usuário, para que possa ter uma projeção

fazer?	do conhecimento que poderá agregar e desenvolver com a ferramenta tecnológica. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abordagem dinâmica (não linear); Apresentando conteúdo; Envolvendo o leitor (linguagem menos didática ou técnica); Possibilitar descobertas de outros temas.</li> </ul>
Onde fazer?	Será focado o desenvolvimento de um objeto impresso porque se tem o interesse do usuário utilizar o produto independente de recursos tecnológicos. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento de um material impresso (Foco).</li> </ul>

Depois de respondidas, realizou-se o mapeamento dos temas e dos conteúdos relacionados. Foram definidos duas UAs com os seguintes conteúdos: Raspberry Pi e Linguagem de Programação; que são abordados nos primeiros módulos do curso de Informática do Instituto Federal do Maranhão (IFMA). A figura 3 ilustra a versão preliminar das UAs.



**Figura 3: Recorte da versão preliminar dos conteúdos das Unidades de Aprendizagens (UAs) do OA proposto**

A primeira unidade enfatiza o RPi, conhecimentos sobre hardware e sistemas operacionais, bem como apresenta-se o potencial tecnológico da placa. Intercala-se com os conceitos da eletrônica básica e a utilização de componentes simples como, por exemplo, botões, fios, jumpers, baterias, relés, resistores e led. Já a segunda unidade explora a linguagem de programação, os paradigmas de código linear e orientado a objetos, além de explicar sobre os tipos e as estruturas de dados. As UAs podem ser associadas às metodologias de ensino-aprendizagem suportadas por abordagens pedagógicas (comportamentalista, cognitivista, construtivista e humanista), que por sua vez, é conectada às potencialidades do RPi através do conjunto de especificações do DI.

Não se utilizará no OA uma corrente específica, pois em algumas situações pode-se requerer o Comportamentalismo, onde, por exemplo, um atleta observa um campeão olímpico realizando movimentos de salto, a fim de registrar os detalhes relevantes para aperfeiçoamento da técnica. Ou Humanista, onde o professor troca experiências com os alunos que devem buscar fontes de conhecimento e desvendar novas experiências para alcançar os resultados esperados. Neste trabalho as correntes filosóficas serão adaptadas de acordo com o tema abordado, tendo em vista a facilidade de absorção. Isso porque segundo Inácio (2007), cada teoria de aprendizagem busca entender o desenvolvimento mental da construção do conhecimento.

As etapas de Análise, Design e Desenvolvimento que é onde muitas das ações definidas no processo de autoria podem ser modificadas de acordo com a elicitación das

especificações do DI. O que também se observa após a etapa de Avaliação do OA, que caracteriza um feedback por parte dos usuários (professor e aprendiz), ocasionando se necessário, atualizações ou incrementos nas versões seguintes, contudo o processo é reiniciado e readaptado. Este projeto se encontra na etapa de *Design* e Desenvolvimento, que representa “o planejamento da instrução e a elaboração dos materiais e produtos instrucionais”, Inácio (2007).

## **6. Considerações finais e implicações**

Utilização do RPi apresenta as seguintes vantagens: a) do ponto de vista cognitivo e didático: possibilita interatividade e proximidade computacional - o aluno vê o hardware de perto e pode manipular eletronicamente com outros periféricos, facilitando a percepção dos resultados aos comandos; b) do ponto de vista arquitetural: não ocupa grandes espaços e não possui manutenção custosa - apresenta uma arquitetura reduzida, se comparado aos computadores desktop; e c) utiliza software livre.

Independente do modo em que será apresentado o OA deve-se garantir e refletir sobre qual será a reação daqueles que tiverem interesse em acessar o produto. Pois se pretende diferenciar das abordagens tradicionais em sala de aula e que por ventura causam desânimo. A autoria do OA se torna relevante, frente à afirmação de Cardoso (2013) que ressalta a pouca quantidade de materiais instrucionais em língua portuguesa.

A utilização de metodologias inovadoras ou diferentes do modelo tradicional de ensino fomenta, além do aluno, o conhecimento do educador que passa para o nível de complementação e incremento, base para a concepção de um OA exploratório e diversificado e contextualizado. O OA proposto está em fase de finalização e será utilizado no Curso Técnico em Informática do IFMA, para ser avaliado junto à comunidade acadêmica. Como trabalhos futuros, pretende-se produzir uma nova versão do OA, inserindo conceitos de gamificação, a fim de torna-lo ainda mais atrativo aos alunos e mais rico aos professores.

## **Agradecimentos**

O projeto e o cronograma foram aprovados pela Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós Graduação e Inovação (PRPGI) do IFMA que contempla uma bolsa de iniciação científica.

## **Referência**

- Cardoso, A., Costa, E. e Sousa, G. (2013) “O Potencial Educativo do Raspberry Pi”. 16f. 2013. Mestrado de Ensino em Informática da Faculdade de Ciências Sociais – Centro Regional de Braga.
- Filatro, A. e Piconez, S. C. B. (2004) “Design Instrucional Contextualizado”. Disponível em <http://www.abed.org.br/congresso2004/por/htm/049-TC-B2.htm>. 20 fev 2015.
- Filatro, A. (2010) “Design Instrucional Contextualizado: educação e tecnologia” – 3ª Ed. – São Paulo: Editora Senac São Paulo. ISBN 978-85-7359-932-9.
- Gomes, A., Henriques J. e Mendes, A. J. (2008). “Uma proposta para ajudar alunos com dificuldades na aprendizagem inicial de programação de computadores”. In

- Educação, Formação & Tecnologias; vol.1(1), pp. 93-103, <http://eft.educom.pt/index.php/eft/article/view/23>, 15 abr. 2014.
- Inácio, M., (2007) “Manual do Formando O processo de Aprendizagem”. 58f. Dezembro - Lisboa. Desenvolvimento de Recursos Didáticos para a Formação de Tutores em Contexto de Trabalho. Projecto n.º 264-RD-2004 financiado pelo POEFDS.
- Jaseman e Meltwater (2012). “Fresh fruit”, The Magpi – A Magazine for Raspberry Pi Users. Publicado em 01 mai. 2012, p. 3.
- Lira, Bruno C. (2014). “O passo a passo do trabalho científico”, Petrópolis – RJ. Ed.: Vozes, ISBN 978-85-326-4819-8.
- Miranda, G. L.(2009). “Concepção de conteúdos e cursos online”. In G. L. Miranda (org.), Ensino online e aprendizagem multimédia, Lisboa: Relógio d’água editores, p. 81-110.
- Pereira, L. F.D.; Lapolli, F.; Sampaio, F. F.; Motta, C. L. R.; Oliveira, C. E. T. (2010). “Desenvolvimento de OAs como Estratégia para o Ensino Técnico de Computação.”. XXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE 2010. João Pessoa, PB, Brasil.
- Piva J. D., Freitas, R.L. e Paula, L.Q. (2009). “A Importância da Leitura e da Abstração do Problema no processo de formação do raciocínio lógico-abstrato em alunos de Computação”. XVII Workshop sobre Educação em Informática (WEI' 2009). Bento Gonçalves, RS, Brasil.
- Sá, E. J. V., (2011) “Processo de pré-autoria para atividades de aprendizagem com uso de jogos e cooperação”. 2011. 224f. Tese de Doutorado – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.
- Silva, A. R. L. e Castro, L. P. S. (2009) "A Relevância do Design Instrucional na Elaboração de Material Didático Impresso para Cursos de Graduação a Distância". Revista InterSaberes, v. 4, 01 jul.

# Clusterização Bayesiana para classificação de risco de pacientes

Haroldo G. B. Filho<sup>1</sup>, Márcia Ito<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Sistemas Inteligentes  
Universidade Federal do Maranhão (UFMA) - São Luís, MA – Brasil

<sup>2</sup>IBM Research  
São Paulo, SP – Brasil

haroldogomes86@gmail.com, marciaito@br.ibm.com

**Abstract.** *A classification of risk groups is characterized as a significant step for decision making in a multidisciplinary health team, however in some cases the classification becomes erroneous and time consuming. This article proposes a model of Bayesian classification to optimize such processes across clusters.*

**Resumo.** *Uma classificação de grupos de risco caracteriza-se como uma etapa significativa para tomadas de decisão de uma equipe multiprofissional em saúde, porém em alguns casos a classificação torna-se errônea e demorada. Este artigo propõe um modelo de classificação bayesiana visando otimizar tais processos através de clusters.*

## 1. Introdução

A Classificação de Risco pode ser compreendida como um processo dinâmico para auxílio de tomada de decisão de uma equipe multiprofissional de saúde, com o objetivo central em realizar uma triagem ou seleção de um cenário clínico de um paciente, baseado em sua complexidade. Ao longo da história, sempre houve métodos de eleger um objeto e sua relevância, alguns baseados meramente na anamnese do paciente e outros em riscos epidêmicos, na maioria dos casos cada país possui seu método de triagem, porém tais formas suscitam precedentes externos e superficiais. Baseado nisso, em 1997 padronizou-se o Protocolo de Classificação de Riscos de Manchester (MTS, do inglês *Manchester Triage System*), onde propõe-se que cada grau progressivo de um cenário seja codificado por uma cor em relação ao tempo de resposta pela equipe multiprofissional. Basicamente, divide-se em quatro níveis: Vermelho, caracteriza-se por um estado emergencial e necessita de atendimento prioritário; Amarelo, o tempo de espera do paciente deve ser no máximo 15 minutos; Verde, o caso exige uma urgência mediana podendo esperar em até 30 minutos; e o Azul, que é utilizado para casos menos prioritários podendo aguardar em média de uma a três horas. É comum tal classificação ser tangível através de adesivos ou pulseiras.

Ainda assim, para [Gilboy 2005] a tomada de decisão na “escolha” do paciente a ser atendido ou a classificação de riscos e prioridades, torna-se uma incumbência de alta complexidade, visto que, envolvem alguns domínios, subdomínios e variáveis, tais como: Qual a Doença e intensidade para com o paciente? Quais Causas? Que tratamento se adequa a um menor prazo? E a realização de uma anamnese, sendo um

grande desafio e vicissitude tal consonância, visto a urgência e heterogeneidade de cada caso. Outro agravante se dá através de decisões unilaterais e exclusivamente baseadas em fluxogramas padronizados pelo MTS, para [Merhy 1997] um fluxograma, consiste num diagrama, em que se desenha um certo modo de organizar os processos de trabalho que se vinculam entre si e em torno de uma certa cadeia de produção, porém não há como englobar  $N$  variáveis em um caso e nem entender questões subjetivas e históricas do paciente em um curto espaço de tempo, implicando em falhas.

Diante disto, o presente trabalho objetiva a implementação de *Clusters Bayesianos* para especificação de domínios e subdomínios através de um axioma de classificação ótima, no qual se realiza simulações em uma população de 100 pacientes e estabelecimento de critérios e pesos de acordo com o domínio, auxiliando na tomada de decisão com minimização de erros, resultando é uma amostragem probabilística relacionada ao tempo de atendimento e sua real classificação de risco.

## 2. Redes de Bayes para classificação

Segundo [Dutra 2002], Redes bayesianas são grafos acíclicos dirigidos que representam dependências entre variáveis em um modelo probabilístico. Esta abordagem representa uma boa estratégia para lidar com problemas que tratam incertezas, onde conclusões não podem ser construídas apenas do conhecimento prévio a respeito do problema. Uma vez que, há mínima confiabilidade do agravamento dos sintomas, da incerteza da causa da enfermidade e da anamnese superficial, em um atendimento urgente, propõe-se uma simulação para testar casos e seus respectivos riscos, utilizando um algoritmo denominado Classificador Bayesiano Ótimo, representado pelo axioma em (1):

$$\frac{\operatorname{argmax}}{V_j \in V} \sum_{h_i \in H} P(V_j / h_i) P(h_i / D) \quad (1)$$

Onde aplicando em um caso simulado entende-se que: *argmax*, é o número de critérios utilizados no Cenário(Doenças, Anamnese, Causas, Tratamentos) em relação a  $V_j \in V$  que é a distância entre a menor e o maior variável(temperatura do corpo, por exemplo);  $\sum$  representa a população atendida;  $D$  simboliza a incerteza máxima(caracterizando-se como *pesos* em uma situação),  $P$  o número de interações testadas,  $h_i \in H$ , representam o tempo mínimo e máximo na situação. A simulação é baseada no protocolo formalizado pela MTS (*disponível em: <http://goo.gl/waK7nr>*), onde em testes realizados encontram-se na *subseção 2.1* deste presente artigo.

### 2.1. Clusterização Bayesiana

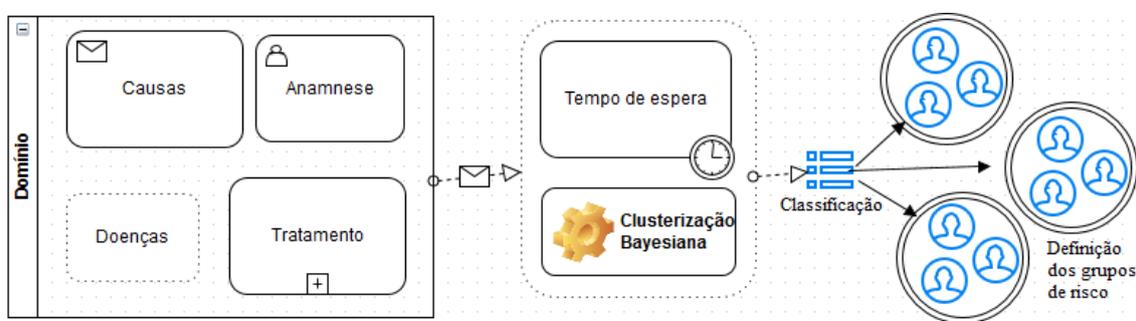
Independente da aplicação, *Clusters* são “agregações” de objetos, dados ou padrões, para determinação e especificação de domínios e subdomínios, com o objetivo de otimizar as tomadas de decisão por etapas ou estágios. Para [Jain et al., 1999] clusterização é a classificação não-supervisionada de dados, formando agrupamentos ou clusters. Ela representa uma das principais etapas de processos de análise de dados, denominada análise de *Clusters*. Na presente simulação, a Clusterização tem como objetivo “dividir” grupos através da classificação de seu respectivo risco, no auxílio a decisão da equipe multiprofissional em saúde, sendo uma resultante dos subdomínios de

risco encontrada através do Classificador Bayesiano Ótimo(ver tabela 1), em um teste proposto temos:

**Tabela 1. Simulação de interações em um casos**

Risco	P	$\Sigma$	D	hi	H(min)	Vj	V	argmax
Vermelho	1...100	100	0...10	0	0	39	45	1...5
Amarelo	1...100	100	0...10	0	15	33	38	1...5
Verde	1...100	100	0...10	0	30	30	32	1...5
Azul	1...100	100	0...10	0	180	-	-	1...5

Sendo assim, propõe-se uma Clusterização para os grupos de riscos através de subdomínios(ver figura 1):



**Figura 1. Clusterização Bayesiana para definição de grupos de risco**

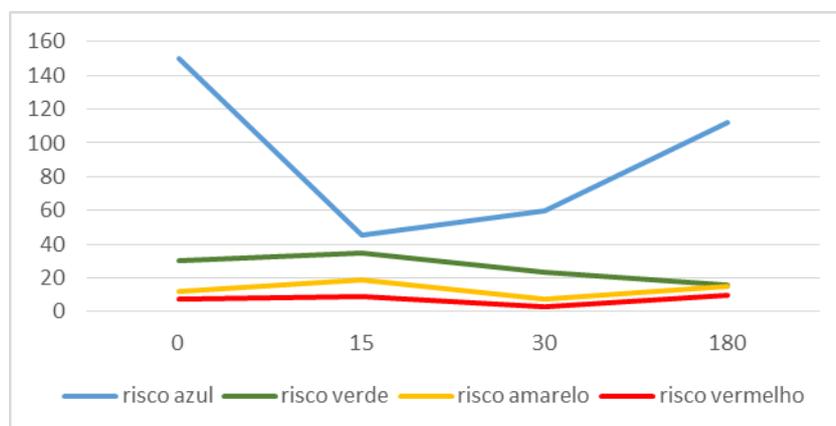
A Classificação para atendimento prioritário baseado na definição dos grupos de riscos por clusterização, mostra-se uma técnica viável para otimização de processos e tomadas de decisão visto a probabilidade de incertezas, se faz necessário entender a complexidade de um domínio e sua população, para uma resposta coesa e apressurada.

### 3. Resultados e discussões

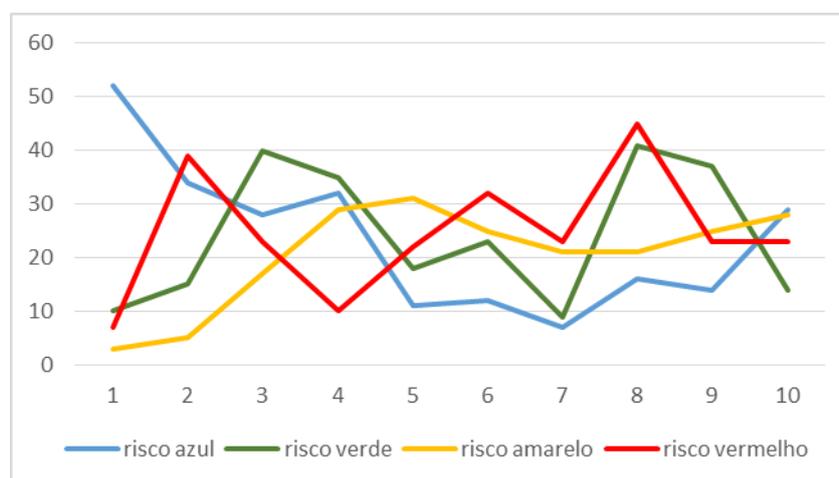
O Teste aplicou 100 interações( $P$ ) em uma população( $\Sigma$ ) de 100 pacientes, nos quatro níveis de risco, utilizando uma técnica de clusterização afim de validar os dados simulados, o primeiro teste apresentou resultados satisfatórios em relação ao tempo de resposta do atendimento em urgência padronizado no protocolo da MTS de acordo com cada nível de risco. Um segundo teste é aplicado para avaliação da coerência da classificação(se realmente um paciente  $x$ , que de forma empírica foi classificado com risco alto, realmente está em seu grupo de risco correto) baseado na relação entre o peso( $D$ ) em uma situação e seu critério de aplicação. A Validação dos resultados oriundos da utilização de técnicas bayesianas é frizada por [Jain et al 1999] onde diz que para validar a saída produzida por um processo de clusterização, geralmente se recorre a critérios de otimalidade, muitas vezes definidos de forma subjetiva.

Os resultados encontrados e validados pelo classificador podem ser representados através de dois gráficos, que demonstram cada população total em relação ao seu de risco, o gráfico 1(ver gráfico 1) apresenta os resultados do tempo otimizado pelo algoritmo classificador em função ao tempo determinado pela MTS, o gráfico 2(ver gráfico 2) apresenta a coerência da classificação utilizando o peso e em função da

resultante das variáveis em um domínio, ambos em 100 interações testadas e em uma população de 100 pacientes.



**Gráfico 1. Mensuração de resultados o tempo de atendimento padronizado pela MTS pelo algoritmo classificador Bayesiano.**



**Gráfico 2. Número de acertos na quantidade de pacientes com situação coerente a seu grupo de risco.**

O Teste 1 apresentou uma significativa resposta da classificação bayesiana em relação ao tempo exigido pelo protocolo da MTS, demonstrando um desempenho otimizado nos riscos azul, verde e amarelo, apresentando alguma perda de performance no risco vermelho, onde a simulação deu tempo de resposta em até dez minutos. O Teste 2 apresentou grande irregularidade na mensuração da coerência da classificação dos grupos de risco, inferindo-se a eficácia de uma técnica bayesiana, visto que a classificação de risco meramente por fluxogramas e protocolos, levam a uma gama de tomadas de decisão equivocadas. .

#### 4. Referências

- Gilboy, N. (2005) Emergency Severity Index, Version 4: “Implementation Handbook. Agency for Healthcare Research and Quality”.
- Merphy, E.E.. (Orgs.); Agir em Saúde: um desafio para o público; São Paulo, Hucitec, 1997.
- Jain, A.K., Murty, M.N. & Flynn,(1999) P.J. “Data Clustering: A Review”, vol. 31 p.264

## **Estudo das abordagens do algoritmo de colônia de formigas para o problema do caixeiro viajante.**

**Julia Manfrin Dias<sup>1</sup>, Christiane R. S. Brasil<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Faculdade de Computação – Universidade Federal de Uberlândia (UFU)  
CP 38408-100 – Uberlândia – MG – Brazil

{juliamanfrindias, christiane.ufu}@gmail.com

***Abstract.** Among the various algorithms in the Bioinformatics area, the Ants Colony Optimization Algorithm can be noted for its efficiency and simplicity. The main objective of this work is to apply this algorithm for the travelling salesman problem\_ a problem classified as NP-hard \_ comparing with other results obtained in the literature in order to analyze the performance of this method in two different approaches: AS and ACS.*

***Resumo.** Dentre os diversos algoritmos da área de Bioinformática, o Algoritmo de Colônia de Formigas pode ser destacado por sua eficiência e simplicidade. O objetivo principal deste trabalho é aplicar o algoritmo ACO para o problema do caixeiro viajante\_ um problema classificado como NP-difícil \_ comparando com outros resultados já obtidos na literatura, a fim de analisar o desempenho deste método em duas abordagens diferentes: AS e ACS.*

### **1. Introdução**

A área de Bioinformática vem crescendo notavelmente no âmbito mundial, uma vez que diversos pesquisadores dos mais diferentes lugares têm desenvolvido métodos computacionais inspirados na fenômenos naturais para auxiliar na busca de soluções para problemas complexos.

Dentre esses métodos, pode-se destacar os algoritmos que mimetizam o comportamento social de colônias de insetos, que seguem uma organização dentro da sociedade em que vivem, tais como as abelhas e as formigas. Esses métodos são definidos por [Dorigo e Stutzle, 2004] como Inteligência de Exame (*Swarm Intelligence*).

Neste sentido, o comportamento social de formigas pode ser enfatizado por sua simplicidade e eficiência: as formigas encontram o menor caminho entre seu ninho e a fonte de alimento por meio do mecanismo natural das trilhas de feromônio espalhadas ao longo do percurso percorrido.

Deste modo, foram desenvolvidos algoritmos que simulam o comportamento das formigas, denominado Algoritmo de Colônia de Formigas (ACO, do inglês *Ant Colony Algorithm*) [Dorigo et al, 1996] com o objetivo de buscar soluções ou aproximações para problemas complexos em que não consegue encontrar a solução ótima em tempo polinomial. Tais problemas são conhecidos como problemas não-polinomiais (NP).

Neste contexto, um problema bastante citado na literatura como não-polinomial é o Problema do Caixeiro Viajante (PCV, também conhecido como TSP, do inglês *Travelling Salesman Problem*) [Dorigo e Gambardella, 1997], que pode ser descrito da seguinte maneira: dado um número  $N$  de cidades que devem ser visitadas por um caixeiro, deve-se encontrar a rota com o menor comprimento possível do percurso, considerando o início e o término na mesma cidade. Vale lembrar que todas as cidades são interligadas umas as outras e que cada cidade deve ser visitada apenas uma vez.

Portanto, pode-se afirmar que o problema PCV é uma aplicação de otimização combinatória, cujo custo computacional cresce exponencialmente de acordo com o aumento do número de cidades. Deste modo, o PCV pode ser classificado como NP-difícil.

É importante ressaltar que o problema PCV simula várias situações reais, como problemas de roteamento de veículos, redes de distribuição postal, ou diversos outros problemas que podem ser modelados com grafos, em termos de ciclos Hamiltonianos<sup>1</sup> em grafos completos<sup>2</sup>.

## 2. Objetivo

O objetivo principal deste trabalho é aplicar o algoritmo ACO para o problema do caixeiro viajante, comparando com outros resultados já obtidos na literatura, a fim de ratificar a eficiência deste método, considerando duas abordagens diferentes de implementação efetuadas: *Ant System* (AS) e *Ant Colony System* (ACS).

## 3. Metodologia

Otimização por Colônia de Formigas (do inglês, *Ant Colony Optimization - ACO*) é um método de otimização de problemas baseado no comportamento de formigas na busca de alimentos. Essa heurística foi desenvolvida por Marco Dorigo na década de 1990 [Dorigo et al., 1996]. As formigas confeccionam vários caminhos da colônia até o local onde há o alimento e vão depositando feromônio ao longo dele, formando trilhas. As demais formigas da colônia seguem as trilhas de feromônios e localizam o caminho mais curto.

Os algoritmos de ACO simulam este processo que ocorre na natureza, utilizando formigas artificiais. O algoritmo, por meio de iterações, gera uma solução com base na informação heurística e na informação do feromônio encontrado nas trilhas. A cada iteração, a informação do feromônio é atualizada, considerando-se a evaporação e o depósito da substância. Ao construir a solução, a formiga faz um cálculo de probabilidade, o qual determina o caminho que deve seguir.

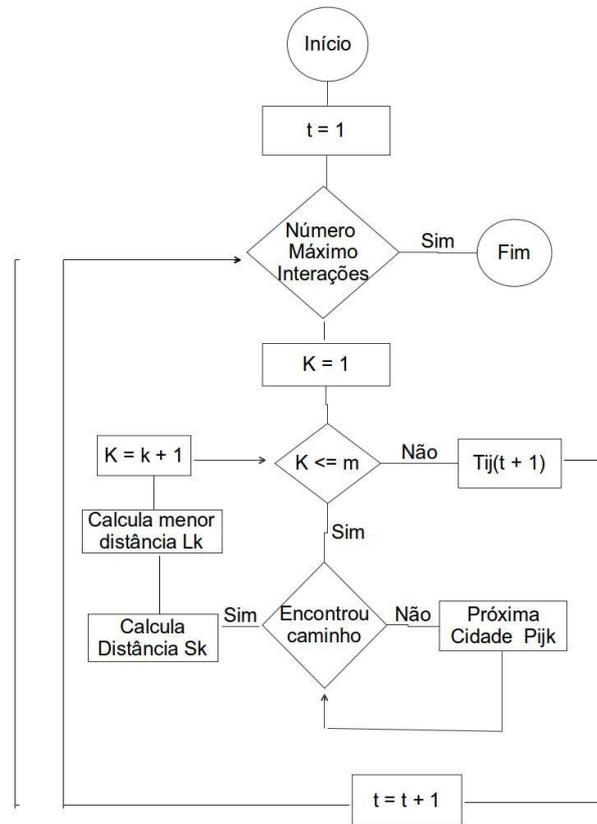
Existem duas abordagens diferentes implementadas neste trabalho: *Ant Colony System* (ACS) e *Ant System* (AS). O ACS difere do AS nas fórmulas usadas e na atualização do feromônio. O ACS atualiza o feromônio toda vez que uma formiga completa seu caminho, diferentemente do AS que atualiza depois que todas as formigas percorrem o

---

<sup>1</sup> Ciclo hamiltoniano é aquele que contém todos os vértices do grafo exatamente uma vez, com exceção dos vértices inicial e final, que têm que ser o mesmo.

<sup>2</sup> Grafo completo é aquele que todo vértice é adjacente a todos os outros que compõem este grafo.

caminho. Portanto, o ACS considera a atualização do feromônio a cada iteração, tornando-o mais robusto e com melhor desempenho.



**Figura 1. Fluxograma do algoritmo ACS.**

Este fluxograma (Figura 1) representa um algoritmo ACS, onde  $i$  é o contador que definirá o número máximo de interações do algoritmo. A quantidade de formigas é representada por  $m$ ,  $k$  é o contador de formigas, que varia de 1 a  $m$ . A formiga  $k$  deve encontrar um caminho até seu destino fazendo um cálculo probabilístico, que determina qual cidade será visitada. Assim que a formiga encontra o caminho, ela calcula a distância e armazena o resultado na variável  $Sk$  e a variável  $Lk$  armazena a menor distância encontrada até o momento. Depois que cada uma das  $m$  formigas encontram seus caminhos, o feromônio é atualizado.

**Tabela 1. Comparativo entre as formulas de atualização de feromônio do AS e ACS.**

Alg.	Expressão	Realizado
AS	$\tau_{ij} = (1 - \rho) \cdot \tau_{ij} + \sum_{k=1}^m \Delta \tau_{ij}^k$	por todas as formigas ao completar o caminho
ACS	$\tau_{ij} = (1 - \varphi) \cdot \tau_{ij} + \varphi \cdot \tau_0$	por todas as formigas em cada passo da construção

No *Ant System* (AS) os valores para a importância da informação heurística  $\beta$  é 2 e para  $\alpha$  é 0.1. Estes valores são indicados por Dorigo em seus estudos. A quantidade de feromônio inicia com valor 1.0 para todas as arestas.

O *Ant Colony System* (ACS) usa parâmetros iguais para  $\alpha$  e  $\beta$ , e inicia o feromônio em todas as arestas com valor 1.0.

Note que  $\alpha$  e  $\beta$  são parâmetros para indicar respectivamente a importância do feromônio e da informação heurística.  $\tau_{ij}$  é a quantidade de feromônio na aresta  $ij$ ,  $\eta_{ij}$  é o inverso de  $d_{ij}$  e  $N^k_i$  o conjunto das cidades ainda não visitadas pela formiga  $k$ .

$$p_{ij}^k = \frac{[\tau_{ij}]^\alpha [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{l \in N^k_i} [\tau_{il}]^\alpha [\eta_{il}]^\beta}$$

**Figura 2. Fórmula da probabilidade de visitar uma cidade.**

Deste modo, calcula-se a probabilidade de todas as cidades que a formiga ainda não visitou e escolhe ir para aquela de maior probabilidade.

#### 4. Resultados

Usando um conjunto de 42 cidades obtido da base TSPLIB (<http://elib.zib.de/pub/mp-testdata/tsp/tsplib/tsp/dantzig42.tsp>) e aplicando duas abordagens do ACO, observa-se que o algoritmo apresenta uma solução satisfatória.

Foram implementadas duas versões do ACO: o *Ant System* (AS) e o *Ant Colony System* (ACS).

Segundo o artigo, a solução ótima é 699 e foi obtida usando outra abordagem de ACO denominada MMAS (Carvalho e Ramos, 2007) e o ACS apresenta a solução em torno de 815. Considerando que a abordagem MMAS é mais elaborada em relação a atualização do feromônio. MMAS usa preferencialmente, ou na maioria das iterações, a melhor formiga da iteração, obtendo, deste modo, um efeito de intensificação e de diversificação, uma vez que a cada iteração, tem-se uma diferente melhor solução.

Portanto, pode-se notar que este fator de atualização do feromônio é fundamental para melhores aproximações da solução ótima. Observe que AS apresenta resultados inferiores a todos, uma vez que sua atualização é a menos elaborada.

**Tabela 1. Resultados obtidos com abordagens diferentes de ACO para a base dantzig42.tsp usando 100 iterações e 42 formigas.**

Alg.	Solução aproximada
AS	1199.993896
ACS	821.765747
MMAS	699

**Tabela 2. Resultados obtidos com abordagens diferentes de ACO para a base burma14.tsp usando 40 iterações e 14 formigas.**

Alg.	Solução aproximada
AS	40.011627
ACS	31.882530
Solução ótima	30.879

Observe que para um conjunto menor de cidades (<http://elib.zib.de/pub/mp-testdata/tsp/tsplib/tsp/burma14.tsp>), a aproximação alcançada foi bem mais próxima da ótima usando o método ACS.

## 6. Conclusão

Neste trabalho pode-se obter resultados preliminares que indicam que por meio de técnicas mais elaboradas de atualização de feromônio é possível conseguir melhores resultados para o problema do caixeiro viajante. Isto pode ser observado com as abordagens AS e ACS, a primeira sendo menos elaborada que a segunda. Outro detalhe importante que foi analisado é que para uma base pequenas com 14 cidades, como no caso de burma14.tsp, os métodos não diferem tanto no desempenho, uma vez que a complexidade do grafo tratado é relativamente simples, se aproximando bem da solução ótima. Em contrapartida, para um grafo mais complexo, com 42 cidades no caso de dantzig42.tsp, pode-se perceber uma diferença notável no desempenho entre AS e ACS, sendo que até o ACS sendo mais elaborado ainda obtém um resultado distante da solução ótima.

Portanto, para trabalhos futuros pretende-se desenvolver a abordagem MMAS, a técnica mais eficiente mencionada neste trabalho, visando atingir a solução ótima, a fim de aplicar esta abordagem em problemas mais complexos inspirados em situações reais.

## 7. Referências

- Carvalho, E. R e Ramos, G. S. (2007) “Otimização por Colônia de Formigas (*Ant Colony Optimization - ACO*)”.
- [http://www.inf.ufpr.br/aurora/disciplinas/topicosia2/downloads/trabalhos/ACO\\_TSP.pdf](http://www.inf.ufpr.br/aurora/disciplinas/topicosia2/downloads/trabalhos/ACO_TSP.pdf)
- Dorigo, M. e Gambardella, L.M. (1997) “Ant colony system: A cooperative learning approach to the traveling salesman problem”. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, Vol.1, No.1, pages 1–24.
- Dorigo, M., Maniezzo, V., e Colomi, A. (1996) “Ant system: Optimization by a colony of cooperatings agents”. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part B*, 26(1):1–13.
- Dorigo, M. e Stutzle, T. (2004) “Ant Colony Optimization”. MIT Press Cambridge.

## Image Segmentation by Otsu Method

Daniela O. Albanez<sup>1</sup>, Marcos N. Rabelo<sup>1</sup>, Sérgio F. da Silva<sup>1</sup>, Marcos A. Batista<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Graduate Program in Modeling and Optimization, Federal University of Goiás  
Av. Dr. Lamartine Pinto de Avelar, 1120, CEP 75704-020, Catalão, GO, Brasil

doalbanez@hotmail.com, rabelo@dmate.ufpe.br, sergio@ufg.br, marcos.batista@pq.cnpq.br

**Abstract.** *Image segmentation has become in indispensable task in many image applications. In order to analysis this issue, the use of thresholding technique is well-known. Because of its applicability, quite a number of thresholding methods have been proposed over the years. This paper attempts to undertake the study of image segmentation and as a result of this study was implemented OTSU algorithm that has the goal to convert images to black and white and so make them better identifiable.*

### 1. Introduction

Segmentation is usually first step in the analysis of an image, with the idea of segmenting an object by dividing the parts, or parts considered homogeneous according to some criterion uniformity, and ends when the objects interest has been separated. There are several segmentation techniques being used in literature. In generally this techniques is based on value number of each pixel in the texture analysis and image histogram [Gonzalez and Woods 2002].

The image segmentation consist in to subdivide the image into its constituent parts. The idea of image segmentation is to classify pixels of set of pixels. It is the first analysis stage image [Acharya and Ray 2005, Gonzalez and Woods 2002, Petrou and Bosdogianni 1999]. Segmentation helps identify differences between two or more objects, both among themselves and between each other and the background. The segmentation is based on the basic properties of intensity values in gray levels and may be a discontinuity or similarity. The discontinuity is due to the partition of the image by intensity values of gray. While the similarity is based on partitioning an image into regions that are similar according to a set of pre-defined criteria, thresholding and region growing are examples of methods in this category.

Thresholding is the identification of the best threshold in which object distinct from the background, several methods have been proposed [Otsu 1978, kapur and Wong 1985]. In this context, there are two types of thresholding algorithms:

- Global thresholding algorithms
- Local or adaptive thresholding algorithms

In global thresholding, a single threshold for all the image pixels is used. When the pixel values of the components and its background are fairly consistent in their respective values over the entire image, global thresholding could be used. In adaptive thresholding, different threshold values for different local areas are used. In this paper adaptive thresholding is used. In order to performs the analysis of images by thresholding technique, we will employee Otsu's method, which is considered one of the best method for adaptive thresholding images [Otsu 1978].

## 2. Theoretical Foundation

### 2.1. Histogram

The histogram is a graph that represents values of the shades of the pixels of an image with a particular brightness [Gonzalez and Woods 2002, Petrou and Bosdogianni 1999], in other words, is the representation of the distribution of colors in an image. The histogram shows detail in the shadows, midtones, highlights, but first of all shows the global image description. If the histogram is narrow, then the image is barely visible, it is because the image gray levels are low. On the other hand, an image with higher contrast and provides a uniform visibility of these gray level histogram [Acharya and Ray 2005].

According [Gonzalez and Woods 2002], the histogram is a discrete probability density function represented by:

$$p_x = \frac{n_x}{N} \quad (1)$$

where:

$x$  is the gray level,

$n_x$  is the number of the pixels in the image having gray level  $x$  and

$N$  is the total number of the pixels in the image.

The  $x \in \{1, 2, \dots, L\}$ , where  $L$  is the value of the pixels in the scanned image.

### 2.2. Thresholding

The thresholding is one of the simplest techniques of segmentation, it causes the image to grayscale becomes a binary image, separating regions of an image in two other regions - the white background determined by the value (1) and the black object determined by the value (0), thus having a black/white image. This is only possible by defining a threshold  $T$  that separates groups of image gray levels [Parker 2011, Jahne and Haubecker 2000, Gonzalez and Woods 2002].

Segmentation occurs by scanning the image, pixel by pixel, thereby distinguishing the background of the object, depending on the relationship between the pixel value and the threshold value. However, the thresholding is effective when the subject is very different gray levels, thus the gray levels of the object and background form distinctly two peaks and the thresholding is trivial.

Suppose that the gray level histogram corresponds to an image  $f(x, y)$  composed of dark objects on the light background, in such a way that object and background pixels have gray levels grouped into two dominant modes. One obvious way to extract the objects from the background is to select a threshold  $T$  that separates these modes. Then any point  $(x, y)$  for which  $f(x, y) > T$  is called an object point, otherwise, the point is called a background point.

Mathematically, thresholding may be defined as:

$$g(x, y) = \begin{cases} object & \text{if } f(x, y) > T, \\ background & \text{if } f(x, y) \leq T. \end{cases} \quad (2)$$

where  $f(x, y)$  is the input image,  $T$  is the threshold and  $g(x, y)$  is the output image (thresholding).

Usually it is very common to use the histogram to select a threshold for the thresholding and a threshold is obvious, when occurs at the low point between two peaks in the histogram. In this context, a histogram is a vector having the same number of dimensions as the image does gray levels, [Parker 2011, Petrou and Bosdogianni 1999].

### 2.3. Adaptive Thresholding

The adaptive thresholding technique which is a local aspects analyzes the image and determines a threshold for each region defining whether the pixel is considered black or white.

This technique has algorithms from simple solutions to the optimal solution of local thresholding. This technique is well known and there are several algorithms with different answers depending on the type of image [Ballard 1982, Sezgin 2004].

### 2.4. Otsu's Method

The Otsu method [Otsu 1978] is considered one of best methods for adaptive thresholding images, but its quality is directly coupled at the cost of complexity. The thresholding operation is considered to be the partitioning of the pixels of an image  $L$  gray levels into two classes,  $C_0$  and  $C_1$ , which can represent the object and the background, or vice versa, and this partition will be in the gray level  $t$ . This is a non-parametric method and unsupervised, which seeks to automatically select the limits of gray levels that best separate or segment the elements of interest in an image of two classes. Thus we have:

$$\begin{aligned} C_0 &= 1, 2, \dots, k \\ C_1 &= k + 1, \dots, L \end{aligned} \quad (3)$$

A measure of region homogeneity is variance, regions with high homogeneity will have low variance. Otsu's method selects the threshold by maximizing the between-class variance (or, conversely, minimizes the within-class variance) of the two groups of pixels separated by the thresholding operator. It does not depend on modeling the probability density functions, however, it assumes a bimodal distribution of gray level values, if the image approximately fits this constraint, it will do a good job.

The normalized histogram is a probability distribution function.

$$\begin{aligned} p_x &= \frac{n_x}{N} \\ \sum_{x=1}^L p_x &= 1 \quad p_x \geq 0 \end{aligned} \quad (4)$$

Then the probabilities of class occurrence and the class mean levels, respectively, are given by:

$$\omega_0 = Pr(C_0) = \sum_{x=1}^k p_x = \omega(k) \quad (5)$$

$$\omega_1 = Pr(C_1) = \sum_{x=k+1}^L p_x = 1 - \omega(k) \quad (6)$$

The mean gray level value of the background pixels and the object pixels respectively will be:

$$\mu_0 = \sum_{x=1}^k xPr(x|C_0) = \sum_{x=1}^k xp_x/\omega_0 = \mu(k)/\omega(k) \quad (7)$$

$$\mu_1 = \sum_{x=k+1}^L xPr(x|C_1) = \sum_{x=k+1}^L xp_x/\omega_1 = \frac{\mu_T - \mu(k)}{1 - \omega(k)} \quad (8)$$

where

$$\omega(k) = \sum_{x=1}^k p_x \quad (9)$$

and

$$\mu(k) = \sum_{x=1}^k xp_x \quad (10)$$

are the *zeroth* and the first-order cumulative moments of the histogram up to the  $k_{th}$  level, respectively,

$$\mu_T = \mu(L) = \sum_{x=1}^L xp_x \quad (11)$$

is the total mean level of the original picture. The relation is true for any choice of  $k$ :

$$\begin{aligned} \omega_0\mu_0 + \omega_1\mu_1 &= \mu_T \\ \omega_0 + \omega_1 &= 1 \end{aligned} \quad (12)$$

The variance of the background and the object pixels will be:

$$\sigma_0^2 = \sum_{x=1}^k (x - \mu_0)^2 Pr(x|C_0) = \sum_{x=1}^k (x - \mu_0)^2 p_x/\omega_0 \quad (13)$$

$$\sigma_1^2 = \sum_{x=k+1}^L (x - \mu_1)^2 Pr(x|C_1) = \sum_{x=k+1}^L (x - \mu_1)^2 p_x/\omega_1 \quad (14)$$

The variance of the whole image is:

$$\sigma_T^2 = \sum_{x=1}^L (x - \mu_T)^2 p_x \quad (15)$$

It can be shown that the variance can be written as follows:

$$\begin{aligned} \sigma_T^2 &= \omega_0\sigma_0^2 + \omega_1\sigma_1^2 + \omega_0(\mu_0 - \mu_T)^2 + \omega_1(\mu_1 - \mu_T)^2 \\ &= \sigma_W^2 + \sigma_B^2 \end{aligned} \quad (16)$$

where  $\sigma_W^2$  is defined to be the within-class variance and  $\sigma_B^2$  is defined to be the between-class variance.

Since the total variance  $\sigma$  does not depend on  $T$ , the  $T$  minimizing  $\sigma_W^2$  will be the  $T$  maximizing  $\sigma_B^2$ . Let's consider maximizing  $\sigma_B^2$ , we can rewrite  $\sigma_B^2$  as follows:

$$\sigma_B^2(k) = \frac{[\mu_T \omega(k) - \mu(k)]^2}{\omega(k)[1 - \omega(k)]} \quad (17)$$

Therefore, the optimal threshold  $k^*$  is:

$$\sigma_B^2(k^*) = \max_{1 \leq k < L} \sigma_B^2(k) \quad (18)$$

## 2.5. Algorithm

The Otsu's method is used to generate a black and white image by calculating the threshold automatically. He believes that the input image have two classes of pixels, the object and the background, seeking for the optimum threshold to segment the image with better quality. The Otsu algorithm follows these steps:

1. Get the frequency of each intensity  $1 \leq x < L$  (histogram).
2. Divide each frequency by the total number of pixels, obtaining the probability (histogram normalization).
3. Get the partial sums accumulated  $\omega$  and  $\mu$  of each intensity through the odds.
4. For each intensity  $k$ , calculate  $\sigma_B^2(k)$ . If this is the highest value, update the optimal threshold  $k^*$  with  $k$ .
5. For each pixel, if the pixel intensity is less than or equal to  $k^*$ , it is considered object; otherwise, background.

## 3. Experiments Verifications

The following text aims to present the results achieved in implementing the Otsu's method in targeting RGB images and also images of text. The algorithm assumes that the image to be threshold contains two classes of pixels (object and background) then calculates the optimum threshold separating those two classes so that their combined spread (within-class variance) is minimal.

In this section some experiments were performed to verify the quality of the results obtained from the implementation of the Otsu's method for some images. In Figure 1(a) we quantified the original image with 256 gray levels. After segmenting the image using Otsu's method, we obtain the optimum threshold  $T$  value to 0.3412 in 0 – 1 scale, as shown in Figure 1(b).

In Figure 2(a) we quantified the original image. After segmenting the image using Otsu's method, we obtain the optimum threshold  $T$  value to 0.4275 in 0 – 1 scale, as shown in Figure 2(b).

In Figure 3(a) we quantified the original image. After segmenting the image using Otsu's method, we obtain the optimum threshold value the 0.5608 in 0 – 1 scale, as shown in Figure 3(b).

In Figure 4(a) we quantified the original image. After segmenting the image using Otsu's method, we obtain the optimum threshold value the 0.4902 in 0 – 1 scale, as shown in Figure 4(b).



(a)



(b)

Figure 1. (a) Original image. (b) Image thresholded with Otsu's method.



(a)



(b)

Figure 2. (a) Original image. (b) Image thresholded with Otsu's method.

In Figure 5(a) we quantified the original image. After segmenting the image using Otsu's method, we obtain the optimum threshold value the 0.5765 in 0 – 1 scale, as shown in Figure 5(b).

#### 4. Conclusions

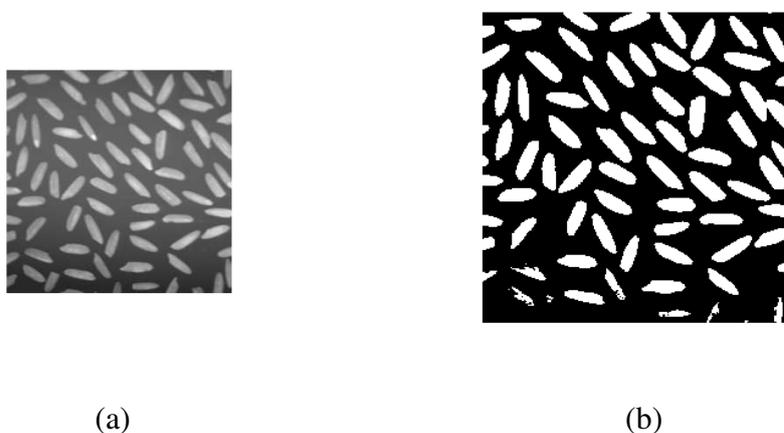
The use of computational tools to aid the image segmentation process is increasingly being discussed and studied by the scientific community. The objective of this work was to implement the Otsu's algorithm that aims thresholding an image to a black and white image. Only after the thresholding of the images is that they should be targeted to later find a optimum threshold.

In this paper, we shown a method for automatically selecting an optimal threshold from a gray level histogram. The method was effective in improving job the visual quality of the images. Otsu's method is characterized by its nonparametric and unsupervised nature of threshold selection and may be recommended as the most simple and standard one for automatic threshold selection that can be applied to various practical problems.

One advantage of this method is that it is not restricted to the type of image histogram. That is, histograms can be applied to unimodal, bimodal or multimodal, but has



**Figure 3. (a) Original image. (b) Image thresholded with Otsu's method.**



**Figure 4. (a) Original image. (b) Image thresholded with Otsu's method.**

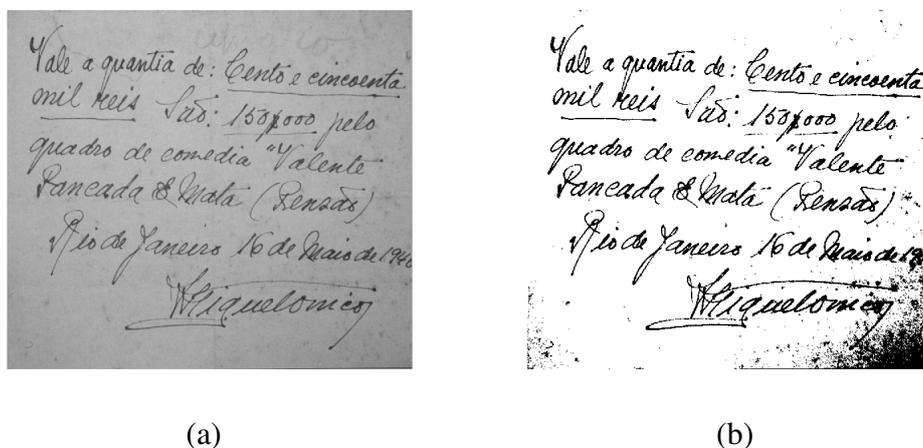
better performance in images with higher intensity variance [Otsu 1978].

### **Acknowledgments**

The authors would like to thank the Coordination of Higher Education Personnel Training (Capes), Brazilian National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) and Research Support Foundation of Goiás State (FAPEG) for the financial support.

### **References**

- Acharya, T. and Ray, A. K. (2005). *Image Processing - Principles an applications*. John Willey & Sons.
- Ballard, D. H., B. C. M. (1982). *Computer Vision*. Prentice-Hall.
- Gonzalez, R. and Woods, R. (2002). *Digital Image Processing*. Prentice-Hall.
- Jahne, B. and Haubecker, H. (2000). *Computer Vision and Applications: A Guide for Students and Practitioners*. Prentice-Hall.



**Figure 5. (a) Original image. (b) Image thresholded with Otsu's method.**

kapur, J.N.; Sahoo, P. K. and Wong, A. K. C. (1985). *Computer Vision, Graphics and Image Processing*. Academia Press.

Otsu, N. (1978). *A threshold selection method from gray-level histogram*. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics.

Parker, J. R. (2011). *Algorithms for Image Processing and Computer Vision*. Wiley Publishing, 2nd edition.

Petrou, M. and Bosdogianni, P. (1999). *Image Processing: The Fundamentals*. John Wiley & Sons.

Sezgin, M., S. B. (2004). *Survey over image thresholding techniques and quantitative performance evaluation*, volume 13. Journal of Electronic Imaging.

## Melhores práticas envolvendo ITIL e COBIT

Willian Gabriel Ruas<sup>1</sup>, Iwens Sene Junior<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Informática – Universidade Federal de Goiás (UFG)  
Goiânia – GO – Brazil

Instituto de Informática – Universidade Federal de Goiás (UFG)  
Goiânia – GO – Brazil.

willianruas.wr@gmail.com, iwensjr@gmail.com

**Abstract.** *With the advancement of Information Technology - IT in business, the existence of contingency plans has become increasingly aside. From a brief analysis of what are the risk management, models such as COBIT and ITIL, applies an intersection table between the best practices contained in these frameworks to mitigate risks not only in the IT field. This work is aimed at feasibility study, predict and mitigate many of the risks of a company. Case study results show a decrease in delinquency and increased sales in the studied company.*

**Resumo.** *Com o avanço da Tecnologia da Informação - TI nas empresas, a existência de planos de contingência tem ficado cada vez mais de lado. A partir de uma breve análise do que são a Gestão de Riscos, modelos como COBIT e ITIL, aplica-se uma tabela de intersecção entre as melhores práticas contidas nestes frameworks para mitigação de riscos não só na área de TI. Este trabalho tem como objetivo a viabilidade de estudar, prever e mitigar boa parte dos riscos de uma empresa. Resultado do estudo de caso mostra a diminuição da inadimplência e aumento das vendas na empresa estudada.*

### 1. Introdução

Cada vez mais as organizações se tornam dependentes das informações contidas em Sistemas de Informação, mas acabam se esquecendo de que equipamentos também estão sujeitos às falhas e deve haver um planejamento para a continuidade do negócio, com a menor perda de informação, tempo e dinheiro possível. Os riscos para o negócio dependem do contexto onde as empresas estão inseridas e de suas rotinas já definidas, envolvendo pessoas, processos e tecnologia. As melhores práticas, do ITIL e COBIT descritas neste artigo, devem ser aplicadas a todo tipo de organização e principalmente contar com o apoio das partes mais interessadas, a alta direção [3].

Para isso, utiliza-se o COBIT e ITIL, que são conjuntos de boas práticas e recomendações para a melhoria contínua dos processos já existentes nas empresas e para a criação de processos mais eficientes e eficazes. Sendo que o COBIT demonstra mais diretamente o que a empresa deve fazer e o ITIL como ela deve fazer.

O objetivo deste artigo é apresentar como o ITIL e o COBIT podem e devem trabalhar juntos, para que as melhores práticas de cada um possam ser utilizadas de forma personalizada por qualquer empresa, provendo assim uma maior organização nos

processos tanto de TI quanto nos demais processos da empresa, visando a segurança, boas práticas e fluidez nos processos.

## **2. Modelos das melhores práticas entre COBIT e ITIL**

### **2.1. COBIT**

O COBIT é um framework dirigido a gestão de Tecnologia da Informação e mantido pela ISACA (*Information Systems Audit and Control Association*). Sendo uma estrutura de negócios para a governança e gestão de TI corporativa, o COBIT tem como missão de pesquisar, desenvolver, publicar e promover um conjunto atualizado de padrões internacionais de boas práticas. Incorpora as últimas novidades em técnicas de governança corporativa e de gestão, fornece princípios globalmente aceitos, práticas, ferramentas e modelos analíticos para ajudar a aumentar a confiança e valor de sistemas de informação.

Estruturado em quatro domínios, que possuem 34 processos, e estes processos possuem 210 objetivos de controle: Planejar e Organizar; Adquirir e Implementar; Entregar e Suportar; Monitorar e Avaliar.

O COBIT não é uma norma como a ISO (*International Organization for Standardization*), mas sim um direcionador de esforços e recursos da TI para atender aos requisitos do negócio. A adoção do COBIT não tem como meta controlar todos os processos, mas apenas identificar quais processos da TI estão impactando, ou gerando riscos para o negócio, de modo a priorizar o gerenciamento desses processos [5].

Um fator extremamente significativo é o que o COBIT, por ser um framework de controle de alto nível, aponta o que deve ser controlado, mas não diz como fazer, encaixando-se perfeitamente com as melhores práticas para gestão de serviços de TI, descritas na ITIL, cujo foco está na recomendação das melhores práticas para serem aplicadas nos diferentes níveis de controle descritos no COBIT.

Segundo Sortica, Clementi e Carvalho em 2004 “O COBIT está organizado em quatro domínios para refletir um modelo para os processos de TI. Os domínios podem ser caracterizados pelos seus processos e pelas atividades executadas em cada fase de implantação da Governança Tecnológica. Os domínios do COBIT são: (a) Planejamento e Organização; (b) Aquisição e Implementação; (c) Entrega e Suporte; (d) Monitoração.

Além dos quatro domínios principais que guiam o bom uso da tecnologia da informação na organização, existe também a questão de auditoria que permite verificar, através de relatórios de avaliação, o nível de maturidade dos processos da organização. O método de auditoria segue o modelo do CMM (*Capability Maturity Model*) que estabelece os seguintes níveis: 0) Inexistente: significa que o processo de gerenciamento não foi implantado. 1) Inicial: o processo é realizado sem organização, de modo não planejado. 2) Repetível: o processo é repetido de modo intuitivo, isto é, depende mais das pessoas do que de um método estabelecido. 3) Definido: o processo é realizado, documentado e comunicado na organização. 4) Gerenciado: existem métricas de desempenho das atividades, o processo é monitorado e constantemente avaliado. 5) Otimizado: as melhores práticas de mercado e automação são utilizadas para a melhoria contínua dos processos.”



Figura 1. Domínios relacionados COBIT

### 2.1.1. Passos para implantação do COBIT em uma empresa:

Pontuando uma empresa de 0 até 5 conforme modelo CMM descrito anteriormente. O primeiro passo seria levantar os domínios e o grau das atividades dos processos na organização de forma satisfatória, para poder identificar qual o grau alcançado pela organização. Este trabalho de levantamento é feito com a utilização de questionários e, portanto, o investimento nestas atividades não precisa ser grande, restringindo-se apenas no tempo despendido pelas pessoas envolvidas.

Com isso percebe-se que o COBIT não necessita de novas tecnologias, podendo ser realizado em paralelo com a implementação dos sistemas corporativos de gerenciamento e administração da organização.

O resultado da auditoria aplicada a partir do COBIT é ajudar a área de TI a identificar o grau atual e como evoluir para melhorar os processos da organização.

## 2.2. ITIL

Assim como o COBIT, o ITIL é um conjunto de boas práticas, recomendações, a serem aplicadas na infraestrutura, operação e manutenção de serviços de TI. Busca promover a gestão com foco no cliente e na qualidade dos serviços de TI, lidando com estruturas e processos para a gestão de uma organização de TI apresentando um conjunto abrangente de processos e procedimentos gerenciais, organizados em disciplinas com os quais uma organização pode fazer sua gestão tática e operacional em vista de alcançar o alinhamento estratégico com os negócios.

Seus conceitos são aplicados nos níveis operacionais e táticos, permitindo que a área de TI estruture o ciclo de vida de seus serviços como um todo, de modo a alcançar excelência operacional.

Em 2007 foi lançada a versão 3 do ITIL, composta por 5 livros, onde a visão de processos da V2 foi organizada em ciclos de vida contendo 5 fases, sendo elas: Service Strategy, Service Design, Service Transition, Service Operation e Continual Service Improvement.

Estratégia de Serviço: Nessa fase a TI irá se integrar com o negócio, sendo o ponto de origem do ciclo de vida do serviço ITIL, é um guia sobre como tornar mais claro e priorizar investimentos sobre provimento de serviços.

Desenho de Serviço: Nessa fase tudo o que foi levantado na estratégia será usado para projetar um novo serviço, englobando todos os elementos relevantes à entrega de serviços, ao invés de focar somente no projeto da tecnologia propriamente dita.

**Transição de Serviço:** Depois do serviço ser desenhado, esta fase irá criar o serviço. Direcionado à entrega dos serviços necessários ao negócio no uso operacional, e geralmente englobam o projeto.

**Operação de Serviço:** A preocupação nesta fase é manter o serviço que foi criado na transição. Aqui serão encontrados os processos e funções que vão lidar com as atividades do dia-a-dia. Parte do ciclo de vida onde serviços e valor são entregues diretamente. Assim, monitoramento de problema e balanceamento entre disponibilidade de serviço e custo, etc, são considerados.

**Melhoria de Serviço Continuada (MSC):** Essa fase envolve todas as outras e possui um foco na qualidade, avaliando o serviço e os processos de gerenciamento dos estágios do ciclo de vida, ajustando e reajustando os serviços de TI às mudanças contínuas do negócio através da identificação e implementação de melhorias aos serviços de TI que apoiam processos comerciais.

### **3. A informação**

Mais do que nunca, a informação é vital para o processo de tomada de decisão de Estados, empresas, órgãos públicos e afins. Cerca de 80% das informações necessárias para sustentar a tomada de decisão estão disponíveis, devido a ampliação dos meios de comunicação e democratização da informação [10].

Segundo Freitas em 2009:

“A estimativa de riscos está intimamente ligada ao que em Gestão de Riscos, de modo geral, é denominado como “apetite pelo risco”[7] o quanto de risco a alta direção está disposta a correr. As organizações *The Institute of Risk Management – IRM*, *The Association of Insurance and Risk Managers – AIRMIC* e o *ALARM*, um fórum nacional para Gestão de Riscos no Setor Público do Reino Unido, desenvolveram um padrão de gestão de riscos bastante interessante que é alinhado com a *ISO/IEC Guide 73:2002*. Neste documento o “apetite pelo risco”, para fins de segurança em sistemas de informação, é melhor situado como “tolerância ao risco”, que é obtido avaliando-se:

- A probabilidade de que o risco venha ocorrer
- A perda potencial ou o impacto financeiro do risco
- O valor do risco, que significa”

### **4. JUNÇÃO ITIL E COBIT**

Em relação a compatibilidade com o ITIL, o COBIT cobre a maioria dos processos ITIL, tanto na versão 2 quanto na versão 3, entretanto o ITIL tem os processos apresentados com maior nível de detalhe. De maneira geral, enquanto o ITIL está mais direcionado ao “como”, o COBIT foca no “o que”. Assim, pode se dizer que o COBIT é um framework de controle que estabelece o que tem que ser feito, mas não diz como deve ser feito.

A proposta de junção fará a eleição de alguns requisitos que são definidos pela importância de uma aplicação. Sendo que para a junção, foi estudado os processos contidos tanto no ITIL quanto no COBIT, fazendo assim a compatibilização entre os dois frameworks.

#### 4.1. ITIL

Na tabela 1, encontra-se a equivalência entre os dois frameworks, onde na primeira e quarta colunas se encontram os nomes dos domínios e estágio do ciclo de vida do COBIT e ITIL, respectivamente. E na segunda e terceira colunas, ficam os processos contidos em cada framework.

Observe que ao realizarmos a compatibilização dos processos, tanto os domínios do COBIT quanto os estágios do ITIL são incompatíveis, já que cada processo faz parte de um estágio diferente de cada framework. Contudo, ao percebermos que o COBIT trabalha com o nível mais estratégico do processo, abordando ele como um todo, o ITIL se foca nos detalhes do que cada processo deve fazer, voltado mais para o nível operacional do estágio.

**Tabela 1. Equivalência entre ITIL e COBIT**

<b>Domínio do COBIT</b>	<b>COBIT</b>	<b>ITIL</b>	<b>Estágio do ciclo de vida do ITIL</b>
Planejar e Organizar	Definir um Plano Estratégico de TI	Geração de Estratégia	Estratégia de Serviço
	Gerenciar Investimento em TI	Gerenciamento Financeiro	
Adquirir e Implementar	Gerenciar Mudanças	Gerenciamento de Mudanças	Transição de Serviço
	Instalar e certificar Soluções e Mudanças	Gerenciamento de Mudanças	
Entregar e Suportar	Definir Níveis de Serviço	Gerenciamento de Níveis de Serviço	Desenho de Serviço
	Gerenciar Serviços de Terceiros	Gerenciamento de Níveis de Serviço	
	Gerenciar Performance e Capacidade	Gerenciamento de Disponibilidade & Gerenciamento de Capacidade	
	Garantir a Continuidade dos Serviços	Gerenciamento de continuidade dos serviços de TI	Estratégia de Serviço
	Garantir a Segurança dos Sistemas	Gerenciamento da Segurança da informação	
	Identificar e Alocar custos	Gerenciamento de Finanças	Transição de Serviço
	Educar e treinar usuários	Gerenciamento de Mudança	
	Gerenciar Dados	Gestão do conhecimento	Operação do Serviço
	Gerenciar Service Desk e Incidentes	Service Desk	

	Gerenciar Problemas	Gerenciamento de Problemas	
	Gerenciar Operações	Operação	
Monitorar e Avaliar	Monitorar e Avaliar a Performance da TI	Melhoria Continua de Serviço	
	Monitorar e Avaliar Controle Interno		
	Assegurar Conformidade Regulatória		

Pode-se ver que ambos os frameworks têm suas partes em comum, tendo várias de suas boas práticas presentes um no outro. Ao se fazer a implantação destes processos citados acima, resolveremos a parte principal da implantação integral de um dos métodos.

Há também uma maior facilidade na implantação destes processos, pois pode-se consultar ambos os frameworks, adequando a implantação com as necessidades da empresa. Fazendo com que a empresa esteja sempre à frente dos acontecimentos, isso garante uma certa confiabilidade e segurança para cada processo a ser implantado.

## 5. Estudo de caso

Esta pesquisa utilizou uma abordagem exploratória de estudo de caso da EMPRESA X, uma fábrica de blocos e artefatos de concreto. Detalhando o processo do Departamento Financeiro como um todo e em seguida aplicando a tabela para melhoria do processo.

### 5.1. O Processo

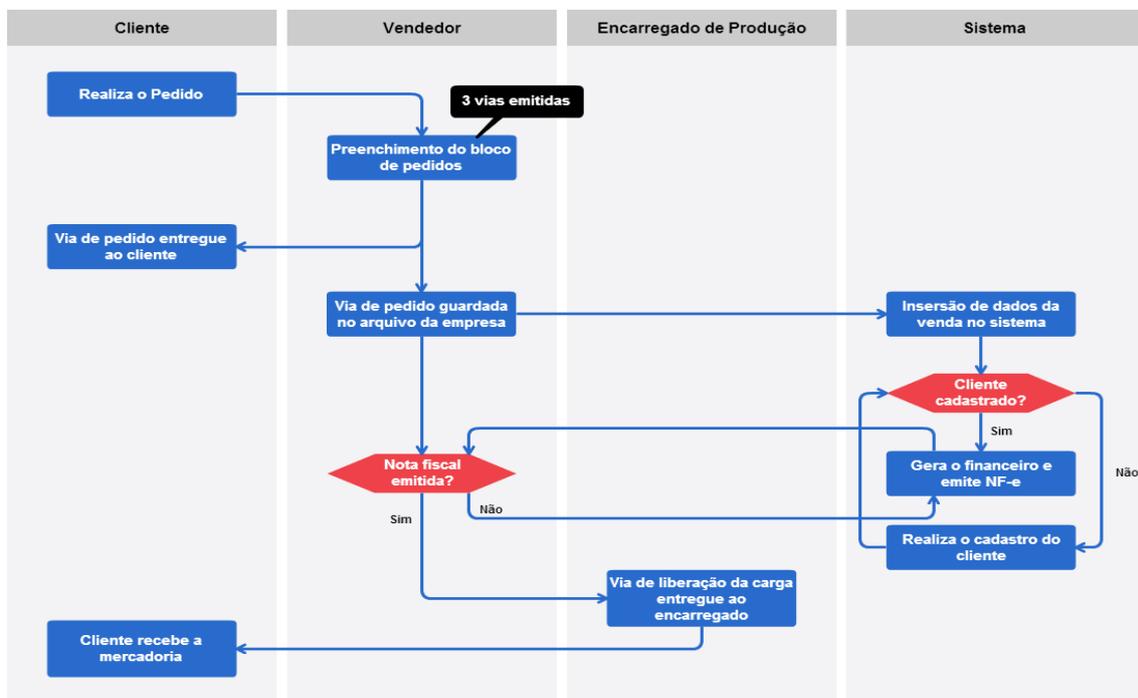


Figura 2. Representação do processo financeiro da empresa

O processo do departamento financeiro tem início na chegada do cliente, onde a venda ocorre. Após a venda, faz-se o preenchimento do bloco de pedidos (físico), sendo uma via para o cliente, outra via para a empresa e outra via para liberação da carga. Após isso, insere-se a venda no sistema, com o devido cadastro do cliente, preenchendo o produto vendido, a quantidade de cada produto, o valor de cada produto e a forma de pagamento. Se a forma de pagamento for a vista, guarda-se o dinheiro no caixa para depósito posterior. Se o pagamento for em cheque a prazo, faz-se a custódia no banco. Se o pagamento for em boleto, emite-se o boleto para ser entregue junto com a mercadoria e a nota fiscal. Após a emissão da NF-e, a carga é liberada e entregue para o cliente, sendo o próximo passo a cobrança do mesmo. A cobrança consiste em executar o cheque ou receber o boleto. Em caso de inadimplência, entra-se em contato com o cliente para esclarecimento. Caso o pagamento não seja realizado em um número x de dias, a duplicata é enviada para protesto no cartório, como demonstrado na figura 2.

## 5.2. Aplicação da tabela 1 no processo financeiro

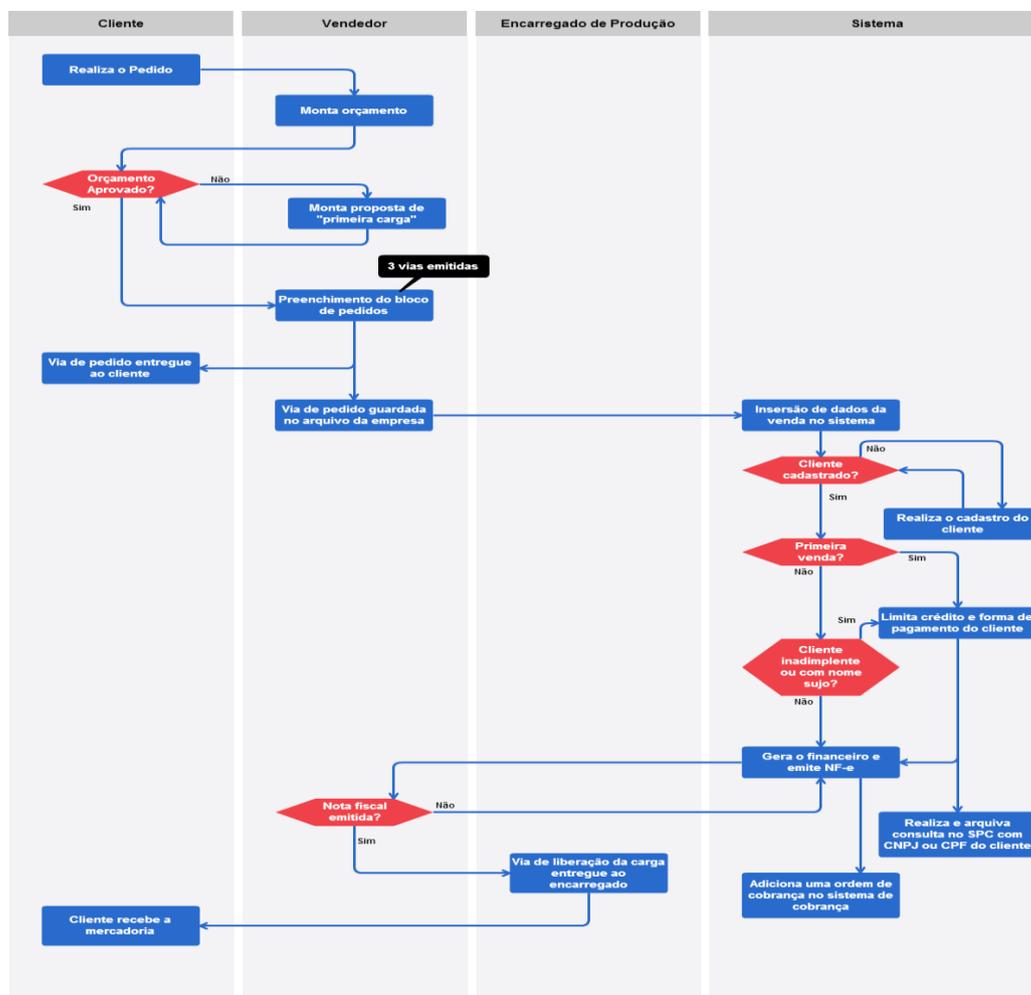


Figura 3. Representação do processo financeiro da empresa após aplicação da tabela 1

Para exemplificar o uso da tabela 1 aplica-se no departamento financeiro os seguintes estágios do ITIL e COBIT: Gerenciamento de Finanças e Identificar e alocar custos, já que o processo citado no caso de uso remete ao departamento financeiro.

Segundo o Gerenciamento de Finanças “Representa oportunidades para provedores de serviço entregarem valor para o negócio do cliente, através de um ou mais serviços”. Com isso, amplia-se o escopo do processo de venda, adicionando o processo de “primeira venda” e “consulta do cliente”, onde clientes novos só pagam a vista, ou no cartão, para logo em seguida realizar a consulta nos órgãos de proteção de crédito. Garantindo assim uma maior segurança para empresa e grande redução na inadimplência causada por clientes novos com nome sujo no mercado. Implementa-se também o processo de “primeira carga”, onde o cliente traz o preço orçado por outra empresa e a primeira carga é feita naquele preço, mostrando assim a qualidade do produto oferecido, como demonstrado na figura 3.

Como resultados, obtemos o aumento de vendas com o método de “primeira carga”, sem afetar a lucratividade da empresa e a diminuição na inadimplência com a implantação da “primeira venda”, já que a consulta da situação cadastral do crédito do cliente assegurou a viabilidade da venda.

## 6. Conclusão

Ignorar riscos não os faz deixar de existir, mas sim, ter uma bomba relógio que explodirá quando menos esperar e sempre muito importante se prevenir, segundo a maioria dos autores de segurança da informação os ataques acontecerá na pior hora, da pior forma e de modo que cause o maior dano possível.

Um foco nas pessoas deve ser dado na tentativa de conscientizar acerca de suas importâncias na segurança do sistema e do valor dos dados resguardados. Devem saber que um sistema seguro depende bem mais que apenas do setor de segurança da informação, mas de todos da instituição. Afinal, falhas humanas tornam vulneráveis tecnologias ou processos implementados na segurança da instituição.

Uma Política de Segurança da informação é percebida como fundamental na implementação de um projeto de segurança. Fazendo-se necessária uma correta valorização quanto a existência de uma política associada aos procedimentos de sua utilização, para a defesa do bem mais importante de uma empresa, a informação.

Como foi apresentado, o COBIT é aplicado a um nível estratégico e o ITIL a um nível tático e operacional. O primeiro mostra “do que fazer”, o outro de “como fazer”, e apesar deles terem focos e objetivos diferentes, e público-alvo distintos, eles têm estruturas complementares podendo ser combinadas, o que pode trazer uma valiosa contribuição para a empresa.

## 7. Referências

BRASIL, ABNT. NBR ISO/IEC 27001:2006. Rio de Janeiro: ABNT, 2006

Laureano, M. A, P.; Moraes, P. E. S. Segurança como Estratégia de Gestão da Informação. Artigo de Revista Economia & Tecnologia, v. 8, pp. 38-44. 2005.

Freitas, Antônio Mello. Gestão de Riscos Aplicada a Sistemas de Informação: Segurança Estratégica da Informação. Universidade Candido Mendes. 2009.

<https://cobitonline.isaca.org/about> - 27/10/2014

<http://www.devmedia.com.br/cobit-4-1-entendendo-seus-principais-fundamentos/28793>  
- 27/10/2014

Fundação Nacional Da Qualidade. Gestão de Risco. 2014.

Sortica, Eduardo Almansa; Clementi, Sérgio; Carvalho, Tereza Cristina M. B. Governança de TI: comparativo entre COBIT e ITIL. EPUSP-LARC. 2004.

Casrtilidge, Alison. An Introductory Overview of ITIL V3. 1. ed. [S.l.]: The UK Chapter of the itSMF, 2007.

Spector, A. Z. 1989. Achieving application requirements. In Distributed Systems, S. Mullender, Ed. ACM Press Frontier Series. ACM, New York, NY, 19-33. DOI=<http://doi.acm.org/10.1145/90417.90738>.

Andreuzza, Mário. O valor da informação. Sagres.

# Sistema para auxílio de Cálculos Diferenciais e Integrais – C.D.I.

Austeir José Barbosa<sup>1</sup>, Luciene Chagas de Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Engenharia e Tecnologia – Universidade de Uberaba (UNIUBE)  
CEP: 38.408-343 – Uberlândia – MG – Brasil

austeir@gmail.com, luciene.oliveira@uniube.br

**Abstract.** *The Differential and Integral Calculus, also called calculus, or simply calculus in an important branch of mathematics, developed from algebra and geometry, which is dedicated to the study of rates of change of quantities (such as the area under a curve or the volume of the solid). Where there is movement or growth variables and where forces act producing acceleration, calculating math is to be employed. Currently, many students have difficulty with abstract concepts of Differential and Integral Calculus. In this context there is a need for tools to assist in teaching this branch of mathematics. The goal of this work in the development of a Web system (C.D.I.) that integrates the knowledge and performs the operations of Differential and Integral Calculus to assist in the learning and use of the calculations.*

**Resumo.** *O Cálculo Diferencial e Integral, também chamado de cálculo infinitesimal, ou simplesmente Cálculo, é um ramo importante da matemática, desenvolvido a partir da Álgebra e da Geometria, que se dedica ao estudo de taxas de variação de grandezas (como a inclinação de uma reta) e a acumulação de quantidades (como a área debaixo de uma curva ou o volume de um sólido). Onde há movimento ou crescimento e onde forças variáveis agem produzindo aceleração, o cálculo é a matemática a ser empregada. Atualmente, muitos alunos possuem dificuldades em abstrair os conceitos do Cálculo Diferencial e Integral. Neste contexto, surge a necessidade de ferramentas para auxiliar no ensino deste ramo da matemática. O objetivo deste trabalho é realizar o desenvolvimento de um sistema Web (C.D.I.) que integra os conhecimentos e realiza as operações do Cálculo Diferencial e Integral para auxiliar na aprendizagem e utilização dos cálculos.*

## 1. Introdução

Muitos estudantes têm dificuldades em assimilar o conteúdo abordado nas disciplinas de Cálculos Diferenciais e Integrais devido a sua complexidade.

Logo, o sistema para Cálculo Diferencial e Integral (C.D.I.) visa facilitar a aprendizagem da disciplina de Cálculo, uma vez que o aluno pode comparar os resultados algébricos com os computacionais, enriquecendo o estudo de tais conteúdos.

Dessa maneira, o objetivo geral deste projeto é desenvolver um sistema Web capaz de solucionar cálculos referentes às principais funções utilizadas e aprendidas no decorrer do curso da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral.

Além disso, este trabalho tem como objetivos específicos:

- Aplicar as fórmulas, realizar os cálculos e exibir os resultados dos conteúdos abordados nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral I, II, III e IV;
- Implementar a persistência e operações de cadastro, consulta, alteração e exclusão das informações no banco de dados.

## **2. Fundamentos do Cálculo Diferencial e Integral**

Para a realização do sistema C.D.I. foi utilizada a ferramenta de desenvolvimento Microsoft Visual Studio .NET 2010 e desenvolvido na linguagem VB.NET [DEITEL, 2004], que conecta ao banco de dados SQL Server 2005. O sistema Web foi desenvolvido utilizando as linguagens HTML, JavaScript e ASP.NET [SHEPHERD, 2007].

O sistema foi construído utilizando o padrão de projeto MVC (Model View Controller) e a arquitetura do modelo de desenvolvimento em camadas, dividido em interface gráfica, regras de negócio e acesso a banco de dados. Além disso, foi utilizado o paradigma de desenvolvimento orientado a objetos.

### **2.1. Cálculo Diferencial e Integral I**

No Cálculo I, são estudadas as principais funções matemáticas, entre as principais temos: sobrejetora, injetora, bijetora, trigonométrica, linear, modular, quadrática, exponencial, logarítmica, polinomial. Cada função é definida por leis generalizadas e propriedades específicas [FLEMNING, 2006].

### **2.2. Cálculo Diferencial e Integral II**

A disciplina de Cálculo Diferencial e Integral II é composta basicamente por limites e derivadas.

Limites descrevem o valor de uma função em certo ponto em termos dos valores de pontos próximos. Eles capturam o comportamento numérico em baixa escala, como nas infinitesimais, mas utilizando números ordinários [FLEMMING, 2006].

Em linguagem técnica, a derivada é um operador linear, o qual forma uma nova função a partir da função original, em que cada ponto da nova função é o deslocamento da função original. O processo de encontrar a derivada é chamado "diferenciação".

### **2.3. Cálculo Diferencial e Integral III**

O Cálculo Integral é o estudo das definições, propriedades, e aplicações de dois conceitos relacionados, as integrais indefinidas e as integrais definidas. O processo de encontrar o valor de uma integral é chamado integração. Em linguagem técnica, o cálculo integral estuda dois operadores lineares relacionados [FLEMMING, 1997].

A integral indefinida é a antiderivada, o processo inverso da derivada.  $F$  é uma integral indefinida de  $f$  quando  $f$  é uma derivada de  $F$ .

### **2.4. Cálculo Diferencial e Integral IV**

Assim como a integral definida de uma função positiva de uma variável representa a área entre o gráfico e o eixo  $x$ , a integral dupla de uma função de duas variáveis representa o volume entre o gráfico e o plano que contém seu domínio. Se houver mais de duas variáveis, a integral representa o hipervolume de funções multidimensionais. Integrais múltiplas de uma função de  $n$  variáveis sobre um domínio  $D$  é geralmente representada por sinais de integrais juntos na ordem reversa de execução (a integral mais à esquerda é computada por último) seguida pela função e pelas variáveis de integração na ordem apropriada (a variável mais à direita é integrada por último).

### 3. Resultados

No sistema CDI, há um menu de opções para cada cálculo estudado e seu respectivo conteúdo abordado na disciplina:

- Cálculo I: Funções;
- Cálculo II: Limites e Derivadas;
- Cálculo III: Integrais Definidas e Indefinidas;
- Cálculo IV: Integrais Duplas e Triplas.

O usuário deve selecionar a opção desejada, digitar os dados solicitados e clicar no botão para exibir o resultado do cálculo. Além disso, todas as informações são persistidas no banco de dados. Para cada página de cadastro, há uma página respectiva para consulta, onde o usuário pode realizar visualização, alteração e exclusão dos dados armazenados anteriormente.

Dessa forma, foram feitas 77 tabelas de cadastro no banco de dados e, para cada tabela, há uma respectiva página de cadastro e outra de consulta no sistema. Também, em cada página de cadastro, primeiramente, há informações sobre o cálculo a ser realizado, mostrando ao usuário o que está sendo calculado e por meio de qual fórmula para, posteriormente, abaixo destes dados exibidos, acontecer a entrada dos valores numéricos desejados e o cálculo dos mesmos, o que demonstra ser um sistema de fácil utilização, sem apresentar a necessidade de aprender qualquer linguagem de programação para utilização do SCDI, objetivando realmente motivar e auxiliar a aprendizagem da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral.

Ao contrário de outros sistemas, como o software MATLAB (MATrix LABoratory), por exemplo, que apenas exibe os resultados dos cálculos diretamente, sem apresentar ao usuário de onde e porquê foi encontrado este resultado, além de que para a utilização do MATLAB é necessário que o usuário tenha conhecimento prévio das funções para a realização dos cálculos, ou seja, é preciso que o usuário aprenda, em primeiro lugar, a linguagem lógica utilizada pelo software para, posteriormente, poder usufruir de seus benefícios.

Na opção Cálculo I, foram abordadas as principais funções estudadas neste período, que são as funções: afim, exponencial, logarítmica e logarítmica (Figura 1).



Figura 1: Tela de cadastro referente ao Cálculo I.

No Cálculo II, foi implementado no sistema os cálculos de limites (Figura 2) e derivadas (Figura 3) das funções: polinomial, exponencial, exponencial natural, logarítmica, logarítmica natural, seno, cosseno, tangente, cotangente, secante e cossecante.

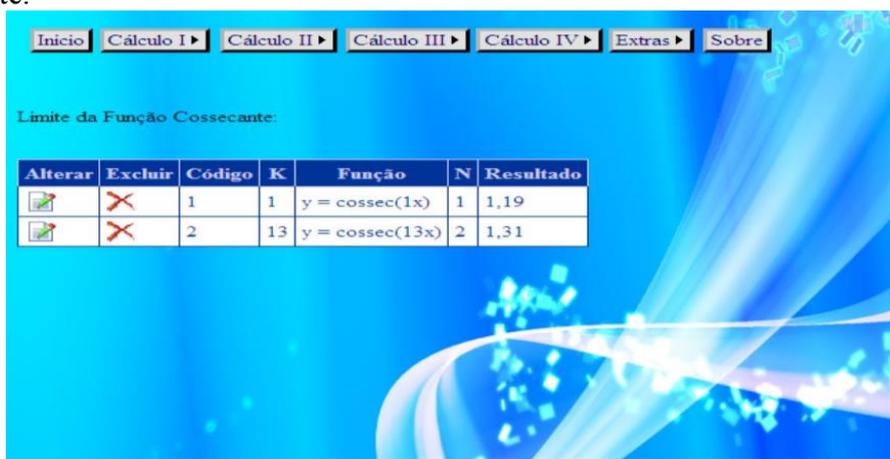


Figura 2: Tela de consulta referente ao Cálculo II.



Figura 3: Tela de cadastro referente ao Cálculo II.

Em cada página de consulta, é exibida uma tabela com as informações cadastradas no banco de dados. Além disso, ao clicar no símbolo “Alterar”, a página é redirecionada para a página de cadastro, onde o usuário pode modificar os valores

inseridos, e ao clicar no símbolo “Excluir”, todos os dados da respectiva linha são deletados.

No Cálculo III, foram realizados os cálculos para determinar integrais definidas e indefinidas das funções: constante, polinomial, exponencial, exponencial natural, logarítmica, seno, cosseno, tangente, cotangente, secante e cossecante (Figura 4).

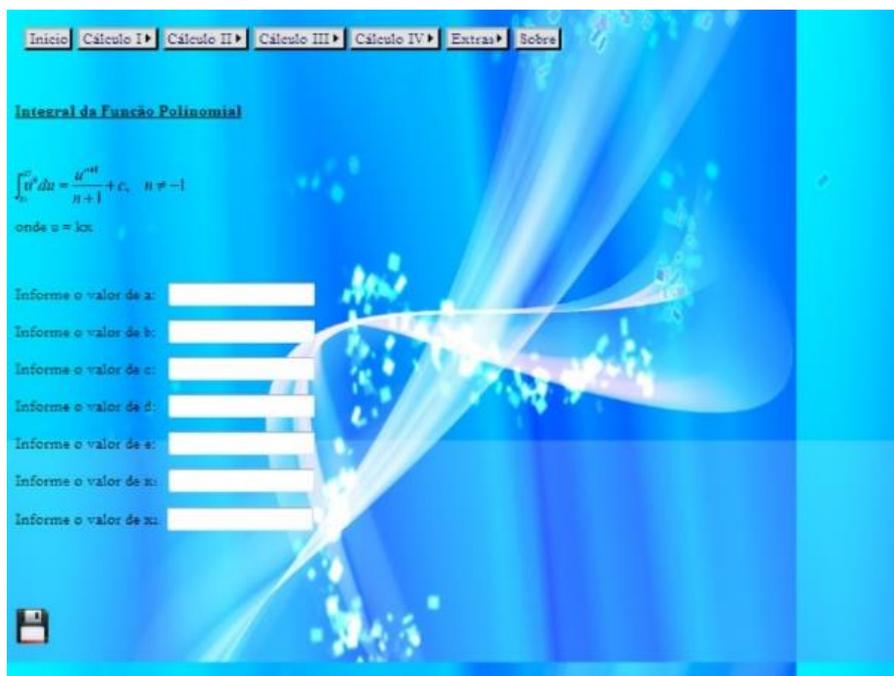


Figura 4: Tela de cadastro referente ao Cálculo III.

No Cálculo IV, foram realizados os cálculos para determinar integrais duplas e triplas das funções: constante, polinomial, exponencial, exponencial natural, logarítmica, seno, cosseno, tangente, cotangente, secante e cossecante (Figura 5).



Figura 5: Tela de consulta referente ao Cálculo IV.

Na opção Extras do sistema C.D.I., foram calculadas as áreas das principais figuras planas: círculo, losango, paralelogramo, quadrado, retângulo, trapézio e triângulo (Figura 6).



The screenshot shows a software interface with a menu bar at the top containing buttons for 'Início', 'Cálculo I', 'Cálculo II', 'Cálculo III', 'Cálculo IV', 'Extras', and 'Sobre'. The 'Extras' menu is selected, displaying a table titled 'Circulo'. The table has five columns: 'Alterar', 'Excluir', 'Código', 'Raio', and 'Área'. It contains three rows of data representing circles with different radii and their corresponding areas.

Alterar	Excluir	Código	Raio	Área
		1	4	50,27
		2	4	50,27
		3	20	1256,64

Figura 6: Tela de consulta referente à opção Extras do sistema.

Além disso, também foi implementado o cálculo das áreas e dos volumes das principais figuras espaciais: cilindro, cone, cubo, esfera, paralelepípedo, pirâmides triangular, quadrangular e hexagonal, prismas triangular e hexagonal.

Dessa maneira, o sistema para Cálculo Diferencial e Integral (C.D.I.) foi disponibilizado aos estudantes dos cursos de Engenharia da Universidade de Uberaba, em Uberlândia-MG com a finalidade de realização de testes. Alunos e professores gostaram muito da ferramenta e consideraram-na muito eficaz no auxílio da aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral, visto que despertou o interesse dos estudantes, além da obtenção de melhores índices de aprovação nesta disciplina.

#### 4. Conclusões

Em virtude do que foi mencionado, observa-se que os objetivos foram alcançados conforme os requisitos especificados.

Além disso, comprova-se que o sistema C.D.I. é uma ótima ferramenta para auxiliar o aprendizado das disciplinas de Cálculos Diferenciais e Integrais, visto que promove uma maior interação do aluno/usuário com a matéria abordada em sala de aula.

#### Referências

- DEITEL, H, DEITEL, P. J E NIETO, R. "Visual Basic .NET Como Programar", Pearson Education, 2004.
- FLEMMING, D. M., GONÇALVES, M. B. "Cálculo A", 6 ed., São Paulo, Makron Books, 2006.
- FLEMMING, D. M., GONÇALVES, M. B. "Cálculo B", 1 ed., São Paulo, Makron Books, 1997.
- SHEPHERD G. "Microsoft ASP.NET 2.0: Passo-a-Passo". Brookman, 2007.

# Tecnologia Assistiva para Reabilitação de Cadeirantes utilizando Kinect

Thalison Carlos Fernandes Gomes<sup>1</sup>, Luciene Chagas de Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Engenharia e Tecnologia – Universidade de Uberaba (UNIUBE)  
CEP: 38.408-343 – Uberlândia – MG – Brasil

thalisonccb@hotmail.com, lchagasoliveira@gmail.com

**Abstract.** *The evolution of games has been somewhat surprising, not only in graphics and design, but also in their style of play, moving to a stage where the interaction between man and machine becomes more natural and can be played only by gestures, audio or body positions. With the growing popularity of these games has emerged the need and opportunity to include effectively the physically disabled, and bring along with sports games way more practical to apply the rehabilitation of these users. This work shows an application using Virtual Reality or Augmented Virtuality for inclusion and rehabilitation of wheelchair with special needs through the Microsoft Kinect.*

**Resumo.** *A evolução dos jogos tem sido algo surpreendente, não apenas em gráficos e design, mas também em sua forma de jogar, passando para uma fase onde a interação entre homem e máquina se torna mais natural, onde se joga apenas por meio de gestos, áudio ou posições corporais. Com a crescente popularização desses jogos surgiu à necessidade e oportunidade de se incluir de maneira eficaz os portadores de deficiência física, além de trazer junto com os jogos esportivos uma maneira mais prática de se aplicar a reabilitação desses usuários. Este trabalho mostra uma aplicação utilizando Realidade Virtual ou Virtualidade Aumentada para inclusão e reabilitação de cadeirantes portadores de necessidades especiais, por meio do Microsoft Kinect.*

## 1. Introdução

Na área da saúde, há sempre a necessidade de buscar mais inovações com a finalidade de facilitar e melhorar a vida da sociedade. A inclusão social é uma preocupação para todos, evitar a exclusão por deficiência é algo que não pode ser ignorado, a necessidade de incluir o deficiente nos atos sociais é cada vez maior. Sendo necessário assim o esforço de pesquisadores e estudiosos para que essa meta seja uma realidade para que todos possam ser inclusos na sociedade.

A palavra deficiência é entendida como uma manifestação corporal ou como a perda de uma estrutura ou função do corpo, a incapacidade refere-se ao plano funcional, desempenho individual e a desvantagem diz a respeito à condição social de prejuízo, resultante da deficiência ou da incapacidade. A expressão pessoa com deficiência, pode ser aplicada referindo-se a qualquer pessoa que possua uma deficiência e que estão sob o amparo de uma determinada legislação [Sousa, 2010].

A tecnologia vem melhorando e auxiliando a vida das pessoas no passar dos anos, nos últimos anos a tecnologia tem se intensificado e o que antes não era possível,

principalmente para os deficientes, hoje já está acessível. Para essa acessibilidade através da tecnologia foi dado o nome de Tecnologia Assistiva (TA).

A TA deve ser entendida como um auxílio que promoverá a ampliação de uma habilidade funcional deficitária ou possibilitará a realização da função desejada e que se encontra impedida por circunstância de deficiência ou pelo envelhecimento. Podemos então dizer que o objetivo maior da TA é proporcionar à pessoa com deficiência maior independência, qualidade de vida e inclusão social, através da ampliação de sua comunicação, mobilidade, controle de seu ambiente, habilidades de seu aprendizado e trabalho [Bersch, 2008].

A Tecnologia Assistiva engloba as áreas de Comunicação Alternativa e Ampliada (CAA), adaptações de acesso ao computador; equipamentos de auxílio para visão e audição; controle do meio ambiente, adaptações de jogos e brincadeiras; adaptações da postura sentada; mobilidade alternativa; próteses e a integração dessa tecnologia nos diferentes ambientes como a casa, a escola, a comunidade e o local de trabalho [King, 1999].

O desenvolvimento tecnológico vem buscando alcançar uma melhor interação entre o homem e a máquina, chamada de interação natural.

Interação natural (IN) é considerada um conceito, quase ciência, que estuda formas de o homem interagir com dispositivos eletrônicos através dos cinco sentidos do ser humano, seja através de gestos, comandos de voz, movimentos e expressões corporais ou detecção e identificação de partes do corpo humano como rosto, mão, polegar, retina, articulações, entre outros [Medeiros, 2012].

Com o surgimento de novos equipamentos, a interação natural veio ganhando destaque nos jogos, onde o usuário interage por meios de gestos e fala com a máquina.

A Interação Natural tornou-se popular com o advento de jogos para videogame, com tecnologias como o Kinect e o Wii. No entanto, seu conceito já faz parte da ficção e da literatura científica [Castro, 2012].

Os jogos ajudam na circulação e também na movimentação dos músculos, o que é algo essencial para os deficientes físicos, pois se não houver algum tipo de movimento os atos mais superficiais podem se tornar dolorosos para aqueles que não praticam algum tipo de atividade física.

O jogo trará motivação ao deficiente físico, por se tratar de algo divertido que combaterá muitas vezes, se necessário, até algum tipo de abalo emocional. Proporcionara também movimentação, pois o jogo executara através de um Kinect que captura o movimento do usuário, colocando-o de forma virtual dentro do jogo, onde ele terá que se movimentar para que possa jogar.

O jogo é adaptado para que deficiente físico como o cadeirante possa interagir com o jogo. O usuário se verá na tela como deficiente, que utilizara as habilidades que não ultrapassam seus limites, para que possa cumprir os objetivos do jogo.

## **2. Fundamentos Teóricos**

Realidade Virtual (RV) é um sistema computacional usado para criar um ambiente artificial, no qual o usuário tem a impressão de não somente estar dentro deste

ambiente, mas também habilitado, com a capacidade de navegar no mesmo, interagindo com seus objetos de maneira intuitiva e natural [Kirner, 2007].

A realidade virtual (RV) tem algumas diferenças da realidade aumentada (RA), sendo que a realidade aumentada é uma subdivisão da realidade virtual.

As tecnologias de RV fazem com que o usuário seja completamente imerso em um ambiente sintético. Enquanto está imerso, o usuário não pode ver o mundo real em volta dele. Em contraste, a RA permite que o usuário veja o mundo real, com objetos virtuais sobrepostos ou combinados com ele [Nascimento, 2008].

A Realidade Aumentada é uma particularização da Realidade Misturada, que consiste na sobreposição de objetos virtuais tridimensionais gerados por computador com um ambiente físico, realizada em tempo real, através de um dispositivo tecnológico [Reimann, 2005]. A Realidade Misturada se divide em duas vertentes.

A Realidade Misturada é a combinação do ambiente real com o ambiente virtual gerado por computador, podendo receber duas denominações: Realidade Aumentada quando o ambiente principal é o real e, Virtualidade Aumentada, onde o ambiente principal é o ambiente virtual [Milgram, 1994].

O fato de a realidade aumentada propiciar a interação do usuário com o ambiente, usando as mãos, rastreadas por câmera, de maneira intuitiva, abre um espaço de aplicações sem precedente, na medida em que não exige das pessoas nenhum equipamento e nem treinamento especial para lidar com a aplicação computacional \_ o computador pode ficar escondido [Providelo, 2004].

O Kinect vem com uma grande inovação nos últimos anos, traz de uma maneira mais eficaz a interação homem-máquina. Possibilita que o usuário interaja com o dispositivo apenas com gestos e movimentos sem a necessidade de um controle, esses movimentos são capturados por câmeras e sensores trazendo um jogo mais real para a vida dos usuários.

O dispositivo Kinect, ilustrado na Figura 1, permite uma interface através da interação natural por meio dos movimentos do usuário. Desde o lançamento do filme *Minority Report*, em 2002, as interfaces touchless têm feito parte do imaginário dos usuários de computador. Neste contexto, a introdução em 2010 do Kinect, um dispositivo da Microsoft de custo acessível ao usuário doméstico que permite interação sem toque, por meio de gestos e voz, colaborou ainda mais para a popularização das interfaces touchless [Subrahmanyam, 2011].



**Figura 1: Dispositivo Kinect**

O Kinect dispõe de vários recursos (som, imagem, profundidade, infravermelho, motor de movimentação) com alto índice de precisão e sincronismo em um único

dispositivo. Estes recursos oferecem uma série de possibilidades inovadoras de interação entre usuários, serviços e aplicações computacionais [Nunes, 2011].

A linguagem de programação utilizada nesse projeto foi o C# que é considerado uma das linguagens adotada para desenvolvimento de software no Microsoft Kinect.

C# é uma linguagem de programação que foi baseada em C++ e sofreu grande influencia da linguagem de programação Java. A linguagem de programação C# é orientada a objetos e é considerada como simples e de grande desempenho, pois aproveita de características de outras linguagens que foi originada.

Criada por Anders Hejlsberg, reconhecido também por criar outras linguagens fortemente usadas, como a TurboPascal e o Delphi. Faz parte do conjunto de ferramentas oferecidas pela plataforma .Net, que contém um conjunto de bibliotecas parecidas com a da Java Virtual Machine, JVM que é a Common Language Runtime (CLR).

A plataforma .Net tem um conjunto de bibliotecas que pode ser aplicado a várias linguagens, possibilitando assim mesclar programas que utilizam por exemplo linguagem de programação C# e Visual Basic ou qualquer outra linguagem suportada pela plataforma.

Algumas características da linguagem C#:

- Baixa complexidade: ou seja, foi arquitetada de uma forma simples sem perder sua importância;
- Orientada a objetos: Possuem classes, atributos, métodos e objetos como qualquer outra linguagem orientada a objetos;
- Fortemente Tipada: Evita erros de atribuições;
- Linguagem gerenciada: Todo o gerenciamento contido na memória é feito pelo runtime via o GC (Garbage Collector);
- Controle de versões: Quando o assembly é formado vêm contido informações sobre a versão do código seja ele DLL ou EXE.

O XNA é uma plataforma de desenvolvimento que pode ser usada para computadores pessoais, em qualquer linguagem .NET é possível utilizar no XNA, bastando apenas alterar a sintaxe do programa.

Microsoft XNA é um framework gratuito e robusto com interface amigável desenvolvido pela Microsoft para criar jogos tanto para PC, console Xbox 360 e Windows Phone 7. XNA foi projetado pensando nas pessoas que querem fazer seus próprios jogos e acham complicado trabalhar com DirectX, OpenGL e/ou outras APIs. Essa plataforma de programação gráfica, intitulada Microsoft XNA Game Studio, funciona como um meio de conexão entre as APIs do DirectX e o programador, possuindo uma série de funcionalidades e rotinas previamente compiladas, facilitando ao máximo o trabalho com efeitos e geometria espacial [Harma, 2003].

Um exemplo dessa funcionalidade seria a capacidade nativa de carregar modelos, sons e texturas com apenas uma linha, sem precisar se preocupar em entender e decifrar o formato dos arquivos, como ocorreria ao se trabalhar diretamente com o DirectX. Essas características facilitam bastante a criação de um pequeno jogo, sendo voltadas mais para os entusiastas e iniciantes nesse ramo e que não estão tão preocupados em deixar o jogo 100% otimizado, mas sim em poder ver rapidamente os resultados de sua criação [Harma, 2003].

### 3. Metodologia

Sobre a relação nos aspectos metodológicos e tecnológicos, para a implementação desse jogo será utilizado a RV (realidade virtual) e o sensor Kinect para captura dos movimentos. A linguagem utilizada será o C#, dispondo de animações e interações com o usuário. Além disso, foi utilizada a plataforma XNA da Microsoft, visando criar um jogo atrativo para melhor uso do cadeirante.

No desenvolvimento do jogo de reabilitação para cadeirantes, foi estudada a estrutura física do Kinect, bem como sensor infravermelho, sensor de distância, as câmeras e como o Kinect captura gestos e movimentos da pessoa e passa para a programação.

Para captura do movimento, o sensor Kinect utilizara de um código de programação para ler os movimentos do usuário e passar por meio do código. Será detectado o movimento necessário (feita pelos braços) para que a cadeira possa se movimentar na pista em direção a linha de chegada.

O sensor detectara dois tipos de ação, as que não interferiram no jogo, como balançar de cabeça, entre outros que não modificara a posição do avatar no jogo, também terá o movimento que modificara o estado do jogador.

O movimento necessário para que o corredor cadeirante mova-se na pista será o de movimentar a mão como se estivesse andando com uma cadeira de rodas, ou seja, colocar as mãos retas verticalmente com o corpo, fechar a mão e movimenta-la para frente, repetindo os movimentos para locomoção no jogo.

Para detectar esse movimento de locomoção, será necessário, criar um algoritmo para rastrear os movimentos do cadeirante e comparar com os movimentos para o desenvolvimento do usuário no jogo. Será criada uma classe para rastrear e identificar os gestos. Este gesto estará em três estados: não identificado, em execução e identificado.

Para que os gestos sejam validos, será utilizado um cálculo, que fara uma análise do ângulo do braço para saber se estará na posição correta de impulso da cadeira de rodas. Se a posição for válida então a cadeira de rodas no jogo andara certa quantidade na pista, assim sucessivamente até que chegue ao seu final.

Para construção do jogo foi utilizado alguns dos comandos e funcionalidades da linguagem C#:

- Initialize() – Inicialização do jogo ();
- LoadContent() – Inicializa e carrega recursos gráficos ();
- Run() – Inicia o loop do jogo (), se necessário.
- Update() – Captura os comandos do jogador, realiza cálculos e testa o critério de fim de jogo ();
- Draw () – Desenha os gráficos em tela ();
- UnloadContent() – Libera os recursos gráficos.

A parte principal do jogo virá em torno de uma condição para que o jogo prossiga, ou seja, o movimento correto do usuário, para isso será feito cálculos que verá se as posições estarão corretas.

A cada interação entre o programa do jogo e o usuário, as seguintes funções serão inicializadas:

- Capturar os gestos do jogador;
- Executar os cálculos necessários para validação dos movimentos;
- Verificar se o critério de fim de jogo foi alcançado;

- Desenhar gráficos em tela, gerar sons e respostas aos comandos do jogador;
- Finalizar os gráficos, dispositivos de entrada e som.

A condição para fim de jogo será quando o jogador após, realizar os movimentos corretos para movimentar a cadeira, passando assim consequentemente da linha de chegada, o jogo será finalizado.

### 3. Resultados e Discussões

No trabalho será realizada a construção do jogo, que utilizará a realidade virtual e o dispositivo Kinect que através do movimento do jogador capturados pelos sensores proporcionara uma interação mais eficiente entre o cadeirante e o jogo, possibilitando além da inclusão social, uma opção a mais, para que estes deficientes físicos possam se movimentar, sendo questão essencial e de extrema importância para pessoas portadoras de deficiência física.

O jogo funcionara da seguinte forma: ao iniciar o jogo aparecerá uma tela inicial, onde terá três opções: corrida, recordes, e a opção sair que finalizara o jogo. Como pode ser visto na figura 2.



Figura 2: Tela inicial do jogo.

Ao escolher a opção corrida o jogador será levado para uma pista de corrida para cadeirantes, iniciara uma contagem regressiva de 3 segundos e começa a corrida, como mostrado na figura 3, com o movimento dos braços para frente e para trás (simulando o girar das rodas da cadeira) o corredor se locomovera pela pista. Ao termino da corrida será direcionado novamente para a tela inicial.



Figura 3: Início da corrida para cadeirantes.

Ao escolher a opção recordes levará para uma tela onde mostra a data do jogo bem como o tempo recorde que ele conseguiu finalizar a pista de corrida, exibindo a tela de recordes na Figura 4.



**Figura 4: Tela de recordes do jogo.**

#### 4. Conclusão

Entendido o papel fundamental da tecnologia na vida do ser humano em qualidade de vida e a necessidade de adaptação e inclusão social de portadores com deficiência física, como foi mencionado, reconhece como necessário o uso da tecnologia para todos. Portanto o jogo utilizando da tecnologia da Microsoft Kinect (sensores, câmeras, áudio, entre outros) apresentado nesse trabalho, possibilita que o deficiente físico como o cadeirante possa usufruir de um jogo adaptado para ele.

Além de o usuário poder usufruir do jogo como forma de entretenimento, o jogo também tem como objetivo o tratamento da pessoa, que se verá livre da inercia, possibilitando assim mais agilidade o que é de fundamental importância para os portadores de deficiência física, pois para eles, dependendo da situação, simples movimentos como o calçar de uma meia ou pegar algum objeto se torna uma tarefa árdua.

Percebe-se que este jogo traz contribuições significativas para a inclusão social do indivíduo e também para a reabilitação, uma vez que traz benefícios para o usuário.

A inclusão social é algo que a cada dia ganha mais importância na sociedade, a preocupação com as pessoas de necessidade especiais não pode ser ignorada, na mídia e no cotidiano nota-se o esforço da população e governo para que todos tenham acessibilidade de um mundo mais justo.

O jogo pode ser utilizado em qualquer lugar, desde centros de recuperação ou até mesmo na casa do usuário, desde que possua o Kinect e o programa devidamente instalados.

Como trabalhos futuros, pretende-se a aprimorar o jogo, para que essa experiência de jogo seja mais agradável possível e que traga cada vez mais benefícios para o portador de necessidades especiais.

#### 5. Referências

Bersch, Rita; INTRODUÇÃO À TECNOLOGIA ASSISTIVA. Porto Alegre –RS: CEDI, 2008.

- Castro, Rafael Henrique Assis de; Desenvolvimento de Aplicações com uso de Interação Natural: Um Estudo de Caso voltado para Vídeo Colaboração em Saúde. João Pessoa – PB: UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, 2012.
- Harma, A. et al. “Techniques and applications of wearable augmented reality audio”. In: Audio Engineering Society Convention Paper, Amsterdam, Holanda, 2003.
- Medeiros, Anna Carolina Soares; Interação Natural baseada em Gestos como Interface de Controle para Modelos Tridimensionais. João Pessoa – PB: UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, 2012.
- Milgram, P. et. al. (1994) “Augmented Reality: A Class of Displays on the RealityVirtuality Continuum”. Telem manipulator and Telepresence Technologies, SPIE, V.2351.
- Nascimento, Diego Berçacula; CARVALHO, Gustavo F. Jobim; COSTA, Rosa Maria E. M.. ReabRA: Reabilitação Cognitiva através de uma aplicação de Realidade Aumentada. Rio de Janeiro: UERJ, 2008.
- Nunes, Maria Augusta S. N., et. al. Uso do Kinect para a extração de características afetivas do usuário. São Cristóvão – SE: UFS, 2011.
- Providelo, Celso; DEBONZI, Daniel Henrique; et al. Ambiente Dedicado para Aplicações Educacionais Interativas com Realidade Misturada. São Carlos, Piracicaba: USP, UFSCar, UNIMEP, 2004.
- Reimann, C. Kick-real, a Mobile Mixed Reality Game. In: Proceedings of the International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology. Valencia, 2005, p. 387.
- Sousa, Eliza Martins de; TAVARES, Helenice Maria; ACESSIBILIDADE DA CRIANÇA COM DEFICIÊNCIA FÍSICA NA ESCOLA. Uberlândia: Faculdade Católica de Uberlândia, 2010.
- Subrahmanyam, M. Brandon chew. Tese (Doutorado). New York University, 2011
- King, T.W. Assistive Technology – Essential Human Factors. Boston: Allyn and Bacon, p. 16-26, 1999.
- Kirner, Claudio; SISCOOTTO, Robson. Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações. Livro do IX Symposium on Virtual and Augmented Reality, Petrópolis (RJ), Porto Alegre: SBC, 2007. 202 p.



