

# Princípios e Aplicações da Computação no Brasil 2

Ernane Rosa Martins  
(Organizador)



**Atena**  
Editora

Ano 2019

**Ernane Rosa Martins**

(Organizador)

**Princípios e Aplicações da Computação  
no Brasil  
2**

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

P957 Princípios e aplicações da computação no brasil 2 [recurso eletrônico] / Organizador Ernane Rosa Martins. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Princípios e aplicações da computação no brasil; v. 2)

Formato: PDF

Requisito de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-048-3

DOI 10.22533/at.ed.483191601

1. Computação. 2. Informática. 3. Programação de computador.  
I. Martins, Ernane Rosa. II. Título. III. Série.

CDD 004

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

O volume 2 desta obra aborda mais 16 capítulos sobre o panorama atual da computação no Brasil. Tendo como alguns dos assuntos abordados nos capítulos: ensino de raciocínio lógico, desenvolvimento de sistema computacional, micromobilidade em redes sem fio, usabilidade e acessibilidade de sistemas, qualidade da informação, tecnologias de análise de aprendizagem, redes neurais artificiais, análise de vibração, algoritmos evolucionários, sistemas inteligentes e acessibilidade móvel.

Deste modo, esta obra reúne debates e análises acerca de questões relevantes, tais como: Como está o estado da arte da análise de aprendizagem preditiva, nova proposta de um framework para previsão de desempenhos em programação e quais os caminhos para avançar nessas pesquisas? É possível realizar uma modelagem computacional, analisando os parâmetros espaciais relevantes na tomada de decisão, utilizando técnicas de redes neurais artificiais? Quais são os principais desafios, no cenário nacional, a fim de estabelecer e manter um Sistema de Gestão de Segurança da Informação? Uma proposta de um agente testador que realiza busca local no espaço de estados de casos de teste orientado por utilidade e que utiliza os algoritmos evolucionários multiobjetivos, NSGAI, SPEA2, PAES e MOCeII pode identificar quais deles são mais eficientes na geração de casos de testes para agentes racionais? Como realizar uma pesquisa científica que identifique os requisitos desejáveis para desenvolver uma aplicação móvel touch screen, que vise auxiliar a alfabetização de deficientes visuais?

Nesse sentido, este material tem grande relevância por constituir-se numa coletânea de referência para pesquisas e estudos da computação, tendo como objetivo reunir trabalhos acadêmicos que permitam contribuir com análises e discussões sobre assuntos pertinentes à área. Os organizadores da Atena Editora, agradecem especialmente aos autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada. Por fim, desejamos aos leitores que esta obra, seja de extrema importância para todos que vierem a utilizá-la.

Ernane Rosa Martins

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ENSINO DE RACIOCÍNIO LÓGICO E COMPUTAÇÃO PARA CRIANÇAS: EXPERIÊNCIAS, DESAFIOS E POSSIBILIDADES (XXXVII CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO   250 WEI - WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO)	
<i>Thâmillys Marques de Oliveira</i> <i>Willmara Marques Monteiro</i> <i>Fábio Cristiano Souza Oliveira</i> <i>Danielle Juliana Silva Martins</i> <i>Alessandra da Silva Luengo Latorre</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4831916011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>12</b>
DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA COMPUTACIONAL PARA AQUISIÇÃO E ANÁLISE DE DADOS AMBIENTAIS REMOTAMENTE.	
<i>Jucivaldo Araujo Ferreira Junior</i> <i>Rardiles Branches Ferreira</i> <i>Rodrigo Da Silva</i> <i>Julio Tota da Silva</i> <i>Samuel Alves de Souza</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4831916012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>19</b>
CARACTERIZAÇÃO DA MICROMOBILIDADE EM REDES SEM FIO INFRAESTRUTURADAS PELA VARIAÇÃO DA RELAÇÃO SINAL-RUÍDO	
<i>Kerlla Souza Luz Prates</i> <i>Priscila América Solís Mendez</i> <i>Barreto Henrique Domingues Garcia</i> <i>Mylène Christine Queiroz de Farias</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4831916013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>30</b>
AVALIAÇÃO DE USABILIDADE E ACESSIBILIDADE DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE REFEITÓRIOS DO IFPI – CAMPUS FLORIANO	
<i>Samuel de Araújo Fonseca</i> <i>Antonio Rodrigues de Araújo Costa</i> <i>Neto Carlos Eduardo Moreira Borges</i> <i>Hugo Araújo Gonçalves</i> <i>Paulo Miranda e Silva Sousa</i> <i>Rennê Stephany Ferreira dos Santos</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4831916014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>39</b>
AVALIAÇÃO DA APREENSIBILIDADE E DA QUALIDADE DA INFORMAÇÃO EM SAÚDE COM O SOFTWARE SPINEFIND	
<i>Carine Geltrudes Webber</i> <i>Asdrubal Falavigna</i> <i>Caio Rodrigues da Silva</i> <i>Marco Antonio Koff</i> <i>Natália Lisboa</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4831916015</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 54**

AS TECNOLOGIAS DE ANÁLISE DE APRENDIZAGEM E OS DESAFIOS DE PREVER DESEMPENHOS DE ESTUDANTES DE PROGRAMAÇÃO

*Márcia Gonçalves de Oliveira*

**DOI 10.22533/at.ed.4831916016**

**CAPÍTULO 7 ..... 67**

ANÁLISE E MODELAGEM DA RELAÇÃO INTERPESSOAL EM ESPORTES COLETIVOS UTILIZANDO REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

*Tadeu Nogueira Costa de Andrade*

*Marcos Rodrigo Trindade Pinheiro*

*Menuchi Paulo Eduardo Ambrósio*

**DOI 10.22533/at.ed.4831916017**

**CAPÍTULO 8 ..... 75**

ANÁLISE DOS DESAFIOS PARA ESTABELECEER E MANTER SISTEMA DE GESTÃO DE SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO NO CENÁRIO BRASILEIRO

*Rodrigo Valle Fazenda*

*Leonardo Lemes Fagundes*

**DOI 10.22533/at.ed.4831916018**

**CAPÍTULO 9 ..... 87**

ANÁLISE DE VIBRAÇÃO COM CONTROLE DE MEDIÇÃO UTILIZANDO O FILTROS ESTATÍSTICOS

*Karla Melissa dos Santos Leandro*

*Iago Ferreira Lima*

*Werley Rafael da Silva*

*Marco Paulo Guimarães*

*Marcos Napoleão Rabelo*

**DOI 10.22533/at.ed.4831916019**

**CAPÍTULO 10 ..... 96**

ANÁLISE DE REDE COLABORAÇÃO CIENTÍFICA COMO FERRAMENTA NA GESTÃO DE PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO

*Aurelio R. Costa*

*Celia Ghedini Ralha*

**DOI 10.22533/at.ed.48319160110**

**CAPÍTULO 11 ..... 109**

ALGORITMOS EVOLUCIONÁRIOS MULTI OBJETIVOS PARA A SELEÇÃO DE CASOS DE TESTE PARA SISTEMAS INTELIGENTES

*Daniel Victor Saraiva*

*Francisca Raquel de Vasconcelos Silveira*

**DOI 10.22533/at.ed.48319160111**

**CAPÍTULO 12 ..... 124**

ACESSIBILIDADE MÓVEL PARA ALFABETIZAÇÃO DE DEFICIENTES VISUAIS: PROPOSTA INICIAL DE UM PROTÓTIPO

*Jenifer Melissa de Paula*

*José Valter Amaral de Freitas*

*Thatiane de Oliveira Rosa*

**DOI 10.22533/at.ed.48319160112**

<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>129</b>
AÇÃO PARA INCENTIVAR MENINAS DO ENSINO MÉDIO A CURSAR CARREIRAS TECNOLÓGICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE RIO GRANDE DO NORTE	
<i>Idalmis Milián Sardina</i>	
<i>Cristiano Maciel</i>	
<i>Midori Hijjoka Camelo</i>	
<i>Hortensia Sardina Miranda</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.48319160113</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>137</b>
A TÉCNICA OC2-RD2 COMO UMA PRÁTICA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES	
<i>Karina Buttignon</i>	
<i>Ítalo Santiago Vega</i>	
<i>Jonhson de Tarso Silva</i>	
<i>Adriano Carlos Moraes Rosa</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.48319160114</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>149</b>
A DECADE OF SOFTWARE ENGINEERING BEST PRACTICES ADOPTION IN SMALL COMPANIES: A QUASI-SYSTEMATIC MAPPING	
<i>Alex Juvêncio Costa</i>	
<i>Juliana De Albuquerque Gonçalves</i>	
<i>Saraiva Yuska Paola Costa Aguiar</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.48319160115</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>162</b>
INVENTORYIOT I <sup>2</sup> OT: UMA PLATAFORMA DE GERENCIAMENTO AUTOMATIZADO DE INVENTÁRIO	
<i>Jauberth Weyll Abijaude</i>	
<i>Péricles de Lima Sobreira</i>	
<i>Aprígio Augusto Lopes Bezerra</i>	
<i>Fabiola Greve</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.48319160116</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>177</b>

## ENSINO DE RACIOCÍNIO LÓGICO E COMPUTAÇÃO PARA CRIANÇAS: EXPERIÊNCIAS, DESAFIOS E POSSIBILIDADES (XXXVII CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO | 250 WEI - WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO)

### **Thâmilys Marques de Oliveira**

Universidade de São Paulo  
São Paulo - SP

### **Willmara Marques Monteiro**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Sertão Pernambucano  
Petrolina – PE

### **Fábio Cristiano Souza Oliveira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Sertão Pernambucano  
Petrolina – PE

### **Danielle Juliana Silva Martins**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Sertão Pernambucano  
Petrolina – PE

### **Alessandra da Silva Luengo Latorre**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Sertão Pernambucano  
Petrolina – PE

**RESUMO:** Este trabalho relata uma experiência de ensino de Raciocínio Lógico e Pensamento Computacional para alunos da educação básica da rede pública do estado de Pernambuco com o emprego de dinâmicas; gamificação e robótica educacional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gamificação; Robótica; Computação.

**ABSTRACT:** This work reports an experience of

teaching Logical Reasoning and Computational Thinking to students basic education from public schools of the state of Pernambuco using dynamics, gamification and robotics.

**KEYWORDS:** Gamification; Robotics; Computing.

## 1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, atualmente, o estudo dos conceitos relativos a computação ou informática é reservado a pessoas que escolhem cursar graduação ou pós-graduação na área. Contudo, o ACM Model Curriculum for K-12 Computer Science (CSTA, 2011) diz que o ensino da computação deve se estender a todos os profissionais nas diversas áreas (saúde, engenharia, esportes, entretenimento, comunicação...). E vai além, defende que o ensino do pensamento computacional deve ser ofertado também na educação básica.

Segundo Paulo Blinkstein, o pensamento computacional é um processo de pensar envolvido na formulação de problemas e das suas soluções, tendo como base os fundamentos da Ciência da Computação (BLINKSTEIN, 2008). O autor enfatiza que o pensamento computacional faz parte de uma série de habilidades necessárias ao pleno



exercício da cidadania neste século.

Nesse contexto o ensino da computação se difere do ensino da informática. Ensinar apenas aplicativos como processador de texto e planilha eletrônica seria como ensinar a usar calculadoras e não a calcular, no ensino da Matemática (NUNES, 2008). Ensinar conceitos básicos de computação é fundamental para desenvolver nas crianças criatividade, raciocínio lógico, dinamismo e pensamento algorítmico.

Tanto o pensamento computacional como o raciocínio lógico, promove uma maior capacidade de dedução e conclusão de problemas (SICA, 2011). Isto é altamente encorajado pela Sociedade Brasileira de Computação, que afirma que o ensino da computação deve ser implantado no Ensino Fundamental, assim como outras ciências.

Considerando a relevância do que foi exposto, este trabalho apresenta um relato de ensino de raciocínio lógico e computação para crianças, decorrentes de atividades desenvolvidas no Projeto Programadores do Futuro do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, campus Petrolina, no ano de 2016. As metodologias, bem como os resultados obtidos, basearam-se na realização de atividades lúdicas, através de dinâmicas, de estratégias de gamificação e robótica educacional.

Este trabalho apresenta a seguinte estrutura: na seção 2 será apresentada uma breve descrição do projeto; na seção 3 serão apresentados conceitos de gamificação e gamificação na educação; na seção 4 será apresentado o conceito de robótica educacional; na seção 5 estão descritos os passos das metodologias utilizadas e na seção 6 os resultados obtidos.

## **2 | PROGRAMADORES DO FUTURO**

O Projeto “Programadores do Futuro” surgiu inicialmente com a proposta de preparar crianças e jovens para a Olimpíada Brasileira de Informática (OBI), visando desenvolver habilidades necessárias ao século XXI, como a concentração, o raciocínio lógico e matemático, sistematização do pensamento, entre outros. No primeiro ano obteve-se a participação de 125 crianças da comunidade local.

Os resultados obtidos no ano de 2015 demonstraram que o Projeto logrou êxito. Assim, para 2016 foram feitos aperfeiçoamentos, que incluíam além do treinamento para a OBI, uma inserção de conteúdos relacionados ao pensamento computacional e robótica educativa com a estratégia de gamificação. Todas as aulas eram ministradas por alunos da instituição; licenciandos em computação e alunos do ensino médio integrado ao técnico em informática.

Neste artigo será relatada a experiência vivenciada por uma aluna do curso Licenciatura em Computação do IF Sertão PE, em aulas ministradas no Projeto “Programadores do Futuro” em uma turma de 15 alunos, no período de Janeiro à Novembro de 2016.

### 3 | O QUE É A GAMIFICAÇÃO?

A gamificação (do inglês “*gamification*”) tem sido abordada por muitos estudiosos, pesquisadores e curiosos nos últimos anos. Alguns a chamam de fenômeno (FARDO, 2013); técnica (BORGES et al. 2013); metodologia (ROCHA, 2014); entre outros. O termo começou a ser utilizado em 2010 e se originou como metodologia aplicada a *marketing* e aplicações para a *web* com a finalidade de engajar e fidelizar clientes (ZICHERMANN e CUNNINGHAM, 2012).

A gamificação tem como base o pensar como se de fato estivesse em um jogo, utilizando sistemáticas, regras e mecânicas do ‘jogar’ em um contexto de não jogo (JUCÁ e ROLIM, 2013). Ela serve como possibilidade de resolução de problemas e engajamento de um determinado público. Contudo, segundo Vianna et al. (2013), isso não significa necessariamente, a utilização de jogos ou até mesmo tecnologias computacionais e gráficas, mas à aplicação de elementos de jogos – dinâmicas, ludicidade, pontuação, regras, estética – para se alcançar os objetivos obtidos com o ato de jogar.

Zichermann e Cunningham (2011) afirmam que a gamificação aprofunda os níveis de envolvimento do indivíduo para a resolução de problemas. Segundo os autores as pessoas são induzidas a jogar por quatro motivos específicos: para alívio do *stress*; obtenção de domínio sobre determinado conteúdo; como meio de socialização e entretenimento. Além disso, os autores abordam aspectos de diversão durante o ato de jogar: quando há uma competição e o jogador procura obter a vitória; quando há a imersão na exploração de um universo; quando há envolvimento entre os jogadores e quando o jogador tem sua emoção alterada pelo jogo.

Neste aspecto, pode-se utilizar gamificação em ambientes onde o público necessita de um estímulo (CAMPOS et al. 2015). Em se tratando de mecânicas de jogos, Vianna et al. (2013) salienta que motivação baseia-se em experiências vivenciadas por pessoas, buscando novas perspectivas. Permitindo um estímulo à criatividade, a autonomia de pensamento e proporcionando bem-estar ao jogador.

### 4 | A GAMIFICAÇÃO NA EDUCAÇÃO

Direta ou indiretamente o jogo sempre está presente no cotidiano das pessoas. Segundo Orrico (2012) no mundo existem 1,2 bilhões de jogadores, onde 700 milhões jogam online, correspondendo a 44% da população online. Kapp et al. (2012) cita em seu livro “*The gamification of learning and instruction*” que o game possui aspectos bem distintos: regras, interatividade, *feedback* das ações do jogador... Gerando envolvimento emocional. Também potencializam a aprendizagem em diversas áreas (OLIVEIRA et al. 2016).

Um ponto imprescindível nos jogos é a liberdade de escolha, querer jogar

depende exclusivamente do jogador (BITENCOURT, 2014). Remetendo ao ambiente educacional o jogo perde seu principal elemento, pois, comumente está inserido em processos de ensino aprendizagem (ALVES, 2014).

É sumamente importante evidenciar que a gamificação não propõe a criação de jogos para o ensino, mas, o uso de estratégias e do raciocínio presentes nos jogos, para resolução de problemas (OLIVEIRA et al. 2016).

No tocante a forma de inserção no ambiente educativo, varia de acordo com o público e objetivos a serem atingidos (LEADLEY, 2011). Pode-se inserir mecanismos de jogos – pontos, recompensas, tabelas de líderes – para envolver os indivíduos; ou buscar uma experiência mais exímia, trazendo os jogadores para o contexto em que estão trabalhando (ALVES, 2014).

Um exemplo de gamificação na educação amplamente difundido é o da Escola pública de Nova York Quest To Learn (Q2L), fundada em 2009. A Escola entrou para a história como a primeira a possuir o currículo baseado em jogos; e atende alunos do 6º ano do ensino fundamental até o 3º ano do ensino médio. Nela os alunos são instigados a participar ativamente dos processos de ensino-aprendizagem. Exatamente como objetiva a gamificação (WERBACH e HUNTER, 2012).

*Gamificar* pode ser uma palavra prioritária na educação para construção de uma rede colaborativa e dinâmica onde docentes e discentes unem-se na empreitada de aprender de forma lúdica, sem preocupações com escalas de médias e desempenhos quantitativos (JOHNSON, 2011). Entretanto, é importante salientar que resgatar a alegria do aprender no ambiente escolar vai além dos elementos que compõem a gamificação (FARDO, 2013).

## 5 | ROBÓTICA EDUCACIONAL

Steffen (2009) define a robótica como uma área do conhecimento relativa ao controle e construção de robôs. Robô é uma derivação da palavra de origem tcheca *robotnik* que quer dizer “servo”. Através do bioquímico Isaac Asimov popularizou-se o termo robô. O famoso cientista escreveu inúmeras publicações envolvendo a temática.

No meio educacional a robótica pode ser interpretada como o emprego da robótica industrial, isto é, inserção de conceitos básicos de inteligência artificial, mecânica, cinemática, hidráulica, informática, automação, em um ambiente de aprendizagem (STEFFEN, 2009). As atividades desenvolvidas neste ambiente (construção e controle de dispositivos com kits de montar ou matérias como sucata) devem propiciar o manuseio e a construção de novos conceitos.

Aos que buscam viabilizar o conhecimento nas diversas disciplinas escolares e, ao mesmo tempo estimular a experimentação e criatividade, pode recorrer à robótica educativa. Desse modo, o estudante conhece aplicações práticas ligadas a assuntos que estão presentes em seu cotidiano, pois a robótica requer conhecimentos de

matemática, geografia, física, mecânica, programação, inglês, dentre outros (CRUZ et al. 2007). Santos e Menezes fazem menção a robótica educativa como um caminho que proporciona aos alunos a capacidade de elaboração de hipóteses, investigação de soluções, resolução de problemas, pensamento computacional e aprendizagem colaborativa.

Nesse contexto a robótica educacional se destaca por disponibilizar demasiadas oportunidades de criar soluções voltadas ao mundo real, possibilitando ao aluno um aprendizado estimulante e dinâmico.

## 6 | METODOLOGIAS UTILIZADAS

A seguir serão apresentadas as metodologias utilizadas para o ensino de raciocínio lógico e pensamento computacional em uma turma de 15 alunos com faixa etária entre 11 e 14 anos. As aulas ocorreram em laboratórios de informática, laboratório interdisciplinar (robótica), salas de aula, pátio e ao ar livre. O curso completo teve a duração de 120 horas, e realizava-se aos sábados de 08:30 às 11:30 da manhã.

## 7 | ATIVIDADES LÚDICAS E GAMIFICAÇÃO

Um dos objetivos prioritários do curso era preparar os alunos para a competição da OBI. Para tal, o ensino de raciocínio lógico era fundamental, bem como treinamento das provas de edições anteriores. Assim, buscou-se metodologias que atraíssem os alunos a compreensão dos conceitos abstratos à eles. No início das aulas foram realizadas dinâmicas de conhecimento e ‘quebra gelo’, onde os alunos puderam se apresentar e conhecer os demais colegas.

Cada aula acontecia em um encontro semanal de 03 horas. Pouco conteúdo teórico era passado, devido a necessidade de exercitar a mente para um raciocínio mais lógico. Porém, ficar apenas resolvendo questões exaustivamente não é o ideal de aula para alunos de ensino fundamental. Assim, ao término de cada aula eram realizadas pequenas dinâmicas que culminaram em uma maratona com ludicidade e gamificação. As atividades iniciais ocorreram com intuito de revisar os conteúdos para a OBI de maneira mais divertida. A primeira etapa foi um *quiz* feito na ferramenta online *Kahoot\** que simula um jogo, onde cada aluno entra com um nome de jogador e deve responder as questões corretamente o mais rápido possível. Foram 25 perguntas de raciocínio lógico e ao término a equipe vencedora recebeu 20 pontos em seu placar.



Figure 1. Primeira etapa da maratona - utilização da ferramenta *Kahoot*.

A ferramenta apesar de simples proporcionou um momento de diversão e desafio. Os alunos responderam as questões sem reclamar, o *feedback* era imediato, quando acertavam a tela ficava verde, e os mais empolgados gritavam e corriam em comemoração, mas logo tinham que retornar e se concentrar, pois o *quiz* exigia muita concentração e pensamento rápido.

As etapas seguintes envolviam atividades de raciocínio e físicas, por isso foram realizadas no pátio, e envolveram grande parte da estrutura da instituição. Como os campos e corredores. A segunda prova da maratona consistia em uma corrida, a equipe que chegasse primeiro ao objetivo liberaria uma questão de Raciocínio Lógico que se respondida corretamente somaria a equipe o valor de 50 pontos.

Em seguida outra corrida, porém com caça ao tesouro, a equipe tinha que encontrar um balão que continha uma pergunta. Aquele que encontrasse e trouxesse o balão primeiro, poderia responder a pergunta, caso acertasse teria 100 pontos acrescidos em seu placar. Na última prova prática todos os participantes teriam balões amarrados em seu tornozelo, dentro de cada balão uma pergunta sobre os conteúdos da OBI como mostra a figura 2. O objetivo era dentro do tempo de 3 minutos tentar estourar a bexiga dos adversários e proteger a sua. Ao término a equipe que tivesse mais perguntas (balões não estourados), poderia responder e somar uma pontuação de até 500. O interessante nesta prova é que uma única equipe conseguiu ficar com todos os balões intactos. Eles montaram uma estratégia de escolher um único adversário e atacar todos juntos, assim também como a defesa. Neste caso a união foi a melhor estratégia e lhes garantiu a vitória.



Figure 2. Última etapa da maratona - utilização da Caça ao Tesouro.

Foi observado que os estudantes se sentiram motivados e envolvidos com os conteúdos. As atividades lúdicas e a utilização de mecânicas de jogos (gamificação) na revisão dos conteúdos auxiliou na quebra de tensão provocada pelo período de pré- prova. A alegria exposta pelos participantes, até mesmo os que não tiveram a pontuação máxima do final, mostra que é possível cativar os alunos com a metodologia adequada (SOARES, 2005).

## 8 | ROBÓTICA EDUCACIONAL

As aulas de Robótica Educacional se iniciaram após a primeira etapa da prova da OBI. Os alunos foram apresentados ao Kit *Legó Mindstorms* que é formado por um conjunto de peças da linha tradicional (rodas, tijolos cheios, placas) e da linha *Legó Technic* (Motores, eixos, engrenagens, correntes, tijolos vazados), acrescido de sensores de toque, intensidade luminosa, som e de temperatura, controlados por um processador programável, denominado módulo NXT.

Também aprenderam o embasamento teórico sobre robótica; o que ela é, para que serve, como utilizá-la, etc. Após o período de aprendizagem inicial eles começaram as montagens. Robôs simples, como carrinhos, garras, guindastes, para conhecerem o funcionamento das peças, motores e sensores. Concomitante a isso foram- apresentados conteúdos de programação da ferramenta, com a IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado) *NXT mindstorms 2.0* que funciona de modo intuitivo, trabalhando com programação em blocos.

No decorrer do curso a turma foi convidada a participar da Semana Nacional de

Ciência e Tecnologia do IF Sertão PE. Assim iniciaram-se os projetos para apresentação na mesma. Os alunos tiveram a possibilidade de escolher em que queriam trabalhar, sob condição de remeterem a uma disciplina ou demonstrassem sua finalidade social. Quatro projetos foram idealizados pelos estudantes e eram compostos de robôs e maquetes construídas pelos mesmos como vistos na figura 3 abaixo:

1. **Robô Coletor de Lixo:** O robô tinha o objetivo de remover o lixo de um rio e levá-lo ao local ideal. Sempre pensado na maneira mais rápida e eficaz de realizá-lo. A justificativa dos alunos foi a percepção de que um rio presente no município de Petrolina estava sujo, e deveriam conscientizar as pessoas através de seu projeto.
2. **Robô Salva-Vidas:** Este objetivava o resgate de uma pessoa em local de risco. O robô deveria localizar a pessoa, capturá-la e a levar a um local seguro. Os alunos defenderam seu projeto argumentando que seria arriscado para outras pessoas realizarem o resgate em um local de perigo, pois poderiam colocar a vida de ambas em risco. Assim, o robô seria mais preciso, rápido e eficiente nessa tarefa.
3. **Robô Humanoide:** é um robô com aparência global, baseada na aparência do corpo humano, permitindo interações com o ambiente, ferramentas ou com o ser humano. Diferente dos projetos anteriores este surgiu com a proposta de atrair o público infanto-juvenil do evento, demonstrando que a realidade da robótica não está distante das pessoas, e que até mesmo crianças podem construir um robô tão atrativo.
4. **Robô Escorpião:** É um robô com formato de escorpião. Ele reage a movimento, atacando o objeto ou pessoa que interferir em seu caminho. Após inúmeras pesquisas, o grupo responsável por este projeto, percebeu que o escorpião é um animal discreto (desaparece durante o dia e surge à noite) e hábil (age rapidamente a estímulos), assim defenderam que além da diversão de possuir uma reprodução de um animal que interagisse com o público; eles poderiam utilizar para enviá-lo a locais de risco a humanos portando uma pequena câmera e buscando informações.



Figure 3. Projetos e Aulas de Robótica Educacional.

Após essa etapa os alunos encerraram o curso e receberam medalhas de honra e a certificação.

## 9 | RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstraram que as metodologias aplicadas são excelentes para o aprendizado. A experiência foi satisfatória, pois os alunos se sentiram mais motivados e engajados em todo processo. Exemplo disso é o ‘Aluno 1’, que não participava das aulas e após a metodologia começou a se envolver, responder questões e criar vínculos de amizade com os demais.

Os resultados podem ser comprovados através da visão dos alunos que foram entrevistados e opinaram sobre o curso: **“A minha preferida foi a maratona, quando a professora disse que era ‘pra’ vir de tênis eu até tive vontade de acordar mais cedo.”** – ‘Aluno 2’ (11 anos). **“Eu adorei a maratona, e também o jogo com as perguntas, foi a melhor aula da minha vida.”** – ‘Aluno 4’ (12 anos). **“Esse curso é muito bom porque meus pais não tem como pagar um curso desse pra mim e eu recebi de graça, e aprendi robótica e programar que foi o que mais gostei.”** – ‘Aluno 5’ (13 anos). **“No início estava meio confusa cheguei até a me perguntar “o que eu estou fazendo aqui?” Eu não consegui essa resposta com 1 ou dois**



dias demorou meses mais hoje eu tenho essa resposta” eu estou realizando um sonho” valeu a pena cada esforço, cada reclamação, acordar cedo nos dias de sábado, a única palavra que tenho em mente agora é GRATIDÃO; gratidão por todos os professores que acordava cedo sem ganhar nada, sei que nada vai retribuir isso, tudo que eu tenho ‘pra’ dar é um sorriso, um abraço e um obrigado.” – ‘Aluno 6’ (14 anos).

Com isso, conclui-se que a abordagem apresentada demonstrou impactos significativos sobre a participação em sala de aula, e também indícios de que aumenta a atenção aos conteúdos. Com estes resultados é possível acreditar que as metodologias apresentadas conseguem aumentar a motivação dos alunos no estudo, tornando-os mais diligentes.

Espera-se que o desenvolvimento de ações como estas venham a acrescentar as pesquisas no país sobre o ensino do Raciocínio Lógico e Pensamento Computacional, como forma de conscientização de sua necessidade, na Educação Básica.

## REFERÊNCIAS

- A. Orrico. (2012). **Mercado brasileiro de games já o quarto maior do mundo e deve continuar a crescer.** O Estado de São Paulo, São Paulo. 08 out. 2012. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/tec/1165034-mercado-brasileiro-de-games-ja-e-o-quarto-maior-do-mundo-e-deve-continuar-a-crescer.shtml>>. Acesso em: 01 mai. 2016.
- Bitencourt, R. B. (2014). **Experiência de gamificação do ensino na Licenciatura em Computação no Sertão Pernambucano.** XIII Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital (SBGames 2014).
- Blikstein, Paulo. (2008). **O pensamento computacional e a reinvenção do computador na educação.** Disponível em <[http://www.blikstein.com/paulo/documents/online/ol\\_pensamento\\_computacional.html](http://www.blikstein.com/paulo/documents/online/ol_pensamento_computacional.html)> Acesso em: 12 de nov. 2016.
- Borges, S. D. S., Reis, H. M., Durelli, V. H., Bittencourt, I. I., Jaques, P. A., & Isotani, S. (2013). **Gamificação aplicada à educação: um mapeamento sistemático.** In Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE) (Vol. 24, No. 1, p. 234).
- Campos, André, Renato Gardiman, and Charles Madeira (2015). **“Uma ferramenta gamificada de apoio à disciplina introdutória de programação.”** 23o WEI-WORKHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO.
- Cruz, Marcia Elena Jochims Kniphoff da; Lux, Beatriz; Haetinger, Werner; Engelmann, Emigdio Henrique Campos; Horn, Fabiano. (2007). **Formação Prática do Licenciando em Computação para Trabalho com Robótica Educativa.** In: XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, São Paulo.
- CSTA - Computer Science Teacher Association. (2011). **“CSTA K-12 Computer Science Standards”.** CSTA Standards Task Force. ACM - Association for Computing Machinery.
- F. Alves. (2014). **Gamification: como criar experiências de aprendizagem engajadoras: um guia completo do conceito à prática.** 1 ed. São Paulo: DVS Editora.

- Fardo, Marcelo Luis. (2013). **A gamificação como método: Estudo de elementos dos games aplicados em Processos de ensino e aprendizagem.** Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul.
- França, R. S., & do Amaral, H. J. C. (2013). **Ensino de computação na educação básica no Brasil: Um mapeamento sistemático.** In XXI Workshop sobre Educação em Computação.
- G. Zichermann, and C. Cunningham. (2011). **Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps.** O’Reilly Media.
- Johnson, Steven. (2011). **De onde vem as boas ideias.** Zahar: São Paulo.
- Jucá, P., & Rolim, G. (2013). **Gamificação na Disciplina de Empreendedorismo.** In XXI Workshop sobre Educação em Computação (WEI) do XXXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Maceió.
- K. Werbach, and D. Hunter. (2012). **For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business.** Wharton Digital Press.
- Kapp, Karl. **The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education.** Pfeiffer, 2012.
- L. Sheldon. The Multiplayer Classroom: **Designing Coursework as a Game.** (2011).
- Nunes, D. J. (2008). “**Licenciatura em Computação**”. *Jornal da Ciência*, 30 de Maio.
- Oliveira, T. M., Bitencourt, R. B., Monteiro, W. M. (2016). **Experiências com Gamificação no Ensino de Computação para Jovens e Adultos no Sertão Pernambucano.** XV Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital (SBGames 2016).
- Rocha Seixas, L., Gomes, A. S., Melo Filho, I. J., & Rodrigues, R. L. (2014). **Gamificação como Estratégia no Engajamento de Estudantes do Ensino Fundamental.** In Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE) (Vol. 25, No. 1, p. 559).
- Santos, Carmen Faria; Menezes, Crediné Silva de. (2005). **A Aprendizagem da Física no Ensino Fundamental em um Ambiente de Robótica Educacional.** In: Workshop de Informática na Educação / XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. São Leopoldo.
- Sica, Carlos. (2008). **Ciência da Computação no Ensino Básico e Médio.** Disponível em <<http://www.odiarario.com/blogs/carlossica/2011/10/07/ciencia-da-computacao-noensino-medio/>> Acesso em: 22 de out. de 2011.
- Smith, A. and Jones, B. (1999). **On the complexity of computing.** In *Advances in Computer Science*, pages 555–566. Publishing Press.
- Soares, J. F. (2005). **Qualidade e equidade na educação básica brasileira: fatos e possibilidades. Os desafios da educação no Brasil.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 91-117.
- Steffen, H. H. (2009). **Robótica pedagógica na educação: um recurso de comunicação, regulação e cognição.** São Paulo, 2002, 113f (Doctoral dissertation, Dissertação. (Mestrado em Ciências da Comunicação) -Escola de Comunicação e Artes, Universidade de São Paulo, SP, 2002. Disponível em:< [http://www.bibvirt.futuro.usp.br/textos/teses/helo\\_robotica.pdf](http://www.bibvirt.futuro.usp.br/textos/teses/helo_robotica.pdf)>. Acesso em: 12 mar. 2016.
- Vianna, Y., Vianna, M., Medina, B., Tanaka, S. (2013). **Gamification, Inc.: como reinventar empresas a partir de jogos.** MJV Press: Rio de Janeiro.

## DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA COMPUTACIONAL PARA AQUISIÇÃO E ANÁLISE DE DADOS AMBIENTAIS REMOTAMENTE.

### Jucivaldo Araujo Ferreira Junior

Universidade Federal Do Oeste do Pará (UFOPA)-  
Instituto de Engenharia e Geociências (IEG)-  
Santarém - Pará

### Rardiles Branches Ferreira

Universidade Federal Do Oeste do Pará (UFOPA)-  
Instituto de Engenharia e Geociências (IEG)-  
Santarém - Pará

### Rodrigo Da Silva

Universidade Federal Do Oeste do Pará (UFOPA)-  
Instituto de Engenharia e Geociências (IEG)-  
Santarém - Pará

### Julio Tota da Silva

Universidade Federal Do Oeste do Pará (UFOPA)-  
Instituto de Engenharia e Geociências (IEG)-  
Santarém - Pará

### Samuel Alves de Souza

Universidade Federal Do Oeste do Pará (UFOPA)-  
Instituto de Engenharia e Geociências (IEG)-  
Santarém - Pará

**RESUMO:** Desde a sua criação em 2003, o sistema Android chama atenção por sua flexibilidade, o uso de um código aberto que permite personalizações e as mais diversas aplicações e a gratuidade. Este trabalho é resultado da aplicação desta plataforma nas ciências atmosféricas denominado Sistema de Aquisição de Dados Remotos (S.A.R.D). O objetivo do projeto é auxiliar na difusão de dados de troca de massa e fluxos de energia entre a

Biosfera e a atmosfera na Floresta Nacional do Tapajós (TNF). O S.A.D.R foi pensando visando o compartilhamento de dados a partir da *Web Service* e a integração de sensores em uma base de dados única que pode ser acessada de qualquer lugar em tempo real e em dispositivos móveis. O S.A.D.R foi desenvolvido em linguagem Java e está integrado com o *Web Service* usando a linguagem PHP. Para manter as transições contínuas dos dados foi implementado o protocolo de transferência de hipertexto (HTTP) entre os sensores de medida. Os testes realizados incluíram teste de chamadas de dados periódicos e acesso múltiplo para a plataforma. Os resultados não mostraram anomalias no serviço de transporte de dados. A principal vantagem é a otimização de idas ao campo de pesquisa e a atualização do banco de dados com maior frequência.

**ABSTRACT:** This meta Since the Android System has been created – It's flexibility, the open source that allow personalization and applications in different ways and to be freeware- turn this platform very popular. This work is a result of an application of this system in the atmospheric sciences called Acquisition System of Remote Data (S.A.R.D). The project aim is to support to the data diffusion of mass interchange and energy flux in the interface biosphere atmosphere. The intention to develop

the S.A.D. R was the data share using the web service and a web of sensors, both integrate in a unique data base that could be access from anywhere in real time and in mobile devices. The S.A.D.R was develop in JAVA language and is linked with the web service through PHP language. To keep the data traffic continuous, were used the hypertext transfer protocol (HTTP) connecting each measure sensor. The tests realized included periodic data calls e multiple accesses to the platform. The results do not appoint an unusual behavior in the data transport service. The mains advantages is the trip optimization to research field and bigger update frequency of the data bank.

## 1 | INTRODUCAO

A Amazônia compreende a maior floresta tropical do planeta, bem como o maior rio da terra em volume de água. Os ciclos biogeoquímicos nessa região do globo terrestre estão intimamente relacionados com ecossistemas biológicos de outras partes do mundo. Portanto, entender a dinâmica dos ecossistemas amazônicos – como funcionam, como respondem aos impactos ambientais e qual a influencia no clima em escala local e global – e criar um banco de dados extenso e preciso é imprescindível (Grace-Malhi, 2000).

O grupo de pesquisa Biogeoquímica da Região Amazônica (BRAMA) em conjunto como Laboratório de Química e física da Atmosfera do Instituto de Engenharia e Geociências (IEG-UFOPA) realiza pesquisas dentro do Programa “Experimento de Grande Escala na Biosfera Atmosfera” (Large Scale Biosphere-Atmosphere Experiment- LBA), que em 2007 se tornou um Programado Ministério da Ciência e Tecnologia- MCT, mantendo seu caráter de cooperação internacional. Dentro dessa temática biosfera-atmosfera realizam-se os mais diversos tipos de pesquisas, as coletados dados é baseada na utilização de instrumentação de alta Tecnologia, usando o método de torre instrumentada. Os sensores ligados à torre medem diversos parâmetros físico-químicos como velocidade do vento, temperatura, umidade relativa, concentração de gases traços, radiação incidente e etc. Para que os dados cheguem a mão do pesquisador é necessário uma logística enorme (condução, combustível, recursos humanos e etc.), visto que os sítios de pesquisa são de difícil acesso. Os dados medidos por esses sensores são armazenados em *dataloggers* alojados nas torres e então são semanalmente descarregados, sendo necessário que um técnico faça o serviço manualmente. Neste contexto, surgiu a proposta de desenvolver um sistema composto por torres micro meteorológicas, *Web Service* e um Aplicativo para dispositivos móveis (Smartphones, Tablets e outros) que utilizem o Sistema operacional Android e que fossem capazes de armazenar, transmitir e mostrar os dados, estabelecendo uma comunicação entre os sítios de pesquisa e pesquisadores onde quer que eles estejam. Este trabalho tem como prerrogativas o desenvolvimento desse aplicativo com o objetivo final de tornar a aquisição de dados mais eficiente.

O desenvolvimento do Sistema de Aquisição de Dados Remotos (S.A.D.R) deve promover uma melhoria na qualidade e quantidade de dados adquiridos bem como na otimização de recursos durante as campanhas de medidas.

## 2 | METODOLOGIA

Inicialmente o projeto foi dividido em seis etapas: revisão bibliográfica, análise de Requisitos, modelagem, construção e estabelecimento de comunicação entre os componentes do sistema, desenvolvimento de um aplicativo e integração de todas as etapas. A primeira etapa foi fundamentada no levantamento da tecnologia Android(LECHETA, 2013). Android é um sistema operacional baseado em Linux que opera em celulares (smartphones), netbooks e tablets, desenvolvido pelo *Open Handset Alliance*<sup>TM</sup>, um grupo de 84 empresas de tecnologia móvel que se uniram para acelerar a inovação em dispositivos móveis e oferecer aos consumidores uma melhor experiência.

Foi escolhida a tecnologia Android pelo fato de esse sistema operacional estar presente na maioria dos celulares (smartphones) dos pesquisadores envolvidos no projeto e dos celulares (smartphones) do mundo, Além do estudo do sistema operacional Android, foi dedicada atenção à linguagem de programação Java, uma vez que esta é usada na plataforma Android para o desenvolvimento de aplicações. Obedecendo a Engenharia de software que é uma abordagem sistemática e disciplinada para o desenvolvimento de software (PRESSMAN, 2006), Esta foi aplicada no gerenciamento do Projeto e na Análise de Requisitos, Desde as medidas no campo até o armazenamento e compartilhamento das informações (dados), forma escutadas e observadas as necessidades do usuário (pesquisador) quem deveriam ser atendidas na integra e um bom gerenciamento do modus operandi de cada parte do processo é fundamental para o alcançar o objetivo.

Realizada a etapa de análise de requisitos, podemos prosseguir com o plano de trabalho. A modelagem teve como objetivo especificar detalhadamente a estrutura do S.A.D.R (Sistema de Aquisição de Dados Remotos), descrevendo cada parte componente do mesmo, e servirá como documentação de base para as atividades de codificação das estruturas de um sistema, bem como a elaboração de testes das funcionalidades implementadas, na documentação de estruturas já existentes no sistema, ou seja, como uma ferramenta de engenharia reversa, a partir da qual serão documentadas as funcionalidades, Como pode ser visualizado na Figura 1.

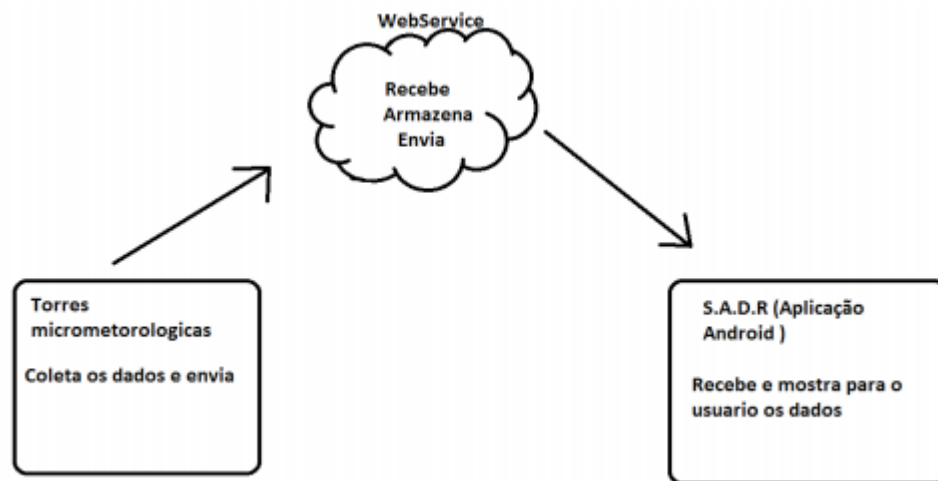


Figura 1 - A figura mostra a Estrutura do Sistema.

Na construção da comunicação desenvolvemos uma comunicação via HTTP, Hypertext Transfer Protocol, em português Protocolo de Transferência de Hipertexto, é um protocolo de comunicação entre os sensores coletores de dados ambientais e a aplicação através do *Web Service*, pois assim o fluxo dos dados ambientais será automático, facilitando o manuseio deles pelos usuários. No desenvolvimento do sistema S.A.D.R, foram colocados em prática os conhecimentos referentes à programação Java, previamente estudada na fase inicial do projeto, aplicando-as na elaboração do S.A.D.R, assim o S.A.D.R será integrado com um *Web Service*, que é uma solução utilizada na integração de sistemas e na comunicação entre aplicações diferentes. Com isso é possível que novas aplicações possam interagir com aquelas que já existem e que sistemas desenvolvidos em plataformas diferentes sejam compatíveis. No caso a aplicação Android se comunicar com o *Web Service*, pois eles são escritos em linguagens diferentes o Android em Java e o *Web Service* em PHP, assim Justificando o uso dessa tecnologia.

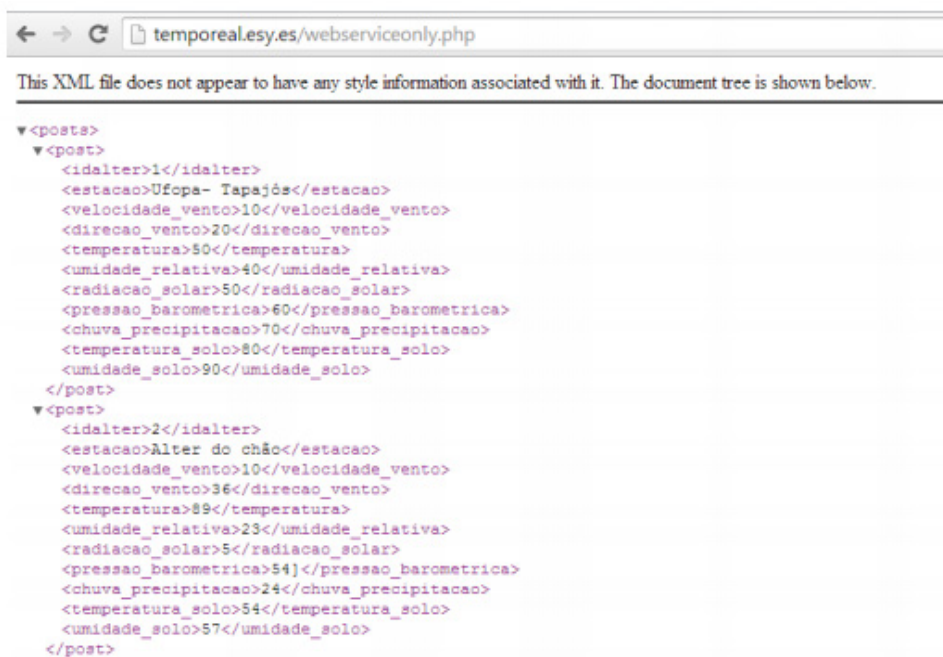
O desenvolvimento do *Web Service* foi à solução utilizada para a integração dos sistemas e pela transferência de dados ambientais coletados. A criação do *Web Service* foi implementada na linguagem PHP, pelo fato de existirem muitos serviços grátis para essa linguagem, como por exemplo, hospedagem gratuita. Hospedagem é o lugar onde o site, ou no caso o *Web Service*, necessita estar para ser acessível por qualquer pessoal em qualquer lugar, desde que esteja online. Para essa hospedagem de *Web Service* escolhemos a hospedagem gratuita da empresa HOSTINGER (<http://www.hostinger.com.br/>), que dentre outros serviços hospeda e fornece todo gerenciamento da sua aplicação. Dentro da plataforma do HOSTINGER adotamos o banco de dados relacional Php Myadmin que usa a linguagem SQL. Essa Hospedagem foi escolhida pelo fato de atender as necessidades do sistema e de forma gratuita.

Posteriormente realizamos os testes com aplicação como, por exemplo, teste de chamada periódica dos dados, múltiplo acesso à plataforma, entre outros testes.

A aplicação foi aprovada nesses testes e não apresentou anomalias na visualização dos dados.

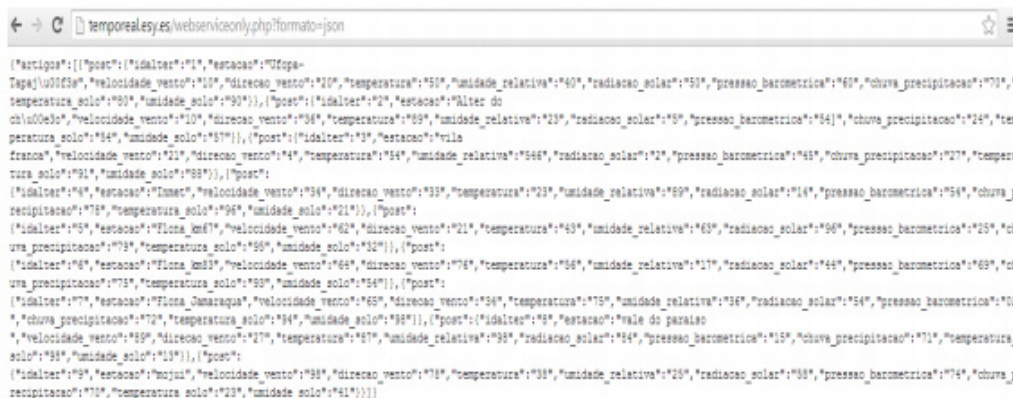
### 3 | RESULTADOS

O desenvolvimento do sistema seguiu o cronograma planejado, os resultados iniciais foram bastantes promissores. O *Web Service* foi desenvolvido como foi idealizado e retorna duas saídas tanto a XML quanto o formato Json, que é o formato mais usado por aplicações móveis, pois é mais leve do que o XML. Como se pode ver na figura 2 e 3.



```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<posts>
  <post>
    <idalter>1</idalter>
    <estacao>Ufcpa- Tapajós</estacao>
    <velocidade_vento>10</velocidade_vento>
    <direcao_vento>20</direcao_vento>
    <temperatura>50</temperatura>
    <umidade_relativa>40</umidade_relativa>
    <radiacao_solar>50</radiacao_solar>
    <pressao_barometrica>60</pressao_barometrica>
    <chuva_precipitacao>70</chuva_precipitacao>
    <temperatura_solo>80</temperatura_solo>
    <umidade_solo>90</umidade_solo>
  </post>
  <post>
    <idalter>2</idalter>
    <estacao>Alter do chão</estacao>
    <velocidade_vento>10</velocidade_vento>
    <direcao_vento>36</direcao_vento>
    <temperatura>89</temperatura>
    <umidade_relativa>23</umidade_relativa>
    <radiacao_solar>5</radiacao_solar>
    <pressao_barometrica>54</pressao_barometrica>
    <chuva_precipitacao>24</chuva_precipitacao>
    <temperatura_solo>54</temperatura_solo>
    <umidade_solo>57</umidade_solo>
  </post>
</posts>
```

Figura 2 - A figura mostra a saída do Web Service em formato XML



```
{
  "estacoes": [
    {
      "idalter": "1",
      "estacao": "Ufcpa- Tapajós",
      "velocidade_vento": "10",
      "direcao_vento": "20",
      "temperatura": "50",
      "umidade_relativa": "40",
      "radiacao_solar": "50",
      "pressao_barometrica": "60",
      "chuva_precipitacao": "70",
      "temperatura_solo": "80",
      "umidade_solo": "90"
    },
    {
      "idalter": "2",
      "estacao": "Alter do chão",
      "velocidade_vento": "10",
      "direcao_vento": "36",
      "temperatura": "89",
      "umidade_relativa": "23",
      "radiacao_solar": "5",
      "pressao_barometrica": "54",
      "chuva_precipitacao": "24",
      "temperatura_solo": "54",
      "umidade_solo": "57"
    }
  ]
}
```

3 - A figura mostra a saída do *Web Service* em formato Json. Aplicativo Android foi desenvolvido para se comunicar com o *Web Service* e consequentemente com banco de dados, requerendo as informações da estação selecionada e mostrando para o usuário a informação, como pode ser visto nas figuras 4 e 5.



Figura 4 - interface inicial da aplicação.



Figura 5 - segunda interface da aplicação.

Quando uma das estações é clicada, o aplicativo vai até o *Web Service* e faz uma busca para mostrar para o usuário os dados daquela estação

#### 4 | CONCLUSÃO

O desenvolvimento do sistema capaz de coletar, armazenar e exibir os dados, sem maiores alterações. Ele atendeu aos requisitos levantados na fase inicial do projeto, atendendo as expectativas dos usuários, que são os pesquisadores que trabalham diretamente com esse sistema nos sítios de pesquisa e fora deles. O projeto atingiu seu objetivo de otimizar a aquisição e visualização dos dados, pois se tornou mais prático acompanhar as estações sem necessariamente estar no local, dessa forma se poupa dinheiro, tempo e recursos humanos, realocando estes recursos em outras necessidades.



Portanto os resultados formam bastante satisfatórios, uma vez que atendeu as exigências dos requisitos levantados e também atendendo as expectativas dos usuários. O Sistema será aumentado em breve acoplado outros módulos e funcionalidades, inserindo mais estações de coleta e melhorando as funcionalidades já existentes.

## 5 | AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos os integrantes do Laboratório de Química e física da Atmosfera que pertence ao Instituto de Engenharia e Geociências da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) pelo apoio dado ao longo do desenvolvimento deste trabalho e pelo espaço físico concedido. Agradeço também o grupo de pesquisa “Biogeoquímica da região amazônica” (BRAMA) pelo apoio e incentivo durante esse projeto. Agradeço também os Professores da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) Rodrigo da Silva pela oportunidade de desenvolver o sistema e pela orientação durante o processo e Júlio Tota da Silva pelo apoio concedido e incentivo dado ao longo do desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS

MALHI Y.; GRACE J. **Tropical forests and atmospheric Carbon dioxide**. Trends Eco Evolution. vol. 15, no. 8 August 2000.

LECHETA, R. **Google Android: Aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK**. 3ª Ed 2013. 824p.

PRESSMAN R., S. **Software Engineering - A Practitioner's Approach**. McGraw-Hill, 4<sup>th</sup> edition, 1997.

ROGERS R.; LOMBARDO, J. **Android Application Development: Programming with the Google SDK**. 1ª Edição . OREILLY & ASSOC, 2009.

MAZID A., M.; MAZID J.; , MAZID G. **8051 Microcontroller and Embedded Systems**. The [Hardcover]. Prentice Hall, Har/Dskt edition (November 11, 1999);l.

JACOBS S & BEANS C., P. **Fine particles, thin films and exchange anisotropy in Magnetism**. vol. III, G. T. Rado and H. Suhl, Eds. New York: Academic, 1963, pp. 271– 350.

## CARACTERIZAÇÃO DA MICROMOBILIDADE EM REDES SEM FIO INFRAESTRUTURADAS PELA VARIAÇÃO DA RELAÇÃO SINAL-RUÍDO

### **Kerlla Souza Luz Prates**

Universidade de Brasília (UnB), Departamento de Engenharia Elétrica - Brasília – Distrito Federal (DF)

### **Priscila América Solís Mendez Barreto**

Universidade de Brasília (UnB), Departamento de Ciência da Computação – Brasília – Distrito Federal (DF)

### **Henrique Domingues Garcia**

Universidade de Brasília (UnB), Departamento de Engenharia Elétrica Brasília – Distrito Federal (DF)

### **Mylène Christine Queiroz de Farias**

Universidade de Brasília (UnB), Departamento de Engenharia Elétrica Brasília – Distrito Federal (DF)

**RESUMO:** Este trabalho avalia a viabilidade de utilização da variação da SNR (relação sinal-ruído) em redes infraestruturadas IEEE 802.11 para caracterização da mobilidade de estações sem fio. A partir de medidas que verificam a variação da SNR em estações com baixa mobilidade é apresentado um algoritmo para que uma estação possa se auto identificar com micro mobilidade e posteriormente, ativar um mecanismo para diminuir os quadros de gerenciamento e controle que tenham como objetivo apenas a verificação contínua da conexão com o ponto de acesso (AP). Os

resultados experimentais permitem observar que com diversos graus de movimentação dos nós é possível identificar a micro mobilidade com base em dois parâmetros: a variação da SNR e a prevalência com o AP.

**PALAVRAS-CHAVE:** caracterização da mobilidade, variação da SNR, prevalência com o AP, IEEE 802.11.

**ABSTRACT:** This paper evaluates the viability of using the SNR (signal-noise relation) variation in infrastructure IEEE 802.11 networks for mobility characterization. Using measures that verify the SNR variation in stations with micro-mobility, the paper presents an algorithm to allow a station to make a micro-mobility self-identification procedure and then, may be able to activate a mechanism to diminish management and control frames that verify continuously the connection with the AP (Access Point). The experimental results verify that with several degrees of nodes movement is possible to identify the micro-mobility based in two parameters: the SNR variation and the prevalence with the AP.

**KEYWORDS:** mobility characterization, SNR variation, prevalence with the AP, IEEE 802.11.

## 1 | INTRODUÇÃO

A camada de enlace da família de protocolos IEEE 802.11 contém uma série de controles que se baseiam na premissa de que os usuários têm mobilidade homogênea. Hoje em dia, com os inúmeros cenários de operação das redes 802.11, não é incomum se deparar em ambientes em que a rede conectada mediante meios guiados venha a ser substituída ou complementada por ambientes de conexão sem fio. Nestes ambientes, é possível que a maioria dos usuários sejam caracterizados como usuários com mobilidade reduzida, ou seja, as estações após associar-se a uma *Service Set Identification* (SSID) permanecem conectadas ao mesmo ponto de acesso por longos períodos com curtos intervalos de interrupção.

A comparação das taxas efetivas alcançadas pelas redes sem fio com as redes cabeadas propicia o uso das últimas em ambientes que precisam uma maior vazão. Entretanto, o baixo custo de instalação das redes sem fio aliado à flexibilidade de gerenciamento, pode permitir que quando os usuários nestas redes apresentem um padrão de mobilidade próximo ou equivalente ao de um usuário de rede cabeada, os mecanismos de controle e gerenciamento da mobilidade possam ser reduzidos de forma adaptativa, propiciando uma maior eficiência na transmissão e aumentando consequentemente a vazão do tráfego de dados.

Alguns trabalhos de pesquisa têm nominado o tráfego produzido por atividades não produtivas em redes sem fio como ‘tráfego indesejado’ (Raghavendra et al., 2010). Tradicionalmente, em vários trabalhos o tráfego indesejado é sinônimo de tráfego malicioso. Entretanto, uma parcela considerável desse tráfego indesejado pode também ser gerada por controles que procuram manter ou verificar agressivamente a conectividade do dispositivo, mesmo em casos em que isto não é necessário, por exemplo, em uma rede em que os usuários têm pouca ou nenhuma mobilidade.

O ambiente de redes sem fio em que os usuários apresentam baixa mobilidade é o foco deste trabalho. O conceito de alta prevalência é usado para caracterizar aqueles usuários que mesmo com dispositivos de comunicação móveis, possam ser classificados como estacionários ou com micro mobilidade. A micro mobilidade pode ser caracterizada a partir de um estudo sobre a alta prevalência em redes sem fio infraestruturadas com um modelo com base na variação da SNR (relação sinal-ruído, do inglês *signal noise ratio*).

Este trabalho apresenta e discute um algoritmo para caracterizar a prevalência de dispositivos em redes sem fio infraestruturadas, como parte de uma futura proposta de um protocolo adaptativo nesses ambientes. Na seção 2 é apresentada uma revisão de trabalhos sobre tráfego em redes IEEE 802.11. A seção 3 define o conceito de micro mobilidade em redes infraestruturadas com base na prevalência e o modelo de propagação adotado neste trabalho. A seção 4 discute os resultados experimentais e por fim, a seção 5 apresenta as conclusões e trabalhos futuros.

## 2 | O TRÁFEGO NAS REDES IEEE 802.11

As redes sem fio são definidas pela família do padrão IEEE 802.11 que especifica alguns elementos da camada física e a camada de controle de acesso ao meio. O quadro de dados na camada de enlace pode ser classificado em três tipos: gerenciamento, controle e dados. Os quadros de gerenciamento permitem que as estações estabeleçam e mantenham conexões. Os quadros de controle ajudam a garantir a entrega dos quadros de forma correta.

Uma forma de operação nas redes IEEE 802.11 é o modo infraestruturado em que, o ponto de acesso central ou *Access Point* (AP) é o elemento fundamental e centralizador da conexão (Walke 2006). Embora os canais de acesso sejam descentralizados, todo o tráfego da rede é gerenciado e controlado no AP. Para manter a funcionalidade da camada de enlace, dois tipos de pacotes são utilizados durante o tempo de associação do nó, a saber: *Beacon* e *Probes* (*Request* e *Response*), usados nos procedimentos de escaneamento passivo e ativo para a oferta e seleção de cobertura.

Entre intervalos regulares o AP pode enviar pacotes *Beacon* em *broadcast* para anunciar sua presença e seus parâmetros de conexão aos dispositivos na sua área de cobertura. O pacote *Probe Request* é enviado pela estação para o AP para solicitar indicadores de cobertura e garantir o enlace com a melhor oferta. O trabalho publicado por Ganji (Ganji, 2013) descreve uma estratégia agressiva para redução da densidade de uso de APs. O trabalho propõe que, uma vez que os pacotes do tipo *Probe* captam o sinal dos dispositivos vizinhos e esse sinal ao ser comparado com o sinal atual, não resulta em associação, os próprios APs poderiam se adaptar para que estações que estejam com sinais melhores possam diminuir a solicitação de informações aos APs numa espécie de camuflagem.

Em (Bento et al., 2010) foi realizada uma análise dos tipos de quadros na camada de enlace a partir de amostras reais de tráfego. Neste trabalho, o autor conclui que cada tipo de quadro conforma cerca de um terço da quantidade total de quadros trafegados na rede, com uma leve desvantagem para os quadros de dados. A distribuição de quadros para cada tipo e subtipo apresentou a seguinte divisão:

- 34,46% dos quadros como de controle,
- 33,57% de quadros de gerenciamento e
- 31,95% de quadros de dados.

Os quadros de dados nulos (*null frames*) são um tipo especial e importante nas redes sem fio. A sua maior característica é não carregar dados e seu uso não é especificado no padrão IEEE 802.11 (Gu et al., 2010). Entretanto, a indústria fabricante de equipamentos os usa numa ampla variedade de aplicações, a saber: gerenciamento de energia, varredura de canal e o estado (ativo ou ocioso) da estação, entre outras. Quando usado para manter a associação, os quadros nulos de uma forma

geral notificam o ponto de acesso da existência de estações ociosas. Percebe-se que, o uso desse tipo de quadro é facilitado pelo seu pequeno tamanho e flexibilidade de implementação. Esse tipo de quadro ainda é usado pela estação móvel para informar ao AP sobre mudanças de estados.

Em (Raghavendra et al., 2010) foram estudados padrões do tráfego nas redes sem fio e os resultados mostram que uma parte significativa do tráfego na camada de enlace, para os mecanismos que iniciam, mantêm e alteram as conexões entre o cliente e o ponto de acesso, pode ser não necessária, principalmente quando existe baixa mobilidade dos usuários. Observa-se que uma grande parcela desse tráfego pode contribuir para o agravamento dos problemas de conexão da camada de enlace em que clientes erroneamente concluem que perderam conexão com o ponto de acesso e reiniciam *handoffs*, mesmo na ausência de mobilidade.

### 3 | CONCEITOS DE PREVALÊNCIA E PERSISTÊNCIA EM REDES SEM FIO E O MODELO DE PROPAGAÇÃO PARA AMBIENTES *INDOOR*

Em (Paxson, 1996), o conceito de prevalência foi definido como a probabilidade global de uma determinada rota ser encontrada. Nas redes locais sem fio, a prevalência é a probabilidade de uma estação sem fio permanecer associada a um determinado ponto de acesso disponível dentro do espaço físico coberto por uma rede local. Dessa forma, este conceito indicará a possibilidade de um cliente se associar seguidamente a um mesmo AP em uma estrutura de serviço estendida formada por múltiplos APs.

O persistência é o tempo decorrido do início ao fim de cada associação de um nó ao AP. A prevalência é então um indicativo da mobilidade dos clientes. Se um cliente é estacionário ou seja, predominantemente não móvel, a prevalência de uma associação entre um nó e o AP será considerada alta, porém, se os valores de prevalência estiverem distribuídos uniformemente pode indicar que o cliente tenha alternado a conexão com outros APs vizinhos e se movimentado fisicamente pela área de cobertura. A prevalência  $\pi$  do cliente conectado a um determinado AP é definida pela Eq. 1 (Paxson, 1996).

$$\pi = ks/Ns \quad (1)$$

Em (1)  $ks$  representa o tempo total que o cliente esteve ativo e  $Ns$  representa o tempo total de avaliação da amostragem. O uso da Eq.1 em um cenário com baixa mobilidade, permite avaliar que os clientes repetidas vezes se associem ao mesmo AP ainda que com múltiplos APs ao alcance do nó. Para o cálculo da persistência, mede-se o tempo decorrido de conexão entre o momento que o cliente associa-se a um determinado AP até o encerramento da conexão sem interrupções, dado pelo termo  $ks$ .

O padrão 802.11 procura manter o enlace ativo a qualquer custo, o que na prática

faz com que estações móveis e APs troquem pacotes nulos (sem dados) para verificar e manter a conexão para garantir que o cliente permaneça ativo junto ao mesmo AP ao qual está associado. O valor da persistência é usado para a análise da prevalência e é definido como os intervalos de tempo decorridos do início ao fim de cada associação de um nó ao AP.

Existem vários modelos de predição de intensidade de campo eletromagnético para redes sem fio. Entre alguns destes modelos podem-se citar: o modelo de Okumura, Hata e Lee (Alencar, 2009), porém todos classificados pela literatura para áreas urbanas. O nível de sinal recebido decresce logaritmicamente com a distância (Vasco C.L. et al., 2013) e dessa forma, o modelo de Perda de Propagação Log-distância foi adotado neste trabalho para caracterizar a propagação *indoor*, conforme (Jadhavar e Sontakke, 2012; Sulaiman e Hussein, 2012), definido pela Eq. 2, em que  $PL$  é a perda de propagação entre as distâncias  $d$  e  $d_0$ ,  $d$  é a distância do transmissor ao ponto medido,  $d_0$  é a distância de referência próxima ao transmissor e  $n$  é o expoente da perda de propagação.

$$PL(d) = PL(d_0) + 10n \log(d/d_0) \quad (2)$$

O ambiente interno causa perdas mais acentuadas do que o espaço livre. Este modelo de normalização logarítmica onde a perda de propagação é caracterizada por um fator de atenuação, que no caso, é o expoente de distância  $n$  é um modelo não dependente da frequência podendo ser utilizado em várias faixas de transmissão e o valor de  $n$  contém intrinsecamente o efeito de todos os mecanismos de propagação (Vasco C. L. et al., 2013). O valor  $n$  leva em consideração a existência de ambientes diferenciados para o percurso do sinal e se adapta tanto para ambientes internos e externos. O valor de  $n$  pode variar entre 2 a 5 para ambientes externos e entre 4 a 6 para ambientes internos (Sulaiman e Hussein, 2012).

## 4 | ANÁLISE EXPERIMENTAL

### 4.1 Avaliação da SNR em estações com micromobilidade

Com o objetivo de comprovar a variação dos valores de SNR de nós qualificados como estacionários ou micromobilidade foram coletadas medidas reais no cenário descrito na Figura 1. As medidas foram feitas a partir da observação e análise de 15 nós sem fio, 1 AP da marca Cisco e 1 adaptador USB sem fio na taxa de 54Mbps. Todos os dispositivos usados operam na versão g do protocolo IEEE 802.11, na frequência de 2.4 GHz e na transmissão típica de energia de 18 dBm. Os nós foram alocados na área de três laboratórios do Departamento de Ciência da Computação (CIC) no Campus Darcy Ribeiro na Universidade de Brasília (UNB).

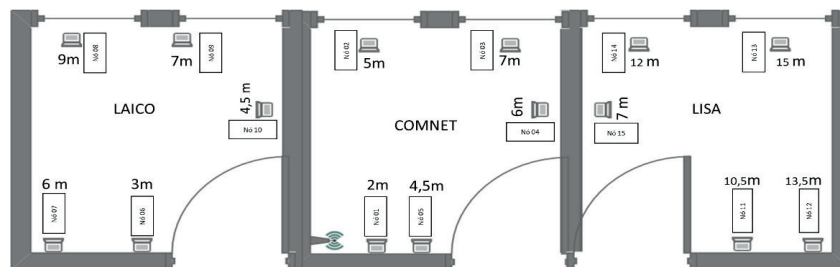


Figura 1. Ambiente Real de Medidas

Nos testes cada *host* autenticava-se ao SSID do AP localizado no ambiente COMNET, conforme mostrado na Figura 1. Foram registrados para cada nó os valores de potência, ruído e SNR. Por cada nó foram realizadas 10 medidas diferentes por intervalo e foi calculada a média de cada bloco. Os testes foram realizados durante um mês em horários alternados entre os turnos da manhã, tarde e noite. Os testes foram feitos no canal 9, com outros 14 pontos de acesso disponíveis na mesma área de cobertura.

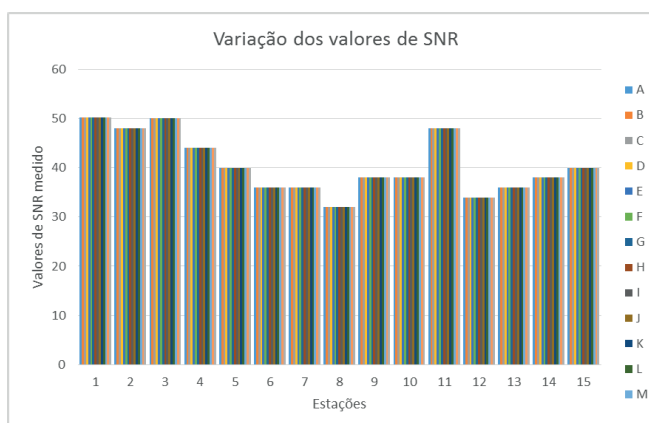


Figura 2. Valores de SNR para cada nó em diversas medidas

A Figura 2, apresenta as medidas coletadas para a relação entre os valores do sinal-ruído para a medida da SNR. Observa-se que para todos os nós medidos há estabilidade do valor de SNR, uma vez que foram caracterizados como estacionários ou micromobilidade (sofreu pequenas movimentações como por exemplo, de uma mesa para outra próxima).

#### 4.2 Algoritmo para caracterização da micromobilidade

Neste trabalho foi desenvolvido um algoritmo para caracterização da mobilidade das estações. O cenário foi definido como um conjunto de usuários com mobilidade variada em uma área coberta por um ponto de acesso com raio de 20 metros formado por 105 estações de trabalho (móveis e fixas), com o objetivo de caracterizar nesse raio de cobertura uma alta densidade de usuários. As premissas utilizadas na simulação foram as seguintes:

- Utilização do modelo Log-distância para a propagação do sinal, descrito na Eq.

2. Na implementação do algoritmo,  $n$  considerou-se igual a 1 metro (m), ou seja, a distância do transmissor ao ponto medido mais próximo da antena e  $PL(d_0)$  é a média da perda de propagação dos pontos medidos a 1 metro.

- Os parâmetros mostrados na Tabela 2 foram utilizados conforme referencia do manual do AP do tipo Roteador *wireless G broadband* (Cisco Systems 2011) na intenção de englobar o padrão da grande maioria de roteadores disponíveis no mercado.
- Para o cálculo da prevalência, o algoritmo considera o cálculo da prevalência constante em função de que na área coberta simulada há apenas um único AP representado por ( $\pi = 1$ ) em que o valor 1 significa alta prevalência, ou seja, as estações podem ter baixa mobilidade na área coberta pelo AP mas não deverão sair desta área de cobertura.
- O SNR é utilizado como medida do grau de movimentação a partir do uso de modelos de perda de caminho para estimar o nível do sinal recebido como uma função da distância. O algoritmo de adaptação irá armazenar os valores da SNR a cada verificação para indicar ao final de cada três verificações a adaptação ou não da estação.

O Algoritmo 1 detalha a implementação do processo anteriormente descrito. Para mudar de estado, a estação deverá ter mobilidade reduzida, a qual será medida pelos valores de SNR trocados entre o nó e o AP. Porém, numa rede com mais pontos de acessos se levaria em consideração o tempo de conexão com cada um destes pontos de acesso (persistência) para então decidir pela adaptação ou não. O processo de identificação da micromobilidade é executado pela própria estação, o que de certa forma desonera o AP em ter que se preocupar com este processo. Porém, idealiza-se que uma vez adaptado em um sistema real, o AP deverá ser informado para então, minimizar o envio de pacotes apontados como desnecessários.

## 5 | RESULTADOS

Inicialmente foi necessário identificar os parâmetros descritos nas Tabelas 2 e 3 para a configuração adequada do Algoritmo 1. Também foram feitas convenções decorrentes do estabelecimento de parâmetros relacionados aos valores de tempo, tratados como unidade de tempo ( $ut$ ) e velocidade como unidade de velocidade ( $uv$ ). A Tabela 1 resume os símbolos, valores e unidades utilizados na simulação.

No início da simulação, todos os nós associados ao mesmo AP começam no estado normal, sem nenhum mecanismo de adaptação. Na dinâmica de simulação, após três seqüências de testes em que os valores de SNR são observados, o algoritmo irá comparar aos valores de referência e então decidir pela adaptação quando necessário. Caso o nó já esteja adaptado e a comparação dos valores permanecer dentro da referência, o nó permanecerá nesse estado, caso contrário, deverá mudar de estado. Após perder o estado de ativação do mecanismo, reinicia-se o processo de verificação para todo o fluxo necessário à ativação.



- 01: Para cada nó (N)
- 02: Enquanto o nó não estiver dentro da cobertura
  - 03: Calcule o deslocamento de N aleatoriamente conforme duração de deslocamento e tempo entre deslocamentos;
  - 04: Calcule a distância de N em relação ao AP; 05: Calcule a atenuação e potência recebida por N; 06: Calcule o SNR para N;
- 07: Se  $\Delta\text{SNR}$  for menor que o limiar e o valor de prevalência = 1 08: Contador de ativação ++
- 09: Contador de desativação = 0;
- 10: Se o contador de ativação = 3 e o N estiver desativado 11: Adapte N;
- 12: Senão
  - 13: Contador de desativação ++; 14: Contador de ativação = 0;
- 15: Se Contador de desativação = 3 e o N estiver “ativado” 16: Desadapte N
- 17: Salve o estado de todas as variáveis de N para cada T (tempo)

Algoritmo 1. Procedimento para adaptação da estação baseado na variação de SNR

PARÂMETROS	SÍMBOLOS	VALORES	UNID.
Frequência de Operação	F	2.4	GHz
Potência de Transmissão (cliente)	PMt	13	dBm
Ganho da antena do AP	Gt	2	dBi
Ganho da antena da estação (cliente)	Gr	-1	dBi

Tabela 1. Parâmetros da Simulação

PARÂMETROS	VALORES	UNIDADE
Raio de cobertura do AP	20	m
Velocidade de deslocamento do nó	0 a 5	uv
Duração do deslocamento	1 a 6	ut
Tempo entre deslocamento	100	ut
Numero de teste antes da adaptação	3	ut
Tempo entre os testes	1	ut
Tempo total da simulação	600	ut
Posição inicial da estação	5	x e y
Numero de estações por simulação	105	Nó

Tabela 2. Parâmetros descritivos para o cenário proposto

Conforme mostrado na Tabela 2, foi considerado raio de cobertura do AP de 20 metros, velocidade de deslocamento do nó de 0 a 6 uv, duração do deslocamento de 1 a 6 ut, tempo entre o deslocamento de 100 ut, número de teste antes da adaptação igual a 3 e tempo entre os testes de 1 ut. Durante a simulação outros valores foram utilizados, porém, não houve alterações significativas nas médias de ativação do mecanismo. Dessa forma, esses dados representam valores médios dentro da escala

de valores testados. Os parâmetros utilizados foram: frequência de operação (F) com valores de 2,4 GHz, a potência de transmissão do cliente (Pt) de 20 dBm potência do ruído de -200dBm.

A Tabela 3 mostra o resultado da simulação com os valores classificados por faixas de variações da SNR. Percebe-se que mesmo as estações com macro mobilidade puderam ser identificadas pois o algoritmo previa paradas entre as movimentações, o que permitia que os nós se movimentassem ao longo da área de cobertura. As Figuras 3 e 4 ilustram a movimentação e a ativação das estações simuladas pelo algoritmo. Os eixos x e y são componentes da posição do nó em relação ao AP, tendo em vista a sua localização na posição (0,0) e cobertura máxima de 20 metros. A oscilação nos eixos y, várias linhas em um, significa adaptado e sete, significa desadaptado. Nos eixos x têm-se o tempo de simulação. As Figuras 3.a e 3.b representam cinco estações com nenhuma mobilidade (estacionárias) derivando em gráficos sem oscilações, permanecendo sempre no estado de adaptação permanentemente (b).

As Figuras 4.a e 4.b representam estações com alta mobilidade (macro mobilidade). Na figura 4.a pode-se observar o deslocamento total das mesmas dentro da área coberta. Na Figura 4.b observa-se que alguns nós obtiveram períodos de ativação (linhas oscilando na vertical) ou nenhuma (linha na horizontal) em função da variação do valor de SNR. Dessa forma, conclui-se que as estações com maior movimentação experimentaram uma maior variação nos valores de SNR e dessa forma, não poderiam em uma situação real ativarem o mecanismo de adaptação. Os resultados anteriores mostram que com base nos parâmetros de prevalência e variação da relação sinal-ruído é possível identificar o momento em que uma estação poderia iniciar uma versão adaptativa do protocolo IEEE 802.11. Da mesma forma, o algoritmo proposto permite identificar o momento em que a estação deve sair dessa dinâmica adaptativa.

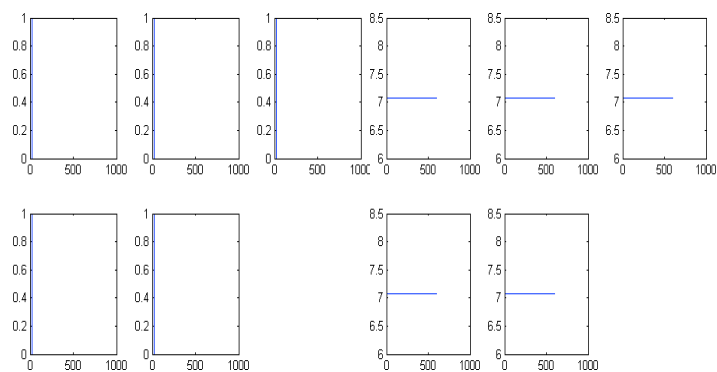


Figura 3. Movimentação (a) e Ativação (b) de estações estacionárias

$\Delta$ SNR	% ADAPTAÇÃO	MÉDIA MOVIMENTAÇÃO	Classificação
0 a 0,09	83%	39,08	Estacionárias
0,10 a 0,19	67%	303,51	Micromobilidade

0,20 a 0,29	61%	721,38	Micromobilidade
0,30 a 0,39	51%	1728,18	Macromobilidade
0,40 a 0,49	30%	3236,16	Macromobilidade

Tabela 3. Resultados da simulação

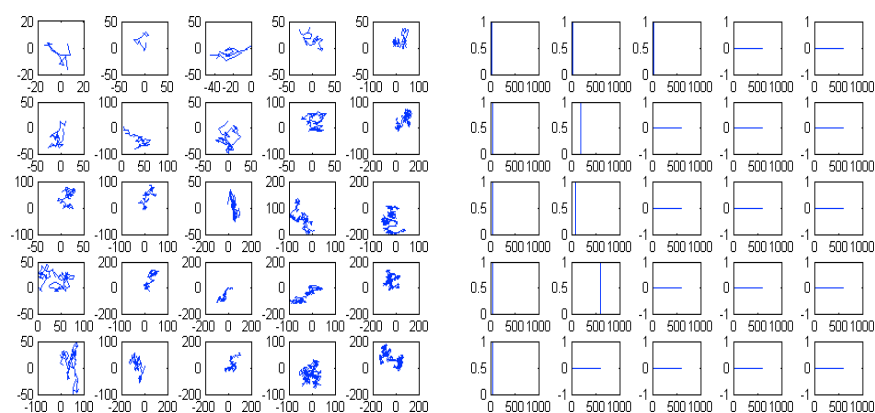


Fig. 4. Movimentação (a) e Ativação (b) de estações com macromobilidade

## 6 | CONCLUSÕES

Neste artigo foi proposto um algoritmo para implementar um mecanismo de tráfego adaptativo para o protocolo IEEE 802.11 no caso de usuários com micromobilidade. A proposta teve como foco usuários suscetíveis à adaptação do tráfego de pacotes com o intuito de minimizar o nível de congestionamento em redes com alta densidade e aumentar a eficiência na transmissão.

O estudo se baseia em dois parâmetros: a prevalência e a variação da relação sinal-ruído, calculada em cada nó móvel. Os resultados experimentais mostram que a verificação destes valores em intervalos regulares permite identificar o momento em que uma estação poderia iniciar uma versão adaptativa do protocolo IEEE 802.11. Da mesma forma, o algoritmo proposto permite identificar o momento em que a estação deve sair dessa dinâmica adaptativa.

Os resultados de um ajuste no protocolo permitiriam reduzir o volume de tráfego de gerenciamento e controle na rede, aumentando por sua vez o volume de tráfego de dados, com uma melhora de desempenho na rede. Como trabalho futuro, espera-se propor e avaliar um conjunto de alterações ao protocolo da família IEEE 802.11 com base nos resultados deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

Alencar, M. S. (2010), Ondas eletromagnéticas e teoria de antenas, Érica.

Bento, T. F. Barreto, P. S. (2010) "Um Estudo da composição do tráfego Autossimilar na Camada de

Enlace para Avaliação do Desempenho em Redes sem fio”, XVII Workshop de Gerência e Operação de Redes e Serviços (Anais) ISSN: 2177-496X.

Cisco Systems (2011), User Guide Wireless G Broadband Linksys.

Ganji, F., Budzisz, L., Wolisz, A., (2013) “Assessment of the Power Saving Potential in Dense Enterprise WLAN”, IEEE Annual International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (Proceedings *PIMRC*), pág. 2850– 2855.

Gast, M.S. (2005), 802.11 wireless networks: the definitive guide. O Reilly Media, 2nd edition.

Gu, W., Yang, Z., Xuan, D., Jia, W., Que, Can., (2010) “Null Data Frame: A Double- Edged Sword in IEEE 802.11 WLANs”, IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, VOL. 21, NO. 7.

Jadhavar B.R, Sontakke T.R., (2012) “2.4 GHz Propagation Prediction Models for Indoor Wireless Communications Within Building”, International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE), ISSN: 2278-3075, Volume – 2, Issue – 3.

Li, Y., Papagiannaki, D., Sheth, A., (2011) “Uplink Traffic Control in Home 802.11 Wireless Networks”, ACM SIGCOMM Workshop on Home Networks (Proceedings), ISBN: 978-1-4503-0798-7.

Paxson, V. (1996), “End to End Routing Behavior in the Internet,” em SIGCOMM 1996, University of Berkeley.

Raghavendra, R., Elizabeth. M. B., Papagiannaki, K., and Almeroth, K.C., (2010) “Unwanted Link Layer Traffic in Large IEEE 802.11 Wireless Networks”, IEEE Transactions on Mobile Computing, VOL. 9, N. 9.

Sulaiman A.I, Hussein A.M, (ICCCE 2012). “A Modified Multi-Wall Wave Propagation Model for Concrete Based Building Structure” International Conference on Computer and Communication Engineering.

Vasco C. L. et al., (2013) “Ensaio de Transmissão e Recepção de TV Digital Terrestre na Região Metropolitana de Curitiba”, Revista de Radiodifusão. Volume-3, nº 03.

Walke, B. H., (2006), IEEE 802 Wireless Systems, John Wiley.

## AVALIAÇÃO DE USABILIDADE E ACESSIBILIDADE DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE REFEITÓRIOS DO IFPI – CAMPUS FLORIANO

### **Samuel de Araújo Fonseca**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) – Campus Floriano  
Floriano – Piauí

### **Antonio Rodrigues de Araújo Costa Neto**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) – Campus Floriano  
Floriano – Piauí

### **Carlos Eduardo Moreira Borges**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) – Campus Floriano  
Floriano – Piauí

### **Hugo Araújo Gonçalves**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) – Campus Floriano  
Floriano – Piauí

### **Paulo Miranda e Silva Sousa**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) – Campus Floriano  
Floriano – Piauí

### **Rennê Stephany Ferreira dos Santos**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) – Campus Floriano  
Floriano – Piauí

**RESUMO:** A verificação da usabilidade e da acessibilidade de uma aplicação computacional possui enorme notoriedade na utilização de uma plataforma virtual. Em tal perspectiva, inúmeros mecanismos de auxílio à avaliação de performance de interfaces existem no

mercado digital. Neste artigo, é apresentada a avaliação do Sistema de Acesso ao Restaurante Institucional (SARI) do IFPI – Campus Floriano, mediante os resultados obtidos através das plataformas *SortSite* e *DaSilva*, direcionadas, respectivamente, às análises de usabilidade e acessibilidade, fornecendo as devidas soluções para as falhas identificadas. Os resultados desse método de avaliação foram expostos, possibilitando a elaboração de uma lista geral das deficiências apresentadas pela aplicação Web da instituição educacional.

**PALAVRAS-CHAVE:** usabilidade, acessibilidade, sistema computacional.

**ABSTRACT:** The verification of the usability and the accessibility of a computational application has enormous notoriety in the use of a virtual platform. In this perspective, numerous mechanisms to aid the evaluation of interface performance exist in the digital market. In this article, the IFPI - Campus Floriano Institutional Restaurant Access System (SARI) evaluation is presented, through the results obtained through the *SortSite* and *DaSilva* platforms, directed respectively to usability and accessibility analyzes, providing the necessary solutions for Identified failures. The results of this evaluation method were exposed, allowing the elaboration of a general list of the deficiencies presented by the Web application of the educational

institution.

**KEYWORDS:** usability, accessibility, computational system.

## 1 | INTRODUÇÃO

No contexto geral, a internet hoje tem influenciado e facilitado a vida das pessoas, porque vivemos em um mundo de constante transformação em diversos níveis - políticos, social, econômico, educativo e tecnológico. Com esse meio, é possível explorar e trocar informações instantaneamente e ascender rapidamente para novas soluções (SILVA, 2012).

Nesse contexto, quando se trata de criações para web e tecnologia em geral, é fundamental lembrar da usabilidade. Usabilidade é o método que visa facilitar a utilização de uma interface pelo usuário sem perder a interação de suas funcionalidades com o sistema. Refere-se ao grau no qual o usuário consegue realizar uma tarefa. É tornar “algo” utilizável e funcional, referindo-se à rapidez de aprendizagem dos usuários ao utilizar uma plataforma digital (NIELSEN; LORANGER, 2006).

Outra vertente do processo de desenvolvimento de sites web é a acessibilidade. “Acessibilidade na web consiste que cidadãos com algum tipo de deficiência (visual, auditiva, física, fala, cognitiva e neurológica) possam utilizar, entender, contribuir, interagir e navegar na Internet sem qualquer empecilho” (Shawn, 2005). Segundo Façanha, Figueiredo e Félix (2017), é essencial a criação de soluções cada vez mais interessantes na busca da inclusão daqueles com algum tipo de limitação, tornando seu acesso à informação e aos meios de comunicação na rede virtual viável e autônomo.

Nessa perspectiva, a acessibilidade e a usabilidade são condições que garantem o uso eficiente, produtivo, satisfatório, útil e seguro para o usuário do computador e destinatário da informação disponibilizada na rede. São, portanto, as condições de usabilidade e de acessibilidade que podem assegurar que a informação disponibilizada na internet possa ser compreendida e pesquisável por pessoas com ou sem deficiências (IGNÁCIO; CARVALHO, 2008).

Com isso, diversas ferramentas facilitam a identificação dessa usabilidade. Neste artigo, foram utilizados os mecanismos de análise de desempenho *SortSite* e *DaSilva* para verificar, respectivamente, a usabilidade e a acessibilidade do Sistema de Acesso ao Restaurante Institucional (SARI), do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) - Campus Floriano. Após o uso dessas plataformas, foi realizado uma exposição geral dos erros de usabilidade detectados, para que seja realizado o levantamento das principais falhas. Além disso, nas seções seguintes, serão expostas as especificações das ferramentas de análise utilizada e o estudo de caso, com os resultados de tais testes, os erros encontrados e as possíveis sugestões de correção.

## 2 | APLICAÇÃO SORTSITE

Durante o processo de avaliação da usabilidade da aplicação web SARI, foi utilizada a plataforma de análise *SortSite* (POWERMAPPER, 2016). Tal ferramenta verifica as falhas e os aspectos negativos que, de alguma forma, prejudicam a experiência virtual do usuário. Não obstante, os métodos de verificação utilizados são coerentes com os maiores padrões de direcionamento da programação web no mundo. No processo de análise de desempenho do SARI, foi utilizada a vertente para desktop, dentro do período de testagem gratuita.

Na página inicial da *SortSite* (Figura 1), diversas instruções são repassadas ao usuário para que o processo de análise seja executado da maneira correta. Após a inserção do site a ser verificado, a aplicação realiza inúmeros testes de qualidade e desempenho, coerentes com as diretrizes estabelecidas pela Web Content Accessibility Guidelines (WCAG), World Wide Web Consortium (W3C) e Usability.gov, maiores agências e consórcios de orientação tecnológica da web.

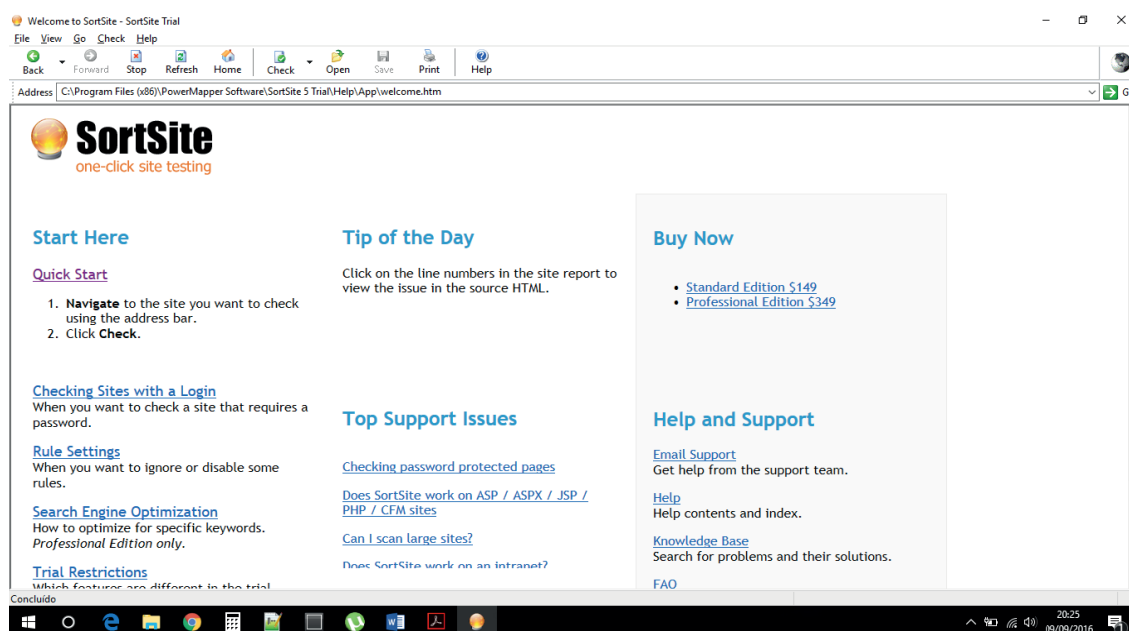


Figura 1 – Página inicial da aplicação de análise *SortSite*

Os testes realizados pela *SortSite* verificam a existência de problemas que prejudicam a usabilidade da interface, a acessibilidade do usuário, a compatibilidade entre os navegadores e dispositivos web e a validação dos modelos HTML, XHTML e CSS. Além disso, o software analisa a ocorrência de links quebrados, a ausência de imagens, erros de script e de ortografia, falhas na certificação SSL e do vencimento das licenças dos domínios. A adequação da página web às especificações dos mecanismos de buscas, a velocidade da navegação e as regras de privacidade também são devidamente constatadas pela aplicação.

### 3 | A PLATAFORMA *Dasilva*

Por outro lado, durante o processo de verificação da acessibilidade do SARI, utilizou-se a plataforma online *DaSilva* (ACESSIBILIDADE BRASIL, 2016), demonstrada na Figura 2. Sendo o primeiro avaliador de acessibilidade de sites em língua portuguesa. Tal ferramenta foi desenvolvida pela Acessibilidade Brasil em parceria com a empresa W2B Soluções Internet.



Figura 2 – Página inicial da plataforma *DaSilva*

A avaliação do mecanismo consiste nos princípios de acessibilidade estabelecidos pelo W3C/WAI (WCAG1 e WCAG2) e pelo documento E-mag, desenvolvido pelo governo eletrônico brasileiro em parceria com a Acessibilidade Brasil, possibilitando a análise das discrepâncias de todas as páginas do site. As recomendações contidas no W3C explicam como tornar o conteúdo web acessível a pessoas com deficiências. Destinam-se a todos os criadores de conteúdo web (autores de páginas e projetistas de sites) e aos programadores de ferramentas para criação de conteúdo

Desenvolvido na linguagem Java, um motor baseado num conjunto de regras semânticas orientadas a objeto, permitindo sua utilização em qualquer plataforma que suporte tal linguagem. Segundo levantamentos da plataforma, ao longo de 10 anos de utilização, o *DaSilva* realizou mais de 300.000 avaliações, tendo cadastrado mais de 14.000 sites que obtiveram o selo Acessibilidade Brasil na primeira versão do software. Além disso, possui reconhecimento e parcerias com os Ministérios do Trabalho e Emprego e da Ciência e Tecnologia, UNESCO, W2B, W3C, Secretaria de Estado dos Direitos Humanos e com o Sistema Nacional de Informações sobre Deficiência (SICORDE).

### 4 | ESTUDO DE CASO

O presente estudo de caso foi desenvolvido para verificar a eficácia de tais ferramentas no que diz respeito ao processo de identificação dos problemas de



usabilidade e acessibilidade da aplicação SARI (Figura 3). Tal aplicação web - também adaptada para dispositivos móveis - e utilizada como instrumento online para controle e registro - compra, venda, reserva e retirada - dos tickets de alimentação, necessários para acesso dos alunos e servidores ao restaurante institucional.



Figura 3 – Página inicial do SARI

#### 4.1 resultados da avaliação de usabilidade

Na avaliação de usabilidade, realizada no *software SortSite*, foi gerada os seguintes resultados da verificação (Figura 4).

Priority	Description and URL	Location	Count
<b>Priority 1</b>			
2 issues on 2 pages			
⚠	Ensure that a pushbutton's label clearly indicates its action.	<a href="#">Usability.gov 13.2</a>	1 pages
⚠	Have a link labeled 'Home' on every page on the site, except for the home page.	<a href="#">Usability.gov 5.1</a>	1 pages
<b>Priority 2</b>			
6 issues on 2 pages			
⚠	Do not create or direct users into pages that have no navigational options. No links out of these pages found.	<a href="#">Usability.gov 7.1</a>	1 pages
⚠	Keep URLs shorter than 78 characters so they don't wrap when emailed.	<a href="#">W3C</a>	1 pages
⚠	Omitting IMG WIDTH or HEIGHT attributes means page text jumps about as images load.	<a href="#">Usability.gov 14.3</a>	1 pages
⚠	Provide a search option on each page of content-rich web sites.	<a href="#">Usability.gov 17.4</a>	2 pages
⚠	This page title is not unique. Each page should have a descriptive and meaningfully different title.	<a href="#">Usability.gov 9.2</a>	1 pages
⚠	Use LABEL elements for each data entry field to show what data is expected.	<a href="#">Usability.gov 13.5</a>	1 pages
<b>Priority 3</b>			
1 issues on 1 pages			
⚠	Use option groups when a drop down list has more than 10 items.	<a href="#">Usability.gov 13.12</a>	1 pages
<b>Priority 4</b>			
2 issues on 1 pages			
⚠	Make sure one radio button in a radio button group is always selected. If users can choose not to activate any of the radio button choices, provide a choice labeled 'None'.	<a href="#">Usability.gov 13.23</a>	1 pages
⚠	Use site maps for web sites that have many pages.	<a href="#">Usability.gov 7.10</a>	1 pages
⚠	Expand all 11 issues		

Figura 4 - Relatório de avaliação de usabilidade do SARI utilizando a ferramenta

## SortSite

Tal relatório demonstra as questões gerais de usabilidade, indicando problemas de navegação para os usuários da aplicação SARI. Nesse aspecto, a ferramenta destaca que algumas páginas violam não só as orientações fornecidas pela *Usability.gov*, norma que fornece uma visão geral do processo de design centrado no usuário, como também as instruções da *W3C* (World Wide Web Consortium), principal organização de padronização da rede mundial de computadores. Além disso, o relatório elenca os problemas em níveis de prioridade, que são classificados de maneira hierárquica, iniciando em 1 (urgentes) e terminando em 4 (menos relevantes).

No primeiro nível de prioridade, verificou-se que o rótulo de alguns botões não indica claramente a ação que será executada a partir de sua ativação. Etiquetas de botões comuns incluem atualizar, enviar, cancelar, entrar, voltar para página inicial, próximo, anterior, entre outros. Além do mais, a aplicação não permite aos utilizadores ascender a página inicial a partir de qualquer outra página no site, dificultando o acesso e desrespeitando as normas da *Usability.gov*.

No segundo nível de prioridade, observou-se que o botão “Voltar” está indisponível quando os links que abrem novas janelas no navegador foram clicados. A desativação dessa função prejudica os usuários, impactando negativamente na sua satisfação e

na conclusão da tarefa. Além disso, as URLs do site contêm mais de 78 caracteres, o que pode ocasionar a quebra quando enviado por e-mail. Por fim, o site não cria um título descritivo, único e conciso para cada página da web. Tais títulos são usados pelos motores de busca para identificar páginas. Se duas ou mais páginas tem o mesmo título, elas não podem ser diferenciadas pelos utilizadores ou pelos recursos “Favoritos” do navegador. Caso os usuários marcassem uma página, não precisam editar o título para atender as características mencionadas acima.

No terceiro nível de prioridade, verificou-se que não existe agrupamento de opções dentro de um elemento quando uma lista suspensa tem mais de 10 itens. Com isso, o usuário terá dificuldade para selecionar o que deseja utilizar no sistema.

No quarto nível de prioridade, identificou-se que um botão de rádio em um grupo desse tipo não está sempre selecionado. Nesse caso, os usuários podem optar por não ativar qualquer uma das opções disponibilizadas nos botões, e com isso, proporcionar uma escolha rotulada com ‘Nenhum’, ocasionando um possível problema em campos que não podem ser nulos.

A realização desse estudo de caso permitiu observar a eficácia da ferramenta *SortSite* na identificação dos problemas de usabilidade da aplicação SARI. A ferramenta, em geral, possibilitou o detalhamento em relação às normas, o que torna mais fácil o entendimento das causas pela qual o site deve seguir as regras estabelecidas.

## 4.2 resultados da avaliação de acessibilidade

No processo de avaliação da acessibilidade da plataforma SARI, a plataforma *DaSilva* exibe o seguinte relatório como resultado da verificação, apresentado na Figura 5. Seguindo as diretrizes básicas de programação para a web, a conclusão da avaliação divide o resultado em três prioridades, expondo os erros e avisos. Essas prioridades são pontos da aplicação que os desenvolvedores podem melhorar. Caso contrário, pessoas com determinadas deficiências poderão encontrar dificuldades em acessar as informações presentes no site.

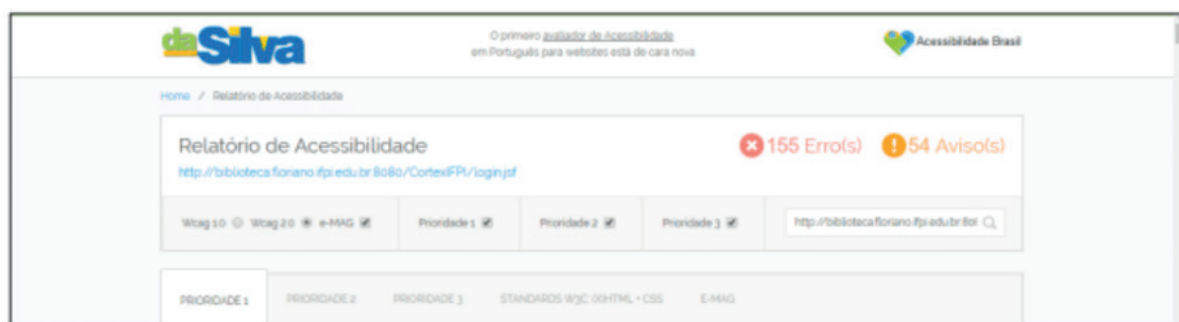


Figura 5 – Relatório da avaliação de acessibilidade

A satisfação da Prioridade 1 é um requisito básico para que determinados grupos possam acessar documentos disponíveis na Web. Diversos erros foram encontrados

nessa diretriz, mas serão comentados e registrados neste artigo apenas as falhas mais frequentes e importantes. A primeira está relacionada ao conteúdo não-textual da página. Tais informações não apresentam descrição, dificultando o entendimento das pessoas com deficiência. Por exemplo, uma pessoa que não consegue visualizar uma imagem pode entender o conteúdo visual através de uma explicação oral da figura. Além disso, existem erros referente às informações e relações. Nesse sentido, o site não deixa explícito o que é título, link e parágrafo, deixando de diferenciá-los em tamanho, cor e fonte. O SARI ainda apresenta deficiência no processo de utilização de suas funcionalidades. Nesse sentido, não é possível executar todas as utilidades do site dependendo apenas do teclado, pois em algumas interfaces o operador depende única e exclusivamente do mouse. Isso é um obstáculo para pessoas com deficiência visual, já que para usar o mouse é preciso sempre acompanhar o cursor. Por fim, em relação a modificação no conteúdo, o site não apresenta nenhum aviso prévio quando mudamos de tela ou abrimos novas guias.

Além do mais, a Prioridade 2 significa a remoção de barreiras significativas ao acesso a documentos disponíveis na Web. O erro encontrado relacionado a esse assunto faz referenda a identificação consistente dos elementos do site. Assim, componentes que possuem a mesma funcionalidade são apresentados de diferentes formas aos usuários. Com isso, pessoas com limitações cognitivas podem ter dificuldade para utilizar o site.

Por fim, a Prioridade 3 tem a função de melhorar o acesso a documentos armazenados na Web. Nesse quesito, o SARI se saiu muito bem, não sendo encontrado nenhum erro em relação a essa propriedade.

## 5 | CONCLUSÃO

O desempenho de interfaces computacionais possui papel crucial no sucesso de uma aplicação web. Neste artigo, foi demonstrada a análise de usabilidade e acessibilidade da plataforma online SARI do IFPI - Campus Floriano através dos testes realizados, respectivamente, pelos mecanismos de verificação *SortSite* e *DaSilva*. Os resultados permitiram identificar as deficiências estruturais, gráficas e funcionais que prejudicam a interação entre o SARI e os usuários. A avaliação foi baseada nos parâmetros, consórcios e organizações que regulamentam a programação para a web.

Durante o processo de verificação, o SARI foi exposto a diversos testes de usabilidade e acessibilidade, oriundos das ferramentas de análise utilizadas no estudo. Os resultados individuais foram apresentados e organizados em um panorama geral que representa as principais falhas da plataforma institucional. Dessa forma, tais erros podem ser agrupados em duas vertentes: na usabilidade, constatou-se que a rotulação dos botões não apresenta sua respectiva função, a indisponibilidade do botão “voltar” em algumas interfaces, o alongamento demorado das URLs, os títulos inconsistentes

das páginas e as deficiências dos botões de rádio do sistema; na acessibilidade, verificou-se a ausência de descrição dos componentes do site, a utilização em grande parte através somente do mouse e a inconsistência de apresentação dos elementos de mesma funcionalidade do SARI.

A partir desses resultados, os problemas evidenciados foram transmitidos ao Setor de Tecnologia da Informação do IFPI - Campus Floriano para que sejam realizadas as devidas alterações computacionais a fim de reparar ou diminuir os erros de usabilidade e acessibilidade detectados. Não obstante, as sugestões de correção, originárias dos instrumentos de análise, também foram apresentadas à repartição competente visando auxiliar no processo de aprimoramento do SARI.

Dessa forma, sugere-se ao Setor de TI da Instituição que promova um canal de comunicação direto com os usuários da plataforma. Essa espécie de ouvidoria possibilitará um *feedback* mais rápido e ágil dos estudantes e servidores que utilizam o restaurante institucional, favorecendo o aperfeiçoamento constante da aplicação web e a melhoria dos serviços alimentícios.

## REFERÊNCIAS

ACESSIBILIDADE BRASIL. **DaSilva**. Disponível em: <http://www.dasilva.org.br/>; Acesso em: 09 set. 2015.

FAÇANHA, Agebson Rocha; FIGUEIREDO, Renato Busatto; FÉLIX, Phyllipe do Carmo. **Procedimentos para a análise de acessibilidade de sites**. Disponível em: <[http://www.infobrasil.inf.br/userfiles/Procedimentos para a análise de acessibilidade de sites.pdf](http://www.infobrasil.inf.br/userfiles/Procedimentos%20para%20a%20análise%20de%20acessibilidade%20de%20sites.pdf)>. Acesso em: 16 jan. 2017.

GNÁCIO, Edilson Antonio; CARVALHO, José Oscar Fontanini de. Avaliação da acessibilidade de sites oficiais de pesquisa no Brasil por pessoas com deficiência. **Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**, [s.l.], v. 13, n. 26, p.131-146, 24 out. 2008. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/1518-2924.2008v13n26p131>.

IFPI – CAMPUS FLORIANO. **SARI – Sistema de Acesso ao Restaurante Institucional**. Disponível em: <<http://www.floriano.ifpi.edu.br/sari/>>. Acesso em: 09 set. 2016.

NIELSEN, Jakob. LORANGER, Hoa. **Projetando Websites**. Traduzido por Edson Furmankiewicz & Carlos Schafranski. Rio de Janeiro: Campus, 2006.

POWERMAPPER. **Website Error Checker: Accesibility & Link Checker - SortSite**. Disponível em: <<http://www.powermapper.com/products/sortsite/>>. Acesso em: 09 set. 2016.

SHAWN L.H, and participants of the education and Outreach Working Group (EOWG). 2005. **“Introduction to Web Accessibility”**. Disponível em: <https://www.w3.org/WAI/intro/accessibility-new.php>. Acesso em: 16 jan 2017.

SILVA, Maria Luciana da. **A INTERNET E SUAS FACILIDADES**. 2012. Disponível em: <<http://terceiroperiododehistoria.blogspot.com.br/2012/06/internet-e-suas-facilidades.html>>. Acesso em: 09 set. 2016.

## AVALIAÇÃO DA APREENSIBILIDADE E DA QUALIDADE DA INFORMAÇÃO EM SAÚDE COM O SOFTWARE SPINEFIND

### **Carine Geltrudes Webber**

Universidade de Caxias do Sul, Área do  
Conhecimento de Ciências Exatas e Engenharias  
Caxias do Sul – RS

### **Asdrubal Falavigna**

Universidade de Caxias do Sul, Área do  
Conhecimento de Ciências da Vida  
Caxias do Sul – RS

### **Caio Rodrigues da Silva**

Universidade de Caxias do Sul, Área do  
Conhecimento de Ciências Exatas e Engenharias  
Caxias do Sul – RS

### **Marco Antonio Koff**

Universidade de Caxias do Sul, Área do  
Conhecimento de Ciências da Vida  
Caxias do Sul – RS

### **Natália Lisboa**

Universidade de Caxias do Sul, Área do  
Conhecimento de Ciências da Vida  
Caxias do Sul – RS

**RESUMO:** A disponibilidade das tecnologias de informação proporciona acesso fácil e instantâneo a artigos, receitas e dicas relacionados à saúde e às condições de vida. Frente a isso, emerge a necessidade de revisão e garantia da qualidade das informações publicadas na Internet, uma vez que decisões baseadas em informações equivocadas podem provocar consequências graves e permanentes

ao ser humano (paciente). Contudo, avaliar manualmente documentos disponíveis na Web seria extremamente trabalhoso. Neste cenário, métodos de análise textual automática, que aplicam técnicas de processamento de linguagem natural e algoritmos de aprendizagem automática (*machine learning*) foram empregados na concepção do Software SpineFind. Teve-se o propósito de automatizar o processo de análise textual, buscando-se alcançar resultados compatíveis com análises realizadas por médicos e especialistas. Para o desenvolvimento do software SpineFind utilizou-se a arquitetura de algoritmos, sendo que cada algoritmo avalia uma das categorias de análise textual pré-definidas pelos especialistas: descrição do tratamento, benefícios do tratamento, consequências do tratamento, qualidade de vida e riscos. O software SpineFind é uma implementação web operacional e disponível para avaliação de dados textuais sobre doenças da coluna vertebral. Os testes realizados com a ferramenta, considerando textos extraídos da Web sobre doenças da coluna, obtiveram 90,75% de convergência entre as classificações realizadas pela ferramenta e as classificações realizadas pelos especialistas. Neste artigo conclui-se que os resultados obtidos são promissores e evidenciam a viabilidade de uso de técnicas de aprendizado automático para a avaliação da

qualidade de textos da área da saúde.

**PALAVRAS-CHAVE:** Informática Médica, Aprendizagem Automática, Qualidade da Informação, Processamento de Linguagem Natural, Inteligência Artificial.

**ABSTRACT:** The availability of the information technologies provides an easy and instantaneous access to articles, prescriptions and tips related to health and life conditions. It emerges the necessity of revision and guarantee of the quality of the information published in the internet, once decisions based on equivocated information can cause serious and permanent consequences to the human being (patient). However, to evaluate manually amounts of documents would be extremely laborious. In this context, methods of automatic textual analysis, which apply techniques of natural language processing and machine learning algorithms were employed in the conception of SpineFind Software. The intention was to automatize the process of textual analysis, searching to reach results that are compatible with analysis accomplished by medical doctors and health specialists. For the development of SpineFind software we have used an architecture which combines results from complementary algorithms. Each algorithm evaluates one of the textual analysis categories predefined by the specialists: description of the treatment, benefits of the treatment, consequences of the treatment, risks and life condition. SpineFind software is an operational tool available on the web for evaluating textual data on spine diseases. The tests accomplished with the tool, considering texts extracted from the Web on spine diseases, showed 90.75% of convergence between classifications accomplished by SpineFind and specialists. In this article, we conclude that results are promising and they evidence the viability of using machine learning techniques for the evaluation of the health texts considering quality and readability criteria.

**KEYWORDS:** Health Informatics, Machine Learning, Information Quality, Natural Language Processing, Artificial Intelligence.

## 1 | INTRODUÇÃO

Variadas fontes de informação são observadas com a expansão da Internet, nem sempre abordando um tema de forma clara e correta. Em certas áreas, sobretudo naquelas relacionadas à Saúde, é muito importante que existam procedimentos para avaliar informações textuais com relação a critérios como a apreensibilidade (ou *readability*) e a qualidade da informação.

A apreensibilidade da informação textual foi definida por Klare (1963) como sendo a facilidade do entendimento ou compreensão de um texto a partir do estilo da escrita utilizada. Desde então, diversos métodos foram criados a fim de avaliar a apreensibilidade de um texto. Tais métodos vêm sendo, em grande parte, desenvolvidos e aplicados para textos em língua inglesa. A avaliação da apreensibilidade corresponde a uma análise quantitativa da informação (contagem de frases, palavras e sílabas de

um texto conforme regras gramaticais), que pode produzir resultados numéricos. É escasso o estudo da aplicabilidade de métodos quantitativos para a língua portuguesa.

A qualidade pode também ser verificada por meio de técnicas de Inteligência Artificial para análise textual (aprendizagem automática e processamento de linguagem natural), extraindo-se padrões, agrupando e classificando textos (Luger, 2009). As análises textuais qualitativas em domínios restritos produzem resultados coerentes e úteis (Weiss, 2010; Feldman e Sanger, 2006).

O acesso facilitado de pessoas e pacientes a fontes de informação sobre saúde ampliou a necessidade de que tais informações disponíveis sejam revisadas e analisadas, principalmente em contextos onde o paciente deve participar da decisão do seu tratamento. Nesta problemática, já foi observado em uma amostra populacional que as informações disponíveis não foram compreensíveis a usuários não especialistas, ocasionando indefinições e insegurança no andamento dos respectivos tratamentos. O objetivo deste artigo compreende promover uma revisão sistemática sobre os métodos e modelos de avaliação de conteúdos da internet sobre doenças da coluna vertebral, servindo como base para o desenvolvimento de um software de análise textual automática.

## 2 | QUALIDADE DA INFORMAÇÃO NA ÁREA DA SAÚDE

Caracteriza-se como informação na área da saúde todo conteúdo relacionado às condições de vida e morte de indivíduos e populações, além de conteúdos sobre comportamentos, produtos e serviços relacionados ao corpo e a saúde (MENDONÇA e NETO, 2015). Graças às tecnologias de informação, facilidade de disseminação e acesso a conteúdos presentes na internet, tornou-se simples a qualquer indivíduo publicar ou acessar dados independente de sua veracidade, coerência e coesão.

Segundo Ballou et. Al (BALLOU, MADNICK e WANG, 2004), a qualidade da informação é a sua aptidão para uso. Na área da saúde, a qualidade da informação é condição necessária para o seu acesso (LOPES, 2004). Segundo Wilkes (2015), pacientes podem adotar medidas incorretas com base em informações de má qualidade, podendo levar a consequências graves e irreversíveis.

Em estudo realizado em 2015, Mendonça e Neto propõe o agrupamento dos critérios de avaliação da qualidade de informações disponíveis na internet na área da saúde. Com base nestes estudos os autores criaram três dimensões de avaliação: conteúdo, técnica e design.

Adimensão conteúdo envolve três critérios: abrangência, acurácia e inteligibilidade. Abrangência diz respeito a quantidade de informações abrangidas e detalhadas que o site apresenta. O grau de concordância entre as informações oferecidas pelo texto é caracterizado pelo critério da acurácia. A dimensão conteúdo ainda abrange o critério da inteligibilidade, que visa avaliar o grau de compreensão das informações obtidas



no texto.

A dimensão técnica abrange os critérios: credibilidade, segurança e privacidade das informações. As regras de privacidade do usuário devem estar de acordo com as legislações vigentes de cada país, além de solicitar permissão do usuário antes de qualquer obtenção e retenção de dados, informando o motivo da coleta, termos e as políticas de segurança.

A dimensão *design* estabelece que todo site relacionado a saúde deve oferecer facilidade de uso, navegação e acessibilidade de acordo com as expectativas dos usuários. A usabilidade, interface, rapidez, compatibilidade com os mais diversos navegadores deve ser garantida e validada, garantindo acesso a todas as pessoas independente de sua disponibilidade de recursos.

Embora tais categorias sejam úteis para dimensionar o conceito de qualidade dos dados, elas não estabelecem como avaliar tais critérios. Em termos de métodos automatizados, os estudos em torno da descoberta automática de conhecimento em textos da área da saúde ganham cada vez mais relevância na comunidade de Inteligência Artificial (IA). Diversos resultados positivos estão sendo publicados e validados tanto pela comunidade de IA quando pelos profissionais médicos e da área saúde. Na literatura, trabalhos precedentes indicam que o uso de algoritmos de aprendizagem automática (*machine learning*), tanto em dados textuais quanto imagens, tem demonstrado resultados compatíveis com os apresentados em diagnósticos médicos. A aplicação de algoritmos de aprendizado de máquina (Naïve Bayes) para a avaliação da qualidade de páginas web relacionadas ao tratamento da depressão foi realizada por Zhang et. Al (2014). O resultado final apresentado pelo sistema foi considerado efetivo e conclusivo, com a classificação correta dos textos em 84% dos casos. No caso de imagens médicas, Szlosek e Ferretti (2016) apresentaram resultados indicativos de sucesso quanto à utilização de técnicas de máquinas de suporte vetorial na avaliação de imagens geradas via ressonância magnética para identificação e classificação de concussões na região craniana. Em outro contexto, Yamada et. al (2015) propôs um sistema de auditoria para verificar de forma automática a qualidade dos registros médicos de consentimento informado. Foi utilizada novamente a técnicas de máquinas de suporte vetorial, com a qual o sistema conseguiu avaliar corretamente 89.4% dos textos propostos.

Os estudos e resultados apresentados indicam um cenário positivo e promissor quanto à utilização dos algoritmos de aprendizado de máquina na avaliação textual de arquivos na área da saúde, fornecendo a sustentação inicial necessária para a adaptação dos métodos de aprendizado de máquina para um sistema específico em língua portuguesa. Porém, os trabalhos não detalham suficientemente os mecanismos utilizados para os bons resultados encontrados. Considerando-se a complexidade da tarefa desenvolvida, coube uma investigação aprofundada detalhada na seção de materiais e método apresentada a seguir.

### 3 | MATERIAIS E MÉTODOS

O método seguido compreendeu duas fases: revisão sistemática da literatura e, posteriormente, a análise e desenvolvimento do software SPINEFIND. As seções subsequentes detalham as fases e os materiais empregados em cada uma delas.

#### 3.1 Fase 1: Revisão Sistemática como base científica para desenvolvimento de inovação

Foi realizada uma revisão sistemática da literatura com o objetivo de avaliar a qualidade e apreensibilidade das informações disponíveis na internet sobre doenças da coluna vertebral. A metodologia utilizada foi de pesquisa no banco de dados do PubMed utilizando a seguinte lista de palavras-chave: “education”, “readability”, “evaluation”, “back pain”, “spinal diseases” e “internet”.

Os critérios de seleção dos artigos foram: (1) estudos que continham avaliação da informação em sites; (2) avaliação de sites com doenças da coluna vertebral; (3) publicações em inglês; (4) publicação no período compreendido entre Janeiro de 2000 e Setembro de 2015. Os critérios de exclusão foram: (1) avaliação de um único site; (2) sites com informação contida em vídeos e (3) sites não disponíveis ao paciente.

Por meio do levantamento bibliográfico foram selecionados 167 artigos, dos quais 104 não estavam relacionados a patologias, sintomas ou cirurgias de coluna. Os resumos foram analisados em 63 artigos, sendo a avaliação do texto completo realizada em 24 artigos. Os 23 artigos foram incluídos no estudo.

As principais ferramentas utilizadas para avaliação da qualidade da informação e apreensibilidade dos sites foram o Flesch-Kincaid Grade Level, o DISCERN tool e o Flesch Reading Ease (Tabela 1).

Modalidade de Avaliação	Ferramenta de Análise	Número de Artigos Presentes
Avaliação da Qualidade	DISCERN tool/instrument + 3 revisores	5
	JAMA Benchmark Criteria	3
Avaliação da Apreensibilidade	Flesch Reading Ease	4
	Flesch-Kincaid Grade Level	7
	SMOG Grading	2
	Coleman-Liau Index	1
	FORCAST Formula	1
	New Dale-Chall Readability Formula	1
	Gunning Fog Index	3
	New Fog Count	1
	Fry Graphical Analysis	1
	Raygor Readability Estimate	1

Tabela 1 - Ferramentas Utilizadas na Análise da Informação

Os doze diferentes algoritmos de análise de textos utilizados na avaliação da informação dos sites são em Língua Inglesa. Posteriormente, foi verificada a possibilidade de utilizar os programas de análise de texto da Língua Inglesa para aplicação ou adaptação em Língua Portuguesa e de processamento por um computador (Tabela 2).

Ferramenta de Análise	Aplicação para o português?	Computável?	Considerações
DISCERN Instrument	Sim	Não	Mecanismo realizado manualmente por avaliadores, utilizando-se 16 perguntas sobre o tema.
JAMA Benchmark Criteria	Sim	Não	Sem considerações.
Flesch Reading Ease	Sim	Sim	Métrica é calculada usando o número médio de sílabas por palavra e comprimento médio da frase. Já existe uma adaptação para a língua espanhola.
Flesch Kincaid Grade Level	Sim	Sim	Semelhante ao Flesch Reading Ease. Utilizado para medir o nível de escolaridade de pessoas nos EUA.
SMOG Grading	Não	Sim	Requer um mínimo de 30 frases para aplicação, menos que isso resulta em resultados estatisticamente inválidos. Existem avaliações de textos farmacêuticos de Portugal, no entanto os textos tiveram de ser traduzidos em inglês.
Coleman-Liau Index	Sim	Sim	Métrica calcula o nível de ensino baseado apenas nas médias dos comprimentos das sentenças e a média do número de caracteres por palavra.
FORCAST formula	Sim	Sim	Métrica ideal para manuais técnicos e formulários (textos sem narrativas). A fórmula não utiliza o tamanho das frases, portanto pode ser utilizada em textos sem frases.
New Dale-Chall Readability Formula	Não	Sim	Diferente de outras métricas, essa fórmula utiliza uma lista de 3000 "hard words" para cálculo do grau de escolaridade.
Gunning Fog Index	Sim	Sim	Semelhante ao Flesch Reading Ease.
New Fog Count	Sim	Sim	Métrica ideal para documentos técnicos e manuais. Desenvolvida pela Marinha dos EUA.
Fry Graphical Analysis	Talvez	Sim	Método inicialmente desenvolvido para o Inglês.
Raygor Readability Estimate	Não	Sim	Métrica de mensuração do grau de escolaridade de textos em Inglês. Necessita grande adaptação para o Português.

Tabela 2 - Estudo das ferramentas encontradas

A fórmula *Flesch Reading Ease* foi a única em que foram encontradas adaptações às outras línguas. Tem-se adaptações para as línguas Espanhola (fórmula de *Fernández-Huerta*), Francesa (fórmula de *Kandel & Moles*) e Holandesa (fórmula de *Douma*). A fórmula de *Fernández-Huerta* apresenta os resultados no mesmo formato da fórmula *Flesch Reading Ease* e classifica também o grau de escolaridade do texto (HUERTA, 1959). Por ser a língua espanhola a mais próxima da língua portuguesa, a fórmula de *Fernández-Huerta* foi escolhida para a análise da apreensibilidade no presente estudo.

A fórmula de *Fernández-Huerta* (HUERTA, 1959) é calculada a partir de um score, dado pelas seguintes expressões:

$$\text{Score} = 206,84 - (0,60 \times ABW) - (1,02 \times ASL)$$

Onde:

$$ABW = \left( \frac{100 \times \text{Número total de sílabas}}{\text{Número total de palavras}} \right)$$

$$ASL = \left( \frac{100 \times \text{Número total de frases}}{\text{Número total de palavras}} \right)$$

O valor obtido na variável *score* é então comparado com a escala definida na tabela 3, servindo para indicar a apreensibilidade e o grau de escolaridade necessário para a leitura e compreensão do texto.

Resultado ( <i>score</i> )	Nível de Apreensibilidade	Grau de Escolaridade Estimado
90 a 100	Muito fácil	5º ano
80 a 89	Fácil	6º ano
70 a 79	Razoavelmente fácil	7º ano
60 a 69	Normal	8º e 9º anos
50 a 59	Razoavelmente difícil	10º a 12º ano
30 a 49	Difícil	13º a 16º ano
0 a 29	Muito difícil	Universitário

**Tabela 3** - Relação entre o grau de escolaridade e resultados do Score

### 3.2 Fase 2: Desenvolvimento do Software para Avaliação Textual Automática na Área da Saúde

A partir da análise de requisitos com profissionais da área da saúde, foi definida a arquitetura do software denominado SpineFind (figura 1). Além dos componentes para análise de documentos textuais, o modelo definiu que o software deveria apresentar uma interface visual e textual, com possibilidade de navegação na web para seleção e avaliação de textos.

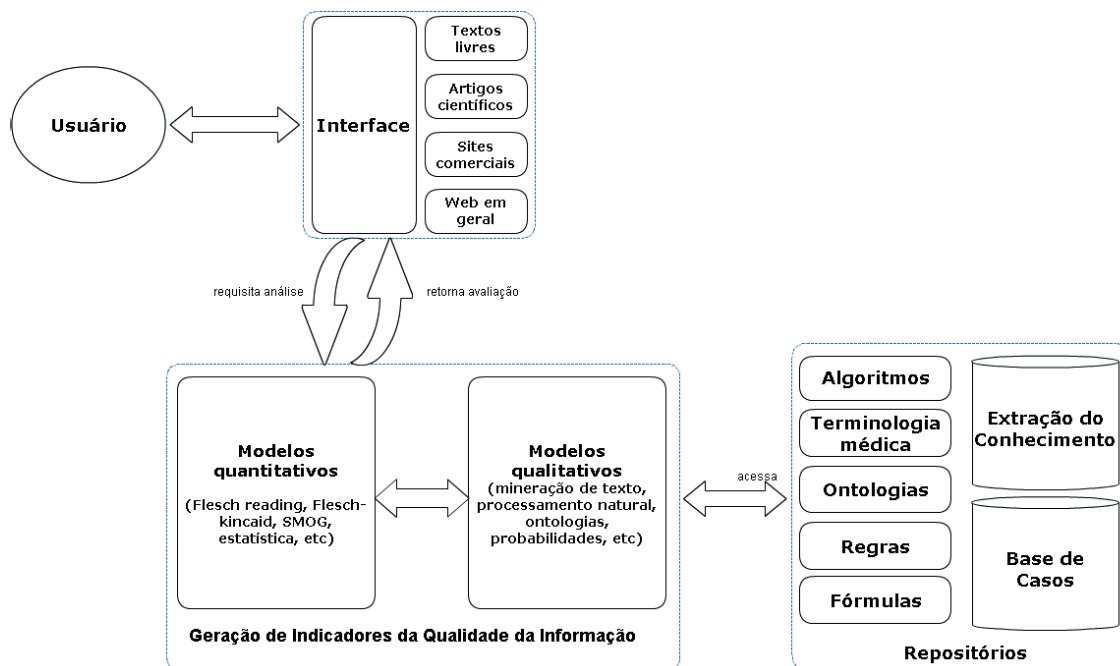
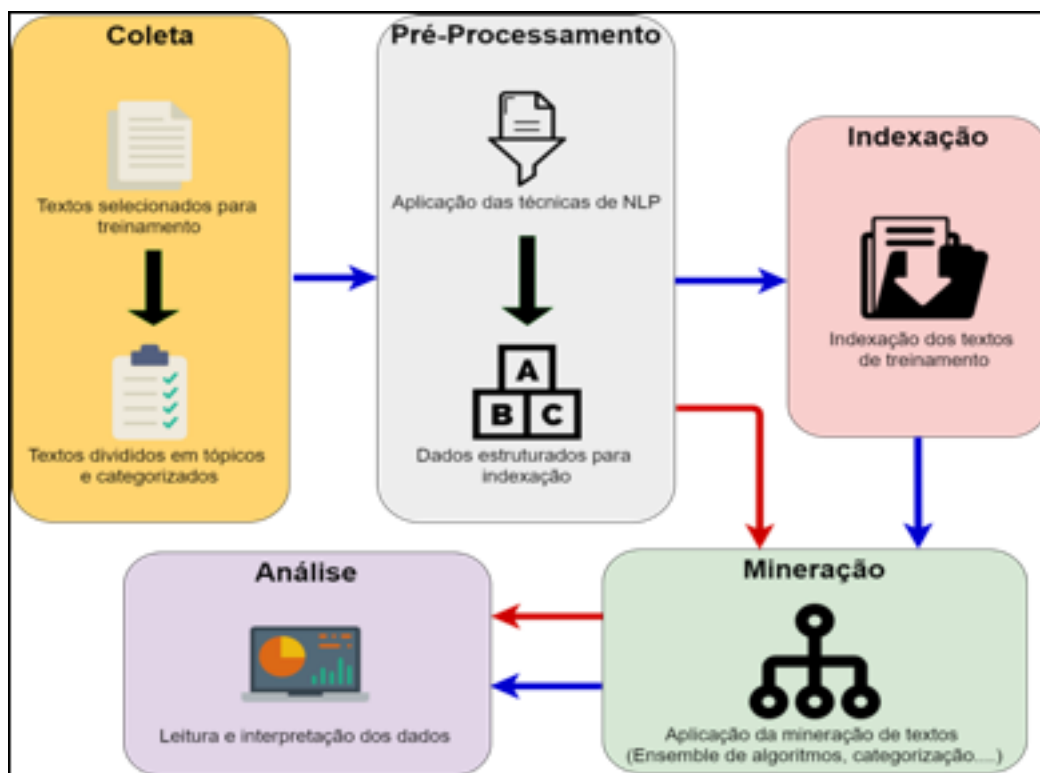


Figura 1 - Arquitetura de software SPINEFIND

Dentre as definições, tem-se que a análise quantitativa deve ser realizada utilizando a fórmula de Fernández-Huerta, definido na fase 1 do método. O processamento qualitativo deve ser gerado por meio de algoritmos de aprendizagem automática (*machine learning*) e processamento da linguagem natural. O software deve contemplar ainda uma camada de persistência para armazenar dados coletados, calculados, resultados de análises, bem como termos da área da saúde, vocabulários, *stopwords* e bases de casos. O resultado das análises deve ser apresentado na forma de interfaces gráficas com recursos de visualização que permitam inferir sobre a qualidade da informação e apreensibilidade calculadas. Definiu-se nesta fase também o processo metodológico para concepção e avaliação do software SpineFind (figura 2).



**Figura 2** – Processo metodológico para avaliação do SPINEFIND

A primeira etapa para a concepção da análise qualitativa consiste na coleta de dados textuais a serem utilizados como referência para o treinamento. Para a primeira versão do software foram selecionados 214 textos disponíveis via web que tratavam de temas referentes às doenças da coluna vertebral. Cada texto foi previamente lido, analisado e classificado pelos especialistas da saúde (médicos e estudantes de Medicina). Cada texto selecionado foi segmentado e classificado em “positivo”, “negativo” ou “regular”. Textos classificados como positivos são bons exemplares, enquanto que os demais apresentam parcial ou totalmente conteúdo inadequado. Feita esta classificação dos especialistas, todas as demais etapas são automatizadas no software.

O software SpineFind necessita que inicialmente seja feito o treinamento dos algoritmos (etapa de aprendizagem, setas em azul na figura 2). Na etapa de pré-processamento são preparados os dados textuais para aplicação dos algoritmos: são eliminadas as *stopwords* e aplicados os algoritmos de *stemming*. Após a etapa de pré-processamento, a indexação dos arquivos estruturados foi realizada. Na etapa de mineração com os algoritmos de aprendizado de máquina, ocorre o treinamento dos algoritmos com os dados textuais previamente classificados e pré-processados. O software aplica as técnicas de Naïve Bayes, Support Vector Machine (SVM), K-Nearest Neighbor (KNN) e J48, com o intuito de identificar qual delas obtém o melhor resultado em cada texto. Encerra assim a etapa de aprendizagem da ferramenta.

A segunda etapa compreende a avaliação de textos inseridos por pacientes ou usuários em geral. O processo de avaliação de novos dados textuais é evidenciado

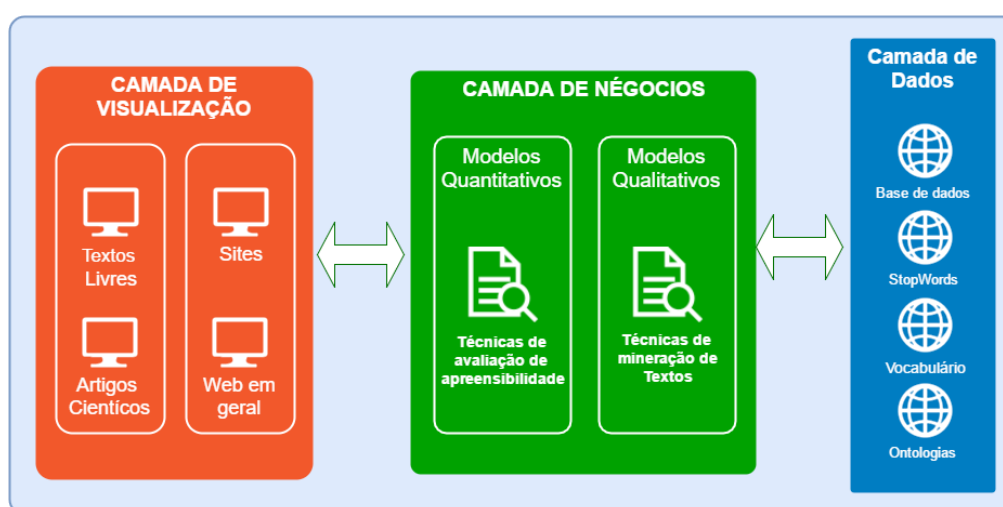
pelas setas vermelhas na figura 2. Neste processo não há aprendizagem por parte do sistema, ocorre apenas a classificação para fins de instrução do paciente.

## 4 | DESCRIÇÃO DO SOFTWARE SPINEFIND

O software SpineFind foi implementado utilizando o framework ASP.NET, o banco de dados SQL Server, o pacote Weka, a biblioteca IKVM.NET e as bibliotecas de visualização de dados D3.JS. O software está disponível no seguinte endereço: <http://www.spinefind.somee.com/>.

### 4.1 Arquitetura do Software

Seguir-se o padrão de arquitetura em três camadas: camada de visualização, camada de negócios e camada de dados. A camada de visualização tem como objetivo armazenar a programação visual do sistema, a interface com a qual o usuário interagirá. A camada de negócios é responsável pelas regras e validações a serem efetuadas durante uma operação do software, garantindo a integridade das informações. Por fim, a camada de dados é responsável pelo armazenamento das informações em um banco de dados. A modelagem da arquitetura do projeto é apresentada pela figura 3.



**Figura 3** – Representação da arquitetura do software SPINEFIND

Fonte: Próprio Autor.

### 4.2 Interface do Usuário do SPINEFIND

O software apresenta componentes para (a) treinamento dos algoritmos de aprendizagem de novos modelos (usuário administrador) e (b) avaliação de textos em geral (pacientes). O componente para treinamento não será apresentado aqui pois só pode ser acessado por usuário especializado. A figura 4 ilustra a tela inicial do software para avaliação de textos por um paciente. Pode ser informados segmentos ou textos completos ou pode ser indicada uma URL para acesso remoto ao website indicado.



Figura 4 – Interface para indicação de site ou texto a ser avaliado

Após a indicação do texto, o software realiza a análise em termos de apreensibilidade (figura 5) e da qualidade da informação (figura 6).



Figura 5 – Visualização analítica da apreensibilidade da informação



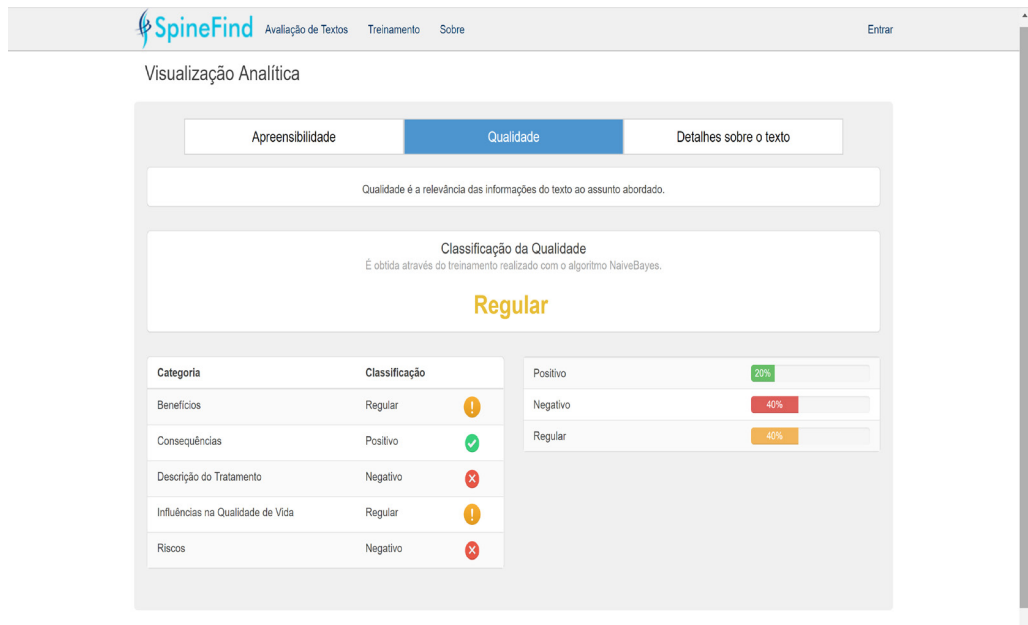


Figura 6 – Visualização analítica da qualidade da informação

A figura 7 ilustra uma visualização complementar do texto informado pelo paciente na forma de uma árvore de palavras. Este recurso de visualização foi incorporado na aba “Detalhes sobre o texto”. Este componente permite a iteração do usuário com o texto, exibindo todas as ocorrências de um termo (vertebral, no exemplo) em frases do texto.

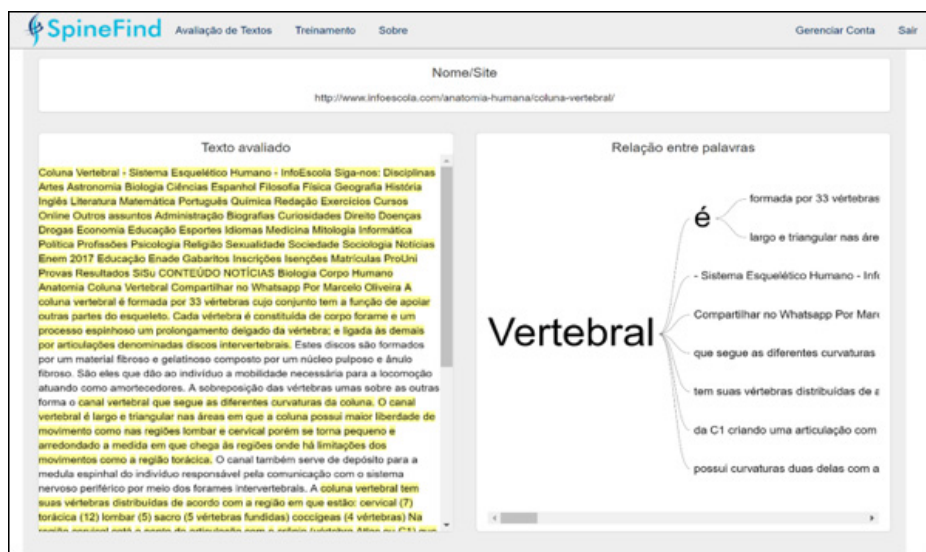


Figura 7 – Visualização do texto na forma de uma árvore de palavras

### 4.3 Avaliação dos Resultados

Para a realização do treinamento e avaliação dos algoritmos a equipe de especialistas selecionou um conjunto de dados textuais para treinamento dos algoritmos (corpus). Nestes textos foram destacados e classificados trechos que correspondem às categorias definidas pelos especialistas (figura 6):

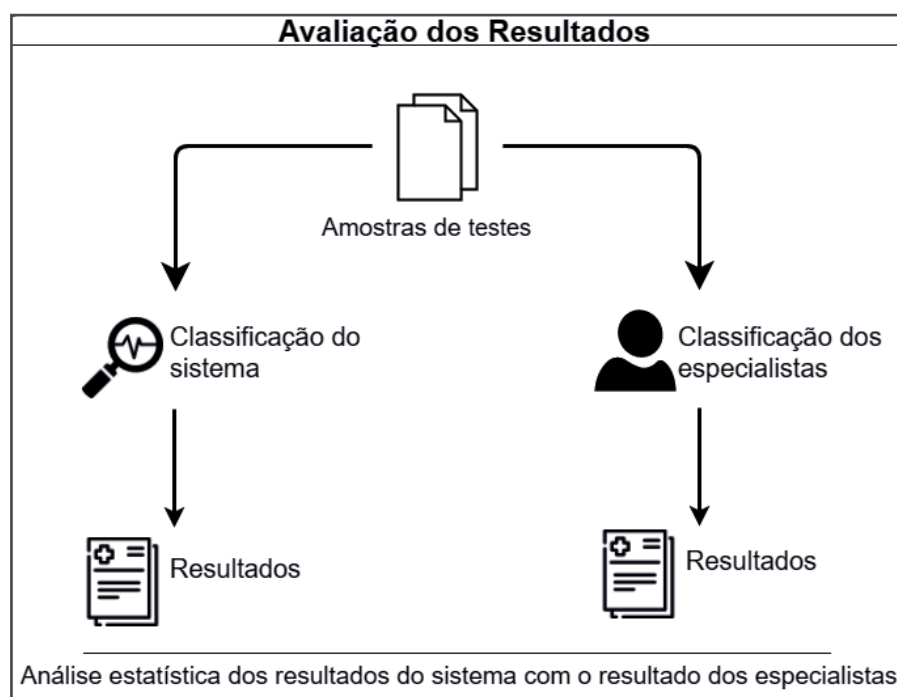
- a) Descrição do tratamento;
- b) Benefícios do tratamento;

- c) Consequências do tratamento;
- d) Influência na qualidade de vida do paciente;
- e) Riscos do tratamento;

A fim de tornar a classificação dos textos mais detalhada e precisa, cada categoria é avaliada por um algoritmo. Cada algoritmo atua como especialista em uma dada categoria. A união dos resultados parciais dos algoritmos determinará o resultado final da avaliação do software.

Para cada categoria foi realizado o treinamento utilizando os algoritmos: *Naïve Bayes*, *Support Vector Machines (SVM)*, *K-Nearest Neighbor (KNN)* e *J48*. Para a determinação do algoritmo a ser utilizado na versão final da ferramenta foram realizadas comparações entre as classificações dos textos feitas pelos especialistas com as classificações realizadas pelo sistema. Para cada categoria foi selecionado o algoritmo que apresentou o melhor resultado comparativamente à classificação dos especialistas. Este processo resultou na concepção de um classificador em cada categoria, que passou a ser utilizado na classificação de novos textos.

A figura 8 evidencia o processo de validação e testes. Neste processo as amostras selecionadas para testes foram classificadas pelo sistema e estes resultados comparados à classificação dos especialistas humanos. Os especialistas selecionaram 214 textos da internet. Estes foram utilizados para realizar o treinamento dos algoritmos e para posterior comparação entre a classificação realizada pelo sistema e a classificação dos especialistas. Ao final 194 textos foram corretamente classificados pela ferramenta (90,65% sobre o total dos textos avaliados).



**Figura 8** – Caso de teste da avaliação dos resultados

A tabela 4 apresenta o algoritmo que obteve maior convergência com as análises humanas, sendo selecionado para uso no software.

Categoria	Algoritmo	Convergência com especialistas
Descrição do tratamento	SVM	97,47%
Benefícios do tratamento	<i>Naïve Bayes</i>	85,94%
Consequências do tratamento	SVM	88,57%
Influência na qualidade de vida do paciente	<i>Naïve Bayes</i>	100%
Riscos do tratamento	<i>Naïve Bayes</i>	80%

**Tabela 4** - Algoritmos selecionados em cada categoria

Conforme observado na Tabela 4, o algoritmo *Naïve Bayes* foi aquele que obteve uma maior taxa de acerto quando comparado as classificações de um especialista humano, seguido da utilização do algoritmo *SVM*. Portanto, os demais algoritmos foram descartados.

Para determinação da classificação global de um texto foram utilizadas as classificações parciais das categorias e aplicadas as regras descritas na tabela 5. A figura 6 apresenta a visualização dos resultados por categoria e o resultado global.

Classificação	Regra
Sem classificação	Se número de itens sem classificação $\geq 3$
Positivo	Se número de itens positivos $\geq 4$
Regular	Se número de itens regulares $\geq 3$ OU número de itens regulares $\geq$ número de itens negativos
Negativo	Nenhuma das alternativas acima se aplica

**Tabela 5** – Regras para determinar a classificação do texto

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

A Internet, apesar de ser uma fonte útil e relevante na busca por conhecimento, deve oferecer mecanismos objetivos de verificação, usando métricas de apreensibilidade e qualidade. A fim de construir uma fundamentação sólida para a avaliação textual optou-se por uma abordagem híbrida (quantitativa e qualitativa). Em termos quantitativos pretendeu-se avaliar características de apreensibilidade. Utilizando técnicas oriundas da Inteligência Artificial buscou-se implementar mecanismos que permitam avaliar a qualidade da informação. Tais técnicas se complementam, trazendo ao usuário dados que lhe permitam julgar um conteúdo textual a partir de métricas bem definidas. Espera-se desta forma contribuir com um mecanismo de avaliação correto e preciso dos sites de conteúdos de doenças da coluna vertebral, permitindo que informações claras e verdadeiras sejam oferecidas aos usuários.

Por fim, conclui-se que a automação do processo de avaliação de textos, tornando-o acessível e disponível a todas as pessoas, é imprescindível e de grande importância, a fim de garantir uma tomada de decisão correta e assertiva de pacientes que buscam informações relacionadas à saúde na internet.

## REFERÊNCIAS

- ABEL, F. Análise textual automática: apreensibilidade e qualidade da informação na área da saúde. Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul, p. 203. 2016.
- BALLOU, D.; MADNICK, S.; WANG, R. Special Section: Assuring Information Quality. *Journal of Management Information Systems*, p. 9-11, 2004.
- Feldman, R.; Sanger, J. *The Text Mining Handbook Advanced Approaches in Analyzing Unstructured Data*. New York: Cambridge University Press, 2007.
- FELDMAN, R.; SANGER, J. *The Text Mining Handbook Advanced Approaches in Analyzing Unstructured Data*. New York: Cambridge University Press, 2007.
- FLESCH, R. A new readability yardstick. *Journal of applied psychology*, v. 32, n. 3, 1948.
- HUERTA, F. Medidas sencillas de lecturabilidad. *Consigna*, 214, 29–32, 1959.
- KINCAID, J. P. et al. Derivation of new readability formulas (Automated Readability Index, Fog Count and Flesch Reading Ease Formula) for Navy enlisted. Naval Technical Training Command Millington TN Research Branch. [S.l.]. 1975.
- KLARE, G. R. *The measurement of readability*, Ames: Iowa State University Press, 1963.
- Klare, G. R.: *The measurement of readability*. Iowa: Iowa State University Press,(1963)
- LOPES, M. C. S. *Mineração de Dados Textuais Utilizando*. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 162. 2004.
- LUGER, George.F. *Artificial Intelligence*. Person Education, 2009,774 p.
- MENDONÇA, A. P. B.; NETO, A. P. Critérios de avaliação da qualidade da informação em sistemas de saúde: uma proposta. *Revista Eletrônica de Comunicação, Informação & Inovação em Saúde*, p. 1-15, 2015.
- SZLOSEK, D. A.; JONATHAN M, F. Using Machine Learning and Natural Language Processing Algorithms to Automate the Evaluation of Clinical Decision Support in Electronic Medical Record Systems. *eGEMs (Generating Evidence & Methods to improve patient outcomes)*, p. 1-11, 2016.
- WEISS, Sholom M., Indurkha, Nitin, Zhang, Tong. *Fundamentals of Predictive Text Mining*, Springer-Verlag London, 2010.
- WITTEN, I. H.; FRANK, E. *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. 2ª. ed. San Francisco: Elsevier, 2005.
- YAMADA, H. et al. A Development of Automatic Audit System for Written Informed Consent using Machine Learning. *Studies in Health Technology and Informatics*, v. 216, p. 926-926, 2015.
- ZHANG, Y. et al. A Machine Learning Approach for Rating the Quality of Depression Treatment Web. *iConference 2014 Proceedings*. Berlin: Berlin School of Library and Information Science, Humboldt-Universität zu Berlin. 2014. p. 192-212.

## AS TECNOLOGIAS DE ANÁLISE DE APRENDIZAGEM E OS DESAFIOS DE PREVER DESEMPENHOS DE ESTUDANTES DE PROGRAMAÇÃO

**Márcia Gonçalves de Oliveira**

Centro de Referência em Formação e EaD (Cefor)  
Instituto Federal do Espírito Santo (IFES)  
Vitória – ES

**RESUMO:** Prever o futuro de aprendizagem de alunos, antecipando-se às possibilidades de fracasso escolar para planejar ações de reorientação do processo de aprendizagem, representa um verdadeiro desafio para as tecnologias do futuro. A Análise de Aprendizagem aparece como uma possibilidade de contemplar esse desafio, pois é uma técnica educacional que visa reconhecer perfis e tendências de aprendizagem a partir da coleta e da análise de dados de estudantes em ambientes *online*. Sabendo que os principais processos da Análise de Aprendizagem são *Selecionar, Capturar, Agregar e Relatar, Predizer, Usar, Refinar e Compartilhar*, este trabalho traz à discussão o processo de *Predizer*, destacando metodologias, tecnologias, práticas, desafios e caminhos de pesquisa da análise de aprendizagem preditiva. Contemplando essa discussão dentro do domínio da aprendizagem de programação, este trabalho tem como objetivos apresentar o estado da arte da análise de aprendizagem preditiva, propor um *framework* para previsão de desempenhos em programação e apontar

caminhos para avançar nessas pesquisas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Análise de Aprendizagem Preditiva, Previsão de Desempenhos, Aprendizagem de Programação.

**ABSTRACT:** Predicting the future of the students' learning, anticipating the possibilities of failure to plan actions of reorientation of a learning process, is a challenge for computer science. Learning Analysis appears as a possibility to contemplate this challenge because it is an educational technique that aims to recognize profiles and learning trends from the collection and analysis of data in online environments. Knowing that the key processes of Learning Analysis are Selecting, Capturing, Adding and Reporting, Predicting, Using, Refining and Sharing, this work discusses the Predicting process, highlighting methodologies, technologies, practices, challenges and analysis of research paths of predictive learning analysis. Contemplating this discussion within the field of programming learning, this paper aims to present the art's state of predictive learning analysis, to propose a framework to predict programming performances and to point out ways to advance such research.

**KEYWORDS:** Predictive Learning Analysis, Predicting of Performance, Programming Learning.

## 1 | INTRODUÇÃO

A Análise de Aprendizagem é uma técnica educacional que visa reconhecer perfis e tendências de aprendizagem a partir da coleta e análise de dados em ambientes *online* como, por exemplo, os ambientes virtuais de aprendizagem.

Os dados coletados e analisados a partir de interações em ambientes virtuais de aprendizagem possibilitam uma melhor compreensão e otimização de um processo de aprendizagem (AGUDO-PEREGRINA et al., 2012). Dessa forma, relacionando os dados em informações, a Análise de Aprendizagem busca, a partir destas, combinar um histórico de estados de aprendizagem baseados em desempenhos com seu atual estado de aprendizagem na tentativa de prever o que será útil para esse estudante no futuro (LIAS; ELIAS, 2011).

Atualmente a Análise de Aprendizagem tem despertado interesse em como os dados de interações de estudantes podem melhorar o ensino e a aprendizagem (LIAS; ELIAS, 2011). No entanto, embora tenha havido um crescente interesse pela Análise de Aprendizagem e suas tecnologias adaptativas para melhorar o ensino e a aprendizagem, há poucos estudos que de fato detalhem resultados concretos (JOHNSON et al, 2016).

Os principais processos da Análise de Aprendizagem a partir de dados de interações em ambientes de aprendizagem são *Selecionar, Capturar, Agregar e Relatar, Prever, Usar, Refinar e Compartilhar* (LIAS; ELIAS, 2011). Já as principais tecnologias utilizadas para o projeto de sistemas de Análise de Aprendizagem incluem mecanismos de Inteligência Artificial, *Data Mining*, Aprendizagem Adaptativa, *Inquiry*, Aprendizagem Baseada em Problemas, Modelagem Preditiva, *Clustering*, Mineração de Padrões, Mineração de Relacionamentos, Análise Sequencial, Predição de Desempenhos, Rastreamento de Conhecimento Bayesiano e Sequenciamento de Tarefas (SUCHITHRA et al, 2015).

Neste trabalho, considerando o domínio da programação, a ênfase será dada ao processo *Prever* e às tecnologias de predição de desempenhos como as Redes Neurais, as Árvores de Decisão, o *Clustering*, os Modelos de Regressão Linear e outras técnicas de *Data Mining* (SUCHITHRA et al, 2015).

Embora haja algumas propostas de sistemas de previsão de desempenhos para o domínio da aprendizagem de programação (WATSON et al, 2013), ainda há muitos desafios a serem vencidos, entre os quais destacamos:

- Mapear perfis de aprendizagem de acordo com os desempenhos de estudantes em atividades de programação ao longo do tempo.
- Definir quais dados de entrada são altamente efetivos para sistemas de predição de desempenhos (MAT et al, 2013).
- Ter uma grande quantidade de informações de um histórico de desempenhos suficiente para prever com precisão desempenhos futuros.
- Tratar a variabilidade e a subjetividade da prática da programação que po-

dem impactar em muitas variações de variáveis preditoras ao longo do tempo.

- Mapear perfis não apenas por conteúdos, mas por habilidades extraídas a partir de informações de códigos de programação desenvolvidos por alunos.

Com o propósito de apresentar o estado da arte da análise de aprendizagem preditiva, este trabalho destaca como as tecnologias dessa área evoluíram desde a década de 60 até a década atual. Além disso, são apontados os principais desafios e caminhos de pesquisa da Análise de Aprendizagem de Programação para os próximos anos.

Considerando esses desafios, este trabalho propõe um *framework* de previsão de desempenhos de estudantes de programação. Esse *framework* tem o objetivo de apresentar uma solução computacional que possibilite aos professores de programação ter uma visão dos estados de aprendizagem dos estudantes na prática da programação e realizar previsões de desempenhos futuros desses estudantes. Dessa forma, antecipando-se ao fracasso escolar, professores podem reorientar o ensino e realizar ações formativas para que os alunos melhorem seus desempenhos em programação.

Para apresentar as aplicações, os desafios, os caminhos de pesquisa e um *framework* da previsão de desempenhos de estudantes de programação, este trabalho está organizado conforme a ordem a seguir. Na Seção 2, é apresentada a análise de aprendizagem preditiva, a sua evolução e suas aplicações. Na Seção 3, é proposto um *framework* para a previsão de desempenhos de estudantes de programação. Na Seção 4, apontam-se os desafios da previsão de desempenhos no domínio da aprendizagem de programação e possíveis caminhos de pesquisa. Na Seção 5, conclui-se este trabalho com as considerações finais e propostas de trabalhos futuros.

## 2 | A ANÁLISE DE APRENDIZAGEM PREDITIVA

A análise preditiva tem como objetivo descobrir padrões a partir de um histórico de dados para descobrir tendências e estimar valores que trazem à compreensão essas tendências. No caso da análise de aprendizagem preditiva, o objetivo é estimar valores que descrevem, a partir da análise de perfis de estudantes, um futuro de sucesso ou de fracasso escolar.

Uma estratégia específica de previsão de desempenhos de estudantes no domínio da programação é apresentada por Watson *et al.* (2013). Nesse trabalho, o método de predição de desempenhos de estudantes é baseado em dados de *logs* descrevendo vários aspectos de comportamentos de programação. Uma inovação desse método consiste em predizer desempenhos baseando-se em como estudantes respondem a diferentes tipos de erros em comparação com seus pares (WATSON *et al.*, 2013).

A Tabela 1 apresenta a evolução de soluções propostas para análise de dados

coletados e previsão de desempenhos de estudantes, especialmente no domínio da aprendizagem de programação, desde a década de 60. De acordo com a Tabela 1, as tendências de previsão de desempenhos em programação na década de 60 estavam relacionadas a testes de aptidão que utilizavam técnicas de análise de regressão linear múltipla com os objetivos de identificar fatores relacionados a desempenhos, de selecionar profissionais e de reduzir custos de treinamento. Já na década de 70, com o objetivo de avaliar competências específicas, houve uma maior preocupação de se analisar tanto as características dos programadores quanto dos programas utilizando, para isso, representações como as métricas de *software* (CURTIS *et al*, 1979).

A partir da década de 80, a previsão de desempenhos de estudantes começa a ter uma perspectiva de reorientar o processo de aprendizagem de estudantes. Na década de 90, através dos projetos de STIs (Sistemas Tutores Inteligentes) com funções de modelagem de estados de conhecimento, previsão de desempenhos e recomendação de sequências de atividades, visava-se monitorar e regular o processo de aprendizagem de estudantes para que estes alcançassem êxitos de aprendizagem. Um exemplo de sistema tutor inteligente com essa perspectiva foi aplicado em um curso de programação introdutória com excelentes resultados de aprendizagem (Corbett ; Anderson, 1994).

A Tabela 2 apresenta as propostas mais recentes de previsão de desempenhos de estudantes, especialmente para o domínio da programação.

### Trabalhos de Previsão de Desempenhos de Estudantes Características e Contribuições

Década de 60	
(MCNAMARA; HUGHES, 1961)	Apresenta uma revisão de pesquisas em seleção de programadores, de instrumentos de avaliação de performance e de pesquisa de variáveis preditoras mais relacionadas aos desempenhos de programadores.
(Badgley <i>et al</i> , 1962)	Relaciona atributos psicológicos, sociais e acadêmicos para prever sucesso ou fracasso de estudantes de medicina; Determina fatores úteis para modelos de predição; Analisa histórico de dados dos estudantes; Aplica técnica de análise de regressão linear; Identifica fatores de sucesso ou fracasso escolar; Desempenhos são preditos com 81% de acurácia.
(Bauer <i>et al</i> , 1968)	Aplicação de testes para identificar aptidão em programação em processo seletivo; A finalidade é evitar desperdício de tempo e de custos em treinamentos; Aplica modelos de regressão linear múltipla com técnica <i>stepwise</i> para selecionar melhor combinação de variáveis para prever desempenhos; Compara a eficácia preditiva de vários testes; Os escores dos testes foram correlacionados com a nota final.
Década de 70	



(DeNELSKY; McKEE, 1974)	Previsão de desempenhos com o objetivo de identificar competências específicas em programação; Criação de testes designados para medir aptidões específicas.
(Motley; Brooks, 1977)	Previsão de taxas de erros de programação; Aplicação de análise de regressão linear múltipla a partir de características de programas e de variáveis de programadores. Investigação de características de software relacionadas à complexidade
(Curtis <i>et al</i> , 1979)	Foco em validar o uso de métricas de complexidade de software para prever desempenhos de programadores; Reconhece como melhores preditores as métricas de <i>Halstead</i> , de <i>McCabe</i> e o número de linhas de código.
Década de 80	
(Hostetler, 1983)	Previsão de aptidão em programação medindo certas habilidades cognitivas, traços de personalidade e histórico de desempenhos; O objetivo primário do estudo foi criar um modelo para prever sucesso em programação para reorientar estudantes de programação.
(Butcher; Muth, 1985)	Previsão de desempenhos de calouros em cursos de Ciência da Computação a partir de informações sobre programas e históricos de desempenhos escolares junto com resultados de testes do <i>American College (Act)</i> .
(Werth, 1986)	Estudos sobre a relação entre a nota do estudante no começo de um curso com sexo, idade, escola, performances acadêmicas anteriores, número de cursos de matemática e experiência de trabalho; Não há relação entre desempenhos com o tipo de personalidade; Relações mais significantes com nível de estudo, número de horas trabalhadas e número de aulas de matemática no ensino secundário.
Década de 90	
(Corbett; Anderson, 1994)	Modelagem dos estados de conhecimento dos estudantes; O modelo de estudante ideal contém um conjunto de regras de produção ideal que forma o núcleo do Sistema Tutor Inteligente (STI); Esse modelo auxilia o tutor a monitorar o estado de conhecimento do aluno e a planejar sequências de atividades a serem recomendadas conforme necessidades do aprendiz; O modelo resultante prediz desempenhos com eficácia, prevê erros e, principalmente, possibilita a maioria dos estudantes alcançar altos níveis de desempenhos.

Tabela 1. A Evolução das Técnicas de Previsão de Desempenhos

## Trabalhos Recentes de Previsão de Desempenhos de Estudantes

### Características e Contribuições

A partir de 2000	
(Minaei-Bidgoli <i>et al</i> , 2003)	Tecnologias educacionais da web para coleta de dados de estudantes; Coleta rotineira de dados em grandes quantidades por sistemas web; Aplicação de técnicas de <i>Data mining</i> ; Abordagem para classificar alunos afim de prever sua nota final a partir de características reconhecidas nos dados coletados; Combinação de vários classificadores para melhorar a eficácia de classificação; Considera peso de características e aplica um algoritmo genético para melhorar precisão de previsão; Visa identificar alunos em risco e permitir o instrutor orientá-los em tempo hábil.
(Kotsiantis <i>et al</i> , 2010)	Combinação de classificadores utilizando métodos de votação e algoritmos de aprendizagem <i>online</i> para previsão de desempenhos de estudantes em curso de informática a distância.
(Romero; Ventura, 2010)	Apresenta as principais propostas de previsão de desempenhos utilizando técnicas de <i>data mining</i> .
(Romero <i>et al</i> , 2013)	Especifica ferramenta de mineração de dados em <i>Moodle</i> ; Compara experimentalmente várias técnicas de mineração de dados para previsão de desempenhos; Apresenta exemplos de modelos descobertos e explica que modelos de classificadores são apropriados para ambientes educacionais, mais eficazes e mais compreensíveis para os professores.
(Sorour <i>et al</i> , 2015)	Previsão de desempenhos de estudantes pelo métodos LDA ( <i>Latent Dirichlet Allocation</i> ) e SVM ( <i>Support Vector Machine</i> ); Melhores resultados de previsão de desempenhos em relação aos modelos LSA ( <i>Latent Semantic Analysis</i> ) e PLSA ( <i>Probabilistic Latent Semantic Analysis</i> ).
(Naser <i>et al</i> , 2015)	Um modelo de Redes Neurais Artificiais é utilizado para prever desempenhos de estudantes dos cursos de Engenharia e Tecnologia da Informação; Tem como objetivos identificar fatores que afetam desempenhos, converter esses fatores em formas apropriadas para uma codificação de sistemas adaptativos e prever desempenhos de um estudante a partir de dados desse estudante. São considerados fatores como desempenhos anteriores, escores em disciplinas de Matemática e gênero; O modelo foi desenvolvido e treinado abrangendo cinco gerações de graduados; O Modelo prevê corretamente o desempenho de mais de 80% dos estudantes.
(Qiu <i>et al</i> , 2016)	Modelagem e previsão de comportamentos de estudantes em MOOCs ( <i>Massive Open Online Courses</i> ) através da análise profunda de dados demográficos, padrões de atividades de aprendizagem em fóruns, vídeos e exercícios; Proposta de <i>LadFG</i> ( <i>Dynamic Factor Graph</i> ) para incorporar esses dados de estudantes; Duas tarefas de previsão: previsão de desempenhos em exercícios e previsão de receber certificação; Modelo flexível que pode ser aplicado a várias configurações.

(Strang, 2016)	<p>A contribuição metodológica é a combinação de métodos onde a hipótese quantitativa foi testada e seguida pela coleta de dados qualitativos na análise de textos e mais análise quantitativa para descobrir padrões em textos <i>online</i>; Foco na análise de aprendizagem <i>online</i>; Vários atributos importantes dos estudantes e suas atividades são examinadas para identificar o que melhor favorece a previsão de escores mais altos; Tem o propósito de explorar relações entre notas de estudantes e fatores de aprendizagem utilizando um amplo conjunto de dados de um curso; Estudos atuais apontam para a habilidade de prever resultados de aprendizagem a partir da análise de <i>Big Data</i>, mas poucos indicadores para isso têm sido de fato encontrados; Uso de preditores quantitativos e dados qualitativos extraídos de textos de estudantes; Quatro preditores de interação <i>online</i> são utilizados para explicar modelo de regressão.</p>
----------------	---

Tabela 2. Trabalhos mais recentes sobre previsão de desempenhos

Atualmente, a análise de aprendizagem preditiva tem como tendências a coleta de dados em sistemas *web*, a análise de dados em *Big Data* utilizando técnicas de *data mining*, a combinação de técnicas de classificação para melhorar eficácia de previsão e a utilização de modelos de regressão linear múltipla para a estimação de desempenhos.

De acordo com a revisão do estado da arte da previsão de desempenhos no domínio da aprendizagem de programação, o *framework* proposto neste trabalho tem como objetivos específicos: analisar um histórico de códigos-fontes de programas desenvolvidos por estudantes em ambientes *online*, combinar características de códigos-fontes para modelar estados de aprendizagem ao longo de um curso gerando perfis, prever desempenhos de estudantes e realimentar estados de aprendizagem por recomendação de atividades de acordo com necessidades dos estudantes reconhecidas em seus perfis. O objetivo geral dessa proposta é, por conseguinte, alcançar êxitos coletivos de aprendizagem.

### 3 | UM *FRAMEWORK* PARA PREVISÃO DE DESEMPENHOS

Aproposta metodológica do *framework* de previsão de desempenhos deste trabalho aplica as ideias do STI de Corbett e Anderson (1994) e do sistema de recomendação de atividades proposto por Oliveira et al. (2013).

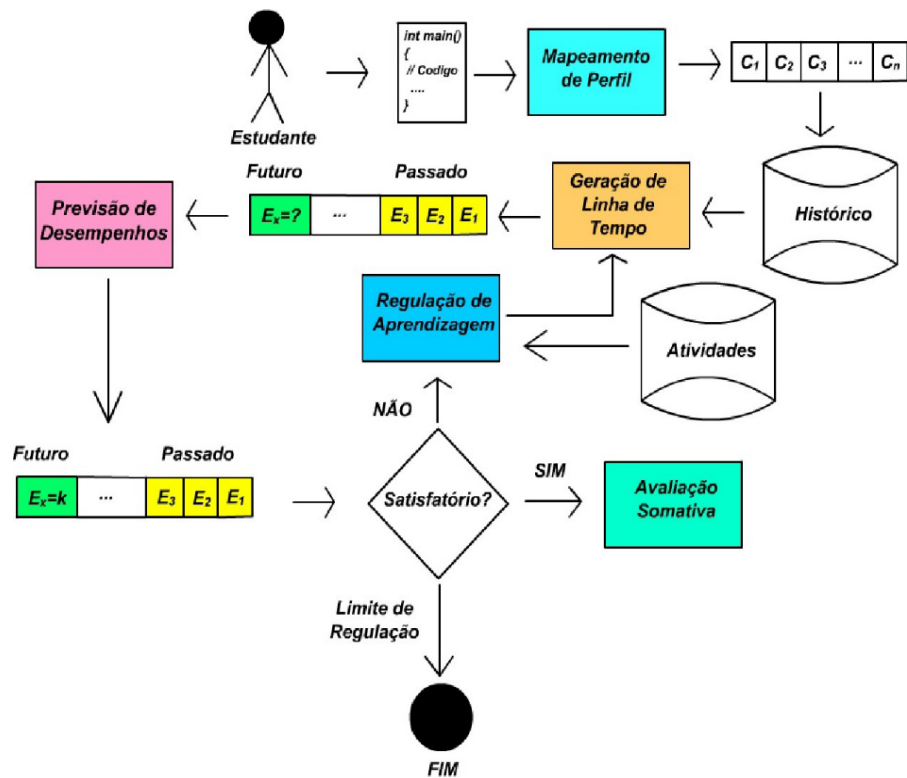


Figura 1. Framework de Previsão de Desempenhos

A Figura 1 apresenta o *framework* combinando as funcionalidades de mapeamento de perfis de estudantes, de previsão de desempenhos e de regulação da aprendizagem para o domínio da aprendizagem de programação.

De acordo com a Figura 1, cada programa desenvolvido por um *Aluno* é mapeado em um perfil representado por um conjunto de componentes de habilidades que são variáveis de avaliação do domínio da programação (OLIVEIRA *et al*, 2015b). Em seguida, esse perfil é adicionado a um *histórico* de perfis do mesmo aluno ao longo de um curso. Para a *Geração de Linha do Tempo do Estudante*, cada perfil do histórico é mapeado em um estado de aprendizagem  $E_p$ , que pode ser o escore de cada exercício.

O estado de aprendizagem a ser predito é  $E_x$ . Para a *Previsão de Desempenhos*, é criado um modelo de regressão linear a partir dos perfis do *Histórico* e dos estados de aprendizagem  $E_i$  a eles associados. Em seguida, é predito um valor  $k$  para a variável independente  $E_x$  do modelo.

A partir do estado de aprendizagem predito, o processo de aprendizagem do aluno na prática da programação é reorientado. Se o estado for *satisfatório*, o aprendiz já poderá ser submetido a processos de *Avaliação Somativa* para qualificação de aprendizagem. Senão, ele é submetido a um processo de *Regulação da Aprendizagem* que consiste em ações de recomendação de atividades conforme dificuldades de aprendizagem. Uma nova linha do tempo é então criada a partir das novas atividades resolvidas e o estado de aprendizagem  $E_x$  é predito novamente.

O processo de *Regulação da Aprendizagem* se repete até que o estudante alcance um estado de aprendizagem *satisfatório*. No entanto, há um *limite de regulação* que informa se a regulação possui possibilidades de êxito considerando os avanços em uma

linha do tempo. Não havendo mais essas possibilidades depois de várias ações de regulação, o processo é encerrado e um relatório é gerado informando os estados de aprendizagem do aluno e as suas dificuldades para serem avaliadas individualmente pelo professor.

#### 4 | DESAFIOS E CAMINHOS PARA A PREVISÃO DE DESEMPENHOS

Embora algumas soluções para previsão de desempenhos de estudantes já tenham sido desenvolvidas e possam ser estendidas para o domínio da programação, para um domínio tão complexo como este, há muitos desafios a serem vencidos entre os quais destacamos:

V. Assumindo uma representação vetorial do domínio a partir de códigos-fontes desenvolvidos por alunos, conforme (OLIVEIRA et al, 2015b), como definir as variáveis preditoras, isto é, as dimensões ou *features*, que melhor representem um histórico de diferentes classes de exercícios de programação ao longo de um curso e sejam adequadas para formar um modelo de previsão de desempenhos?

VI. Como tratar as variações de estilos nos códigos de programação de estudantes ao longo de uma linha do tempo?

VII. Como estabelecer medições que garantam a confiabilidade dos sistemas de previsão de desempenhos de forma que motivem professores a utilizá-los? Será possível, a partir de um histórico de exercícios avaliados e mapeados em uma perspectiva multidimensional, prever o desempenho de um aluno na prova?

VIII. Como construir esse histórico de exercícios, uma vez que será necessária uma grande quantidade de amostras para cada aluno, sem demandar esforço em excesso de professores para corrigir todos esses exercícios?

IX. No contexto de *MOOCs (Massive Open Online Courses - Cursos Online Abertos e Massivos)*, como prever desempenhos de muitos alunos com a demanda de uma grande quantidade de exercícios pré-avaliados por professores?

Para vencer cada um desses desafios da previsão de desempenhos de estudantes de programação, apontamos os seguintes caminhos de pesquisa, respectivamente:

i. Na recomendação semi-automática de exercícios de programação para estudantes com dificuldades de aprendizagem, o trabalho de Oliveira *et al.* (2013) representa o domínio da aprendizagem de programação a partir de informações de programas escritos em Linguagem C. Essas informações são mapeadas em vetores cujas dimensões são variáveis de avaliação de programação. Essa ideia pode ser, portanto, utilizada para representar perfis de alunos para prever seus desempenhos.

- ii. Uma proposta para tratar as variações em estilos de programação ao longo de um curso, é criar uma representação genérica dos exercícios de programação resolvidos pelos alunos através de métricas alternativas que quantifiquem padrões ou tendências de programação como esforço, complexidade, estilo e outras métricas (HUNG *et al*, 1993).
- iii. Uma solução é identificar exercícios de programação resolvidos por alunos ao longo de um curso cujas soluções sejam estruturalmente semelhantes às soluções das questões de prova. Uma outra proposta seria comparar históricos de estudantes reformulando o problema de previsão em um problema de recomendação de filtragem colaborativa em que um aluno recebe a nota que outros alunos com históricos semelhantes ao seu receberiam. Ainda assim, para o domínio da programação, há altas variações no desenvolvimento de programas de aluno para aluno. Dessa forma, a confiabilidade de sistemas de previsão de desempenhos em programação ainda representa um grande desafio de pesquisa.
- iv. Nesse caso, sistemas de avaliação semi-automática de exercícios de programação poderiam ser utilizados em combinação com sistemas de previsão de desempenhos. Dessa forma, durante um curso, para cada exercício, apenas algumas amostras selecionadas seriam corrigidas por professores e as demais, por um sistema de avaliação semi-automática como o proposto por Oliveira (2013) e melhorado por Oliveira *et al.* (2015a.). Outras opções de avaliação automática de exercícios de programação são apresentadas por Oliveira e Oliveira (2015).
- v. No contexto de *MOOCs*, Pieterse (2013], com o apoio de sistemas de avaliação automática de exercícios de programação apontados no item anterior, a previsão de desempenhos pode tornar-se mais confiável uma vez que, havendo mais alunos, haverá mais históricos de exercícios e maior representação da diversidade de soluções desses exercícios. Nesse caso, o verdadeiro desafio a ser vencido é a redução de esforço de professores ao avaliar exemplos de soluções para cada um dos vários exercícios de programação aplicados com a finalidade de gerar o treino de sistemas de avaliação semi-automática. O ideal é, portanto, que, para cada exercício, o professor avalie o menor número possível de exemplos de soluções e que esses exemplos sejam os mais representativos de um conjunto com uma grande quantidade de amostras de soluções. O trabalho de Oliveira *et al.* (2015), por exemplo, é um passo inicial e relevante nesse caminho de pesquisa porque propõe uma estratégia de seleção de amostras e *features* de um conjunto de soluções de programação para formar o conjunto de treino de uma avaliador semi-automático.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou um sumário do estado da arte da análise de aprendizagem preditiva, destacando a sua evolução, os métodos propostos, os desafios a serem vencidos e os caminhos de pesquisa a serem seguidos dentro do domínio da aprendizagem de programação. Além disso, propomos um *framework* para previsão de desempenhos de estudantes a partir de um histórico de desempenhos em atividades de programação.

Para os próximos anos, os principais desafios da previsão de desempenhos em avaliações de programação são os seguintes: dispor de uma grande quantidade de informações a partir de um histórico de desempenhos suficiente para prever com precisão os desempenhos futuros e tratar a variabilidade e a subjetividade tão presentes no processo de construção de programas, o que pode impactar em ampla variabilidade nas variáveis preditoras de modelos de análise de aprendizagem preditiva.

A contribuição deste trabalho é promover a discussão da análise de aprendizagem preditiva na comunidade científica de interesse e incentivar, a partir deste estudo, o desenvolvimento de estratégias de previsão de desempenhos em programação com as finalidades de, antecipando-se a um futuro de fracasso escolar, reorientar práticas de ensino e remediar o processo de aprendizagem para que alunos melhorem seus desempenhos.

## REFERÊNCIAS

- AGUDO-PEREGRINA, Ángel F.; HERNÁNDEZ-GARCÍA, Ángel; IGLESIAS-PRADAS, Santiago. **Predicting academic performance with learning analytics in virtual learning environments: A comparative study of three interaction classifications.** In: Computers in Education (SIIE), 2012 International Symposium on. IEEE, 2012. p. 1-6.
- BADGLEY, Robin F.; HETHERINGTON, Robert W.; MACLEOD, J. Wendell. **Social characteristics and prediction of academic performance of Saskatchewan medical students.** Canadian Medical Association Journal, v. 86, n. 14, p. 624, 1962.
- BAUER, Roger; MEHRENS, William A.; VINSONHALER, John F. **Predicting performance in a computer programming course.** Educational and Psychological Measurement, v. 28, n. 4, p. 1159-1164, 1968.
- BUTCHER, D. F.; MUTH, W. A. **Predicting performance in an introductory computer science course.** Communications of the ACM, v. 28, n. 3, p. 263-268, 1985.
- CORBETT, Albert T.; ANDERSON, John R. **Knowledge tracing: Modeling the acquisition of procedural knowledge.** User modeling and user-adapted interaction, v. 4, n. 4, p. 253-278, 1994.
- CURTIS, Bill et al. **Measuring the psychological complexity of software maintenance tasks with the Halstead and McCabe metrics.** IEEE Transactions on software engineering, n. 2, p. 96-104, 1979.
- DENELSKY, GARLAND Y.; MCKEE, MICHAEL G. **Prediction of Computer Programmer Training and Job Performance using the AABP TEST 1.** Personnel Psychology, v. 27, n. 1, p. 129-137, 1974.

HOSTETLER, Terry R. **Predicting student success in an introductory programming course.** ACM SIGCSE Bulletin, v. 15, n. 3, p. 40-43, 1983.

HUNG, Sheung-lun et al. **New metrics for automated programming assessment.** In: Software Engineering Education. 1993. p. 233-243. Johnson, L., Becker, S. A., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., and Hall, C. (2016). NMC Horizon Report: 2016. Higher Education Edition. Learning Analytics and Adaptive Learning: *Time-to-Adoption Horizon: One Year or Less*. The New Media Consortium, Austin, Texas.

KOTSIANTIS, S.; PATRIARCHEAS, Kiriakos; XENOS, M. **A combinational incremental ensemble of classifiers as a technique for predicting students' performance in distance education.** Knowledge-Based Systems, v. 23, n. 6, p. 529-535, 2010. Lias, T. E. and Elias, T. (2011). Learning analytics: The definitions, the processes, and the potential.

BIN MAT, Usamah et al. **An overview of using academic analytics to predict and improve students' achievement: A proposed proactive intelligent intervention.** In: Engineering Education (ICEED), 2013 IEEE 5th Conference on. IEEE, 2013. p. 126-130.

MCNAMARA, W. J.; HUGHES, J. L. **A review of research on the selection of computer programmers.** Personnel Psychology, v. 14, n. 1, p. 39-51, 1961.

MINAEI-BIDGOLI, Behrouz et al. **Predicting student performance: an application of data mining methods with an educational web-based system.** In: Frontiers in education, 2003. FIE 2003 33rd annual. IEEE, 2003. p. T2A-13. Motley, R. and Brooks, W. (1977). Statistical prediction of programming errors. Technical report, DTIC Document.

NASER, Samy Abu et al. **Predicting student performance using artificial neural network: in the Faculty of Engineering and Information Technology.** International Journal of Hybrid Information Technology, v. 8, n. 2, p. 221-228, 2015.

OLIVEIRA, Marcia *et al.* **Representação da diversidade de componentes latentes em exercícios de programação para classificação de perfis.** In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). 2015. p. 1177.

OLIVEIRA, M. G.; NOGUEIRA, Matheus de Araújo; OLIVEIRA, Elias. **Sistema de apoio à prática assistida de programação por execução em massa e análise de programas.** In: XXIII Workshop sobre Educação em Computação (WEI)-CSBC. 2015.

OLIVEIRA, M. G. **Núcleos de Avaliações Diagnóstica e Formativa para Regulação da Aprendizagem de Programação.** Tese de Doutorado. UFES, 2013.

OLIVEIRA, Márcia Gonçalves; CIARELLI, Patrick Marques; OLIVEIRA, Elias. **Recommendation of programming activities by multi-label classification for a formative assessment of students.** Expert Systems with Applications, v. 40, n. 16, p. 6641-6651, 2013.

OLIVEIRA, Márcia G.; OLIVEIRA, E. **Abordagens, Práticas e Desafios da Avaliação Automática de Exercícios de Programação.** In: 4o. DesafIE-Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação. 2015. p. 1-10.

PIETERSE, Vreda. **Automated assessment of programming assignments.** In: Proceedings of the 3rd computer science education research conference on computer science education research. Open Universiteit, Heerlen, 2013. p. 45-56.

QIU, Jiezhong et al. **Modeling and predicting learning behavior in MOOCs.** In: Proceedings of the ninth ACM international conference on web search and data mining. ACM, 2016. p. 93-102.

ROMERO, Cristobal et al. **Web usage mining for predicting final marks of students that use Moodle courses.** Computer Applications in Engineering Education, v. 21, n. 1, p. 135-146, 2013.



Romero, C. and Ventura, S. (2010). **Educational data mining: a review of the state of the art.** *Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, IEEE Transactions on*, 40(6):601–618.

SOROUR, Shaymaa E.; GODA, Kazumasa; MINE, Tsunenori. **Estimation of student performance by considering consecutive lessons.** In: *Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI), 2015 IIAI 4th International Congress on. IEEE, 2015.* p. 121-126.

STRANG, Kenneth David. **Beyond engagement analytics: which online mixed-data factors predict student learning outcomes?** *Education and information technologies*, v. 22, n. 3, p. 917-937, 2017.

SUCHITHRA, R.; VAIDHEHI, V.; IYER, Nithya Easwaran. **Survey of learning analytics based on purpose and techniques for improving student performance.** *International Journal of Computer Applications*, v. 111, n. 1, 2015.

WATSON, Christopher; LI, Frederick WB; GODWIN, Jamie L. **Predicting performance in an introductory programming course by logging and analyzing student programming behavior.** In: *2013 IEEE 13th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT). IEEE, 2013.* p. 319-323.

WERTH, Laurie Honour. **Predicting student performance in a beginning computer science class.** ACM, 1986..

## ANÁLISE E MODELAGEM DA RELAÇÃO INTERPESSOAL EM ESPORTES COLETIVOS UTILIZANDO REDES NEURAS ARTIFICIAIS

**Tadeu Nogueira Costa de Andrade**

Universidade Federal da Bahia - UFBA  
Salvador- Bahia

**Marcos Rodrigo Trindade Pinheiro Menuchi**

Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC  
Ilhéus - Bahia

**Paulo Eduardo Ambrósio**

Universidade Estadual de Santa Cruz- UESC  
Ilhéus – Bahia

**RESUMO:** O avanço da tecnologia nas últimas décadas tem influenciado na evolução em diferentes campos de estudos. Na pedagogia do esporte não é diferente e tem realizado um alto investimento computacional nos últimos anos. Recentemente, a Ciência do Esporte tem utilizado de ferramentas computacionais para modelagem e análise de movimentos esportivos. Uma destas ferramentas são as Redes Neurais Artificiais (RNAs). Sua utilização vem abrindo novos caminhos para o entendimento da dinâmica das interações interpessoais que contribuem para a organização e função de diferentes modalidades esportivas. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi modelar a dinâmica interpessoal de uma pequena atividade de futebol, o bobinho, analisando os parâmetros espaciais relevantes na tomada de decisão do passe utilizando RNAs.

**PALAVRAS-CHAVES:** Ciência do esporte, Redes Neurais Artificiais, Reconhecimento e classificação de padrões.

**ABSTRACT:** The Technological advances in recent decades have directly influenced the evolution progress in different areas of study. In the pedagogy of sport is not any different and represent a big investment in the computer last few years. Recently, the Sports Science has used computational tools for sports movements modeling and analysis. One of these tools is Artificial Neural Networks (ANNs). Its use has opened new avenues for understanding the interpersonal interactions dynamics that contribute to the organization and function of different sports modalities. In the way, the objective of this work was to model the interpersonal dynamics of a small soccer activity, the “bobinho”, analyzing the relevant spatial parameters in the decision making of the pass using ANNs.

**KEYWORDS:** Sport Science, Artificial Neural Networks, Recognition and Pattern Classification.

### 1 | INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico ocorrido nas últimas décadas tem influenciado diretamente na

evolução teórica e prática em diversos campos ou áreas de estudo. A Pedagogia do Esporte não é uma exceção, e apresenta-se como uma das disciplinas com grande investimento computacional, seja ele organizacional ou aplicado no processo de ensino e aprendizagem do esporte.

Pesquisadores adeptos da abordagem dos sistemas dinâmicos e ecológicos vêm fortalecendo alguns princípios importantes para a compreensão, fundamentação e organização do ambiente de aprendizagem dos esportes, com implicações práticas para a intervenção profissional (MENCHI *et al.*, 2014). A ideia principal nestas abordagens é que o esporte deve ser analisado com base em suas estruturas funcionais, ou seja, as ações do esportista não podem ser pensadas separadamente do contexto em que são realizadas (ARAÚJO *et al.*, 2006). Para os autores, o aprendiz estabelece relações funcionais com o meio que podem ser descritas e analisadas como um sistema dinâmico complexo e auto-organizado. Dessa forma, é extremamente importante entender os fatores que influenciam e delineiam o desempenho esportivo.

Realizar o mapeamento da configuração espaço-temporal da dinâmica interpessoal (isto é, a relação com eventos, companheiros e adversários) pode trazer informações que possibilitem entender as relações estabelecidas no contexto competitivo (Araújo *et al.*, 2006; McGarry, 2009). Estes modelos de mapeamento podem ser realizados através de técnicas de Inteligência Computacional que utilizem algoritmos para classificações e reconhecimento de padrões. Com base nestas técnicas, diversificados parâmetros referentes aos fenômenos esportivos em seu contexto natural podem ser medidos e classificados, oportunizando o acesso a informações que visualmente não são possíveis (Nilsson, 1983).

O interesse na área de reconhecimento de padrões vem de grande crescimento nas últimas décadas devido à quantidade de aplicações que, além de serem cada vez mais desafiadoras, são computacionalmente mais exigentes que as demais. Com o avanço e a diversidade de recursos computacionais para tal, existe diversas abordagens para realizar um reconhecimento e classificação. Basicamente todo o processo é resumido em três etapas: A aquisição dos dados, a representação dos dados e a tomada de decisão.

Uma técnica comumente utilizada em análise de reconhecimento e classificações de padrões é a Rede Neural Artificial (RNA). A RNA podem operar funções não lineares, possibilitando desenvolver funções complexas de transformação de dados capazes de adaptar a variações do ambiente e tolerar falhas e ruídos de dados (Praga, *et al.*, 2000). A utilização de redes na ciência do esporte tem sido direcionada para a identificação de padrões táticos em diferentes esportes coletivos (Perl, 2001), quantificação de contribuições individuais no desempenho da equipe (Duch *et al.*, 2010), identificação das sequências temporais do movimento da bola no jogo (Mendes *et al.*, 2007), e regularidades na distribuição de gols/pontos nos jogos (Greenhough *et al.*, 2002; Malacarne e Mendes, 2000).

Dois potenciais parâmetros subjacentes à tomada de decisão do passe têm sido

identificados em recentes pesquisas do esporte (Corrêa *et al.*, 2012; Vilar *et al.*, 2014): (1) a distância interpessoal (DI – distância entre o passador e os outros jogadores no contexto competitivo) e (2) o ângulo de passe (AP – ângulo formado entre o passador, marcador e receptor). Assim, um protocolo experimental baseado em um pequeno jogo de futebol, o bobinho, foi elaborado a fim de investigar os padrões dinâmicos interpessoais envolvidos no passe. Após esta etapa, foi realizada uma modelagem dinâmica interpessoal do passe no bobinho verificando os parâmetros espaciais DI e AP e utilizando as técnicas de RNA.

## 2 | A INTELIGÊNCIA COMPUTACIONAL E AS REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

A aprendizagem está diretamente relacionada à manipulação do conhecimento já adquirido e de novas observações que podem levar a novos conhecimentos. O processo de aprendizagem pode ser classificado em supervisionado ou não supervisionado. No aprendizado supervisionado existe um conjunto de modelos que faz com que a máquina possa aprender sobre o domínio do problema, sendo compostas por um conjunto de entrada e suas respectivas saídas conhecidas. Já o aprendizado não supervisionado não existe um conjunto de exemplos previamente informado. Isso faz com que o algoritmo aprenda com a ajuda de uma medida de qualidade. (LORENA *et al.*, 2007).

Segundo PRATI (2006), os algoritmos de aprendizagem podem ainda ser classificados em não incremental e incremental. O algoritmo não incremental necessita que todas as possibilidades de execução possíveis estejam presentes para o seu aprendizado. Já o algoritmo incremental consegue aprender novos conceitos a partir de conhecimentos adquiridos anteriormente. Assim, quanto mais entradas de dados forem utilizadas na rede mais inteligente o algoritmo vai se tornando, respeitando um limite máximo de aprendizagem. Neste contexto a RNA é o modelo de algoritmo incremental mais conhecido.

As RNAs buscam simular, em um ambiente tecnológico, a estrutura e o funcionamento do cérebro. Para HAYKIN (1998), uma rede neural é uma máquina que é projetada para modelar a maneira como o cérebro realiza uma tarefa particular ou função de interesse. Normalmente a RNA é implementada utilizando componentes eletrônicos ou simulada por programação. Uma de suas características é a capacidade de memorizar os dados treinados e de generalizá-los, possibilitando assim novas classificações.

Basicamente, uma rede neural é uma estrutura paralela com habilidades de generalização, ou seja, oferece saídas adequadas para entradas que não estavam presentes durante o treinamento. Essa é a grande vantagem das redes em comparação aos demais algoritmos. Segundo HAYKIN (1998), a rede neural é semelhante ao cérebro em dois aspectos:

- O conhecimento é adquirido pela rede a partir de seu ambiente através de um processo de aprendizagem;
- Forças de conexão entre neurônios, conhecidas como pesos sinápticos, são utilizados para armazenar o conhecimento adquirido.

Em problemas complexos, normalmente as redes são utilizadas em conjunto com outras tecnologias, já que sozinha, para tais problemas, não consegue oferecer uma solução adequada. Com a decomposição de problemas complexos em outros relativamente simples, as redes neurais poderiam então trabalhar com um subconjunto desses problemas, oferecendo soluções satisfatórias.

Um dos benefícios das redes neurais é a capacidade de representar um universo não estático, onde as estatísticas mudam consideravelmente com o tempo, pois é capaz de alterar seus pesos sinápticos em tempo real, se adaptando a situação encontrada (Adaptabilidade). Outra vantagem é a capacidade de se recuperar, por exemplo, as possíveis falhas que possam acontecer em seus neurônios, caso tal rede seja implementada em hardware (Tolerância às falhas). Ou seja, apesar da perda de qualidade da rede neural com a falha de um dos seus neurônios, provavelmente o resultado final não sofreria consequências que impossibilitasse de obter resultados satisfatórios.

### 3 | MÉTODO

As informações relevantes para o desempenho e aprendizagem são adquiridas por meio da contínua interação do aprendiz e seu contexto de ação (CHOW *et al.*, 2011). Dessa forma, torna-se de fundamental importância identificar e manipular as restrições que possam oferecer diferentes demandas no processo de ensino-aprendizagem-treinamento do esporte (ARAÚJO *et al.*, 2004; RENSHAW *et al.*, 2010). Para Chow (*et al.*, 2011), essas ideias reforçam as necessidades de que os educadores e treinadores devem agir como facilitadores no processo, propondo atividades exploratórias para que os aprendizes possam encontrar soluções estáveis no contexto da ação.

Para Menuchi (2014), alterando os parâmetros específicos, professores e treinadores podem efetivamente guiar os aprendizes a explorarem a funcionalidade de diferentes estados organizacionais para adaptarem às diferentes demandas de restrições das tarefas. Como hipótese, a manipulação da restrição espaço-temporal pode resultar em mudanças na aprendizagem e desenvolvimento de habilidades motoras, bem como a efetividade as adaptações às imprevisíveis demandas no contexto da ação (ARAÚJO *et al.*, 2004; DAVIDS *et al.*, 2003). Além disso, a manipulação das restrições do contexto da ação afeta tanto em termos imediatos quanto em termos longitudinais (CHOW *et al.*, 2011). Assim, a manipulação das restrições é de fundamental importância no processo da formação esportiva.

O objetivo chave deste trabalho foi realizar uma modelagem computacional da

dinâmica interpessoal do bobinho, analisando os parâmetros espaciais relevantes na tomada de decisão do passe. Para isso, foi utilizado técnicas de RNAs.

Nesse estudo, cinco jovens praticantes de futebol com idade de  $18,73 \pm 1,06$  anos participaram da atividade do bobinho para coleta de dados. O estudo foi aprovado pelo CEP/UESC, sob o número CAAE 28947714.7.0000.5526. Os participantes realizaram a atividade com um marcador (jogador central) e quatro passadores (jogadores periféricos), conforme é possível visualizar na Figura 1.

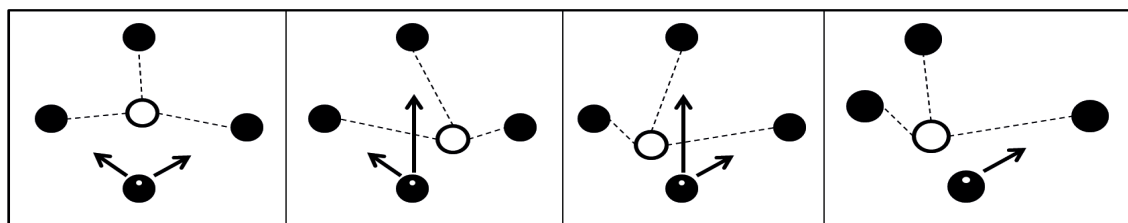


Figura 1 - Movimentos possíveis da atividade do bobinho

O objetivo da atividade era a troca de passe entre os passadores de forma que o marcador não interceptasse. Caso ocorresse a interceptação ou se o passe não fosse direcionado corretamente a outro passador, a atividade era encerrada, gerando uma nova configuração onde o jogador responsável pelo erro assumia a posição de marcador. Cada mudança de configuração era denominada de “rali”. Ao todo a atividade durava 5 minutos. Toda a movimentação dos participantes e da bola foi gravada por uma câmera digital da fabricante SONY HD *Progressive* modelo HDRXR260 configurada a 25Hz (25 quadros por segundo), conforme Duarte (*et al.*, 2010). O procedimento fotogramétrico para recuperação das coordenadas “x” e “y” foi realizado pelo software *Digital Video for Windows 5.0* (Barros *et al.*, 1999). Com a posição “x” e “y” recuperada, os parâmetros DI (utilizando a distância euclidiana dos pontos) e AP (utilizando a função cosseno) foram calculados através do software MATLAB R2013b.

Com os parâmetros calculados, o próximo passo foi utilizar RNA para reconhecer e classificar possíveis padrões de comportamento. O modelo de RNA que apresentou melhores resultados foi o modelo MLP (Perceptron Multicamadas) contendo uma camada intermediária e utilizando o algoritmo de retropropagação de sinais para a realização do aprendizado, conforme é possível visualizar na Figura 2. A RNA foi alimentada pelos parâmetros DI e AP previamente categorizados em função das opções: x1 (DI escolhida), x2 (DI não escolhida), x3 (AP escolhido) e x4 (AP não escolhido). Com tais dados de entrada, a RNA foi treinada e testada, conforme a relação angular com o marcador, informando se concorda ( $y = 1$ ) ou não ( $y = 0$ ) com o maior ângulo.

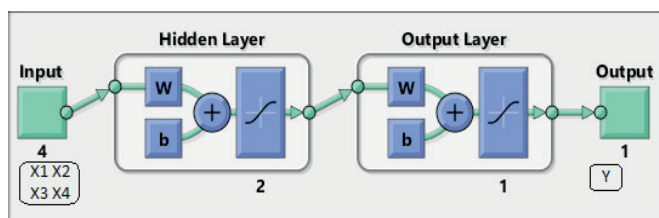


Figura 2 - RNA do tipo MLP configurada na atividade do bobinho com variáveis de entrada X1, X2, X3 e X4 e variável de saída Y.

## 4 I RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme Figura 3, ao longo dos 5 minutos de atividade foi recuperado 8 ralis que totalizaram 49 passes para análise. Destes passes, 25 formaram o protocolo de treinamento e 24 formaram o protocolo de teste. Dos 24 passes de teste, 23 foram satisfatórios. Ou seja, para esta quantidade de dados, a RNA foi capaz de prever a escolha realizada pelo passador em 96% das situações.

Rali	Tempo (s)	Nº passes
1	9,20	9
2	6,92	6
3	5,48	5
4	7,08	7
5	6,84	4
6	10,06	5
7	16,02	8
8	20,96	5
$\Sigma$	82,38	49

Figura 3 - ralis capturados da atividade com os respectivos tempos de duração e número de passes executados

Os resultados preliminares reforçam que é possível utilizar a atividade do bobinho como protocolo experimental para análise do passe. Isto porque, conforme resultados encontrados em Correia (*et al.*, 2012) e Vilar (*et al.*, 2014), a distância interpessoal e o ângulo de passe são potenciais parâmetros de controle para o passe em situações de jogo. Outra questão a ser considerada é a utilização da RNA como uma importante ferramenta para auxiliar o entendimento de como as interações interpessoais emergem no contexto da ação (Memmert e Perl, 2009). Isto é possível porque a RNA consegue identificar importantes parâmetros que potencializam as interações em um sistema complexo além de identificar padrões de interação. Tais características permitem, por exemplo, verificar quanto e quais jogadores estão engajados nas diferentes interações que emergem do contexto competitivo, trazendo contribuições para o processo de ensino-aprendizagem-treinamento dos esportes.

## 5 | CONCLUSÕES

Neste trabalho foi utilizada técnica de RNA para modelar a dinâmica interpessoal de uma atividade de troca de passes do futebol, o bobinho. O estudo demonstrou que os parâmetros espaciais de DI e AP foram eficientes para que a RNA pudesse prever a troca de passes. Diante da dificuldade de identificação de parâmetros que constroem a dinâmica interpessoal, a RNA demonstra ser uma importante ferramenta para identificar, hierarquizar e avaliar padrões de interações em sistemas dinâmicos não lineares, como as interações nos esportes coletivos.

Como análises futuras, é possível adicionar no estudo outros dados de entrada, tais como perna preferida (se destro ou canhoto), velocidade do passe, sentido da recepção do passe (se da direita, esquerda ou frontal), bem como outros parâmetros considerados relevantes no contexto da ação. Além disso, também é possível descrever o padrão em diferentes categorias de formação no futebol, destacando suas especificidades e progressão para aprimoramento do modelamento do protocolo experimental.

## REFERÊNCIAS

- ARAUJO, D.; DAVIDS, K. **Embodied cognition and emergent decision-making in dynamical movement systems**. *Junctures*, v.2, p.45-57, 2004.
- ARAUJO, D., DAVIDS, K., Hristovskic, R. **The ecological dynamics of decision making in Sport**. *Psychology of Sport and Exercise*, 7, 653-676. doi: 10.1016/j.psychsport.2006.07.002, 2006.
- BARROS, R.M.L., BREZIKOFER, R., LEITE, N., FIGUEROA, P.J. **Desenvolvimento e avaliação de um sistema para análise tridimensional de movimentos humanos**. *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica*, 15, 79-86, 1999.
- CHOW, J. Y.; DAVIDS, K.; HRISTOVSKI, R.; ARAUJO, D.; PASSOS, P. **Nonlinear pedagogy: learning design for self-organizing neurobiological systems**. *New Ideas in Psychology*, v.29, p.189-200, 2011.
- CORREIA, V.; ARAUJO, D.; DUARTE, R.; TRAVASSOS, B.; PASSOS, P.; DAVIDS, K. **Changes in practice task constraints shape decision-making behaviours of teamgames players**. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v.15, n.3, p.244-249, 2012.
- DAVIDS, K., GLAZIER, P., ARAUJO, D.; BARTLETT, R. **Movement systems as dynamical systems**. *Sports Medicine*, v.33, n.4, p.245-260, 2003
- DUARTE, R.; ARAUJO, D.; FERNANDES, O.; FONSECA, C.; CORREIA, V.; GAZIMBA, V.; TRAVASSOS, B.; ESTEVES, P.; VILAR, L.; LOPES, J. **Capturing complex human behaviors in representative sports contexts with a single camera**. *Medicina (Kaunas)*, v.46, n.6, p.408-414, 2010.
- DUCH, J., WAITZMAN, J. S., AMARAL, L. A. **Quantifying the performance of individual players in a team activity**, *PLoS ONE*, 5, e10937, 2010
- GREENHOUGH, J., BIRCH, P.C., CHAPMAN, S.C., ROWLANDS, G. **Football goal distributions and extremal statistics**, *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 1-4, 615-624, 2002.



- HAYKIN, S. **Redes Neurais: Princípios e práticas**. 2. ed. [S.l.], 1998: trad: Paulo Martins Rangel - Porto Alegre: Bookman, 2001.
- LORENA A. C. and CARVALHO A. C. P. L. F. **Uma Introdução às Support Vector Machines**, Revista de Informática Aplicada, vol14, no2, p43-67, 2007. Malacarne e Mendes, 2000.
- MCGARRY, T. **Applied and theoretical perspectives of performance analysis in sport: scientific issues and challenges**. International Journal of Performance Analysis of Sport, 9, 128-140, 2009.
- MEMMERT, D., PERL, J. (2009). **Game creativity analysis using neural networks**. Journal of Sports Sciences, 27, 139-149. doi: 10.1080/02640410802442007, 2009.
- MENDES, R.S., MALACARNE, L.C., ANTENEODO, C.J. **Statistics of football dynamics**, European Physics Journal, B57, 357-363, 2007
- MENUCHI, M. **Padrões de coordenação interpessoal atacante-defensor no futsal**. Revista Mineira de Educação Física, n.9, p. 515-521, 2014
- MENUCHI, M. R. T. P.; GALATTI, L. R.; NASCIMENTO, J. V. **Formação em Educação Física e a organização do ambiente de aprendizagem na iniciação esportiva**. In: NASCIMENTO, J. V. (Org). Formação em Educação Física VI. UFSC, 2014.
- NILSSON, N. **Artificial intelligence prepares for 2001**. The AI Magazine, 1, 7-14, 1983.
- PERL, J. **Artificial neural networks in sports: New concepts and approaches**, International Journal of Performance Analysis in Sport, 1, 106-121, 2001.
- PRAGA A.P; CARVALHO A.P.L.F; LUDERMIR T.B; **Redes Neurais Artificiais: Teoria e Aplicações**, 2000.
- PRATI R.C. **Novas abordagens em aprendizado de máquina para geração de regras, classes desbalanceadas e ordenação de casos**. São Paulo, 2006, 191p. Tese (Doutoramento em Ciências da Computação e Matemática Computacional) – Universidade de São Paulo – USP.
- RENSHAW, I.; CHOW, J-Y.; DAVIDS, K.; HAMMOND, J. **A constraints-led perspective to understanding skill acquisition and game play: a basis for integration of motor learning theory and physical education praxis?** Physical Education and Sport Pedagogy, v.15, n.2, p.117-137, 2010.
- VILAR, L., ARAUJO, D., DAVIDS, K., TRAVASSOS, B., DUARTE, R., PARREIRA, J. **Interpersonal coordination tendencies supporting the creation/prevention of goal scoring opportunities in futsal**. European Journal of Sport Science, 14, 28-35. doi: 10.1080/17461391.2012.725103, 2014

## ANÁLISE DOS DESAFIOS PARA ESTABELEECER E MANTER SISTEMA DE GESTÃO DE SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO NO CENÁRIO BRASILEIRO

### Rodrigo Valle Fazenda

Instituto de Informática – Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

São Leopoldo – Rio Grande do Sul

### Leonardo Lemes Fagundes

Instituto de Informática – Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

São Leopoldo – Rio Grande do Sul

**RESUMO:** O estabelecimento da norma ISO 27001 cresce entre as organizações em todo o mundo. Porém, desafios são enfrentados pelas empresas para implementar esta norma. É escassa a quantidade de estudos sobre os desafios que empresas brasileiras enfrentam para estabelecer e manter o Sistema de Gestão de Segurança da Informação. Este artigo tem como objetivo identificar e analisar os desafios enfrentados para estabelecer e manter este sistema de gestão no cenário nacional. Através do método de estudo de caso múltiplo que fatores como falta de apoio da direção, falta de capacitação da área de Segurança da Informação, influência da cultura local, falhas na análise de riscos e resistência à mudança foram identificados como obstáculos.

**ABSTRACT:** The adoption of the ISO 27001 standard grows among organizations worldwide. However, many challenges are

faced by companies to implement this standard. There are few studies on the challenges facing Brazilian companies to establish and maintain the Information Security Management System. This article aims to identify and analyze the challenges faced in establishing and maintaining this management system on the national scene. Through the multiple case study method that factors such as lack of management support, lack of training in the Information Security area, influence of local culture, failures in risk analysis and resistance to change were identified as obstacles.

### 1 | INTRODUÇÃO

As informações desempenham papéis estratégicos fundamentais dentro das organizações, dessa forma, elas acabam sendo cobiçadas tornando-se alvo de ataques que buscam infringir sua confidencialidade, integridade e disponibilidade. As informações precisam ser protegidas para ajudar a garantir o capital das organizações.

Especialistas como Solms (1999) acreditam que o estabelecimento de normas internacionais de segurança da informação é um ponto de partida essencial para melhorar a segurança da informação de uma organização.

Para garantir esta proteção de forma eficaz, existe um sistema de gestão específico que oferece uma estrutura de controles que pode ser aplicada pelas empresas de diferentes ramos de atuação, denominado Sistema de Gestão de Segurança da Informação (SGSI).

Este sistema de gestão provê um modelo internacionalmente comprovado para, segundo a ISO 27001 (2005), estabelecer, operar, monitorar e analisar criticamente ambientes organizacionais sob o aspecto de segurança da informação. Como ferramenta utilizada para aplicar controles de segurança da informação e obter o nível seguro de proteção existe a norma internacional de segurança da informação ISO 27001. É uma norma escrita pelos melhores especialistas de todo o mundo em segurança da informação. Sua finalidade é fornecer uma metodologia para estabelecer a segurança da informação em uma organização [Kosutic 2013].

A ISO 27001 tem como abordagem a gestão de riscos para alcançar a segurança da informação eficaz através do uso contínuo de métodos de risco, incorporadas ao modelo de processo PDCA, para monitorar, manter e melhorar a eficácia dos controles de segurança [ISO 27001 2005].

Desafios para estabelecimento e manutenção da ISO 27001 foram identificados em âmbito global. A publicação feita pela The British Assessment Bureau (2013) cita como desafios: o medo ou constrangimento de não conseguir a certificação depois de ser auditado, os custos iniciais e de manutenção que a certificação exige e também o fato de ser mais fácil reivindicar o cumprimento da norma do que realmente demonstrar como cumpri-la.

O estudo supracitado realizado pelo The British Assessment Bureau (2013) possui abrangência mundial. É escassa a quantidade de estudos no cenário nacional que abordam as dificuldades enfrentadas pelas empresas brasileiras para estabelecer e manter um Sistema de Gestão de Segurança da Informação. Com base no levantamento bibliográfico de pesquisas sobre este tema, houve forte dificuldade em buscar estudos de empresas brasileiras de ramos diferentes de atuação, foram encontrados estudos de caso único sobre implementação da norma ISO 27001. Estudos de caso múltiplos foram possíveis de localizar somente em empresas estrangeiras. Por mais que os estudos destas empresas contribuam para identificar os desafios, é importante obter uma visão holística para perceber a realidade enfrentada pelas empresas brasileiras ao estabelecer e manter um Sistema de Gestão de Segurança da Informação.

Sendo assim, este trabalho procura responder a questão de pesquisa: quais são os principais desafios, no cenário nacional, a fim de estabelecer e manter um Sistema de Gestão de Segurança da Informação?

Para responder esta questão de pesquisa, o seguinte objetivo geral foi definido: identificar e analisar os principais desafios ao estabelecer e manter um Sistema de Gestão de Segurança da Informação através de um número limitado de empresas brasileiras que representam os principais ramos de atuação que mais possuem certificação na norma ISO 27001. Para atingir este objetivo geral, os objetivos

específicos estabelecidos foram: desenvolver um instrumento de coleta de dados adequado ao propósito do trabalho e organizar o descrever os dados coletados

Para atingir os objetivos propostos e, conseqüentemente, obter a resposta da questão de pesquisa, este artigo foi estruturado da seguinte forma: a seção 2 relaciona as pesquisas que já foram feitas sobre este mesmo tema; a seção 3 descreve a metodologia que foi aplicada nesta pesquisa e suas características; a seção 4 descreve os resultados obtidos interpretados da análise dos dados coletados nas entrevistas com as empresas. Por fim, na seção 5 encontra-se a conclusão da pesquisa e os trabalhos futuros que poderão ser iniciados com base nos resultados deste trabalho.

## 2 | TRABALHOS RELACIONADOS

Os trabalhos pesquisados sobre o tema deste artigo foram organizados conforme representa a Tabela 1.

Autor	Escopo	Dificuldades Identificadas
Singh et al. (2012)	Organizações da Índia.	Falta de avaliação precisa dos ativos das empresas; baixo comprometimento da direção; resistência à mudança; falta de experiência da equipe; não entendimento claro da norma ISO 27001.
Wahyan et al. (2010)	Multinacionais no Brasil.	Diferenças culturais entre os colaboradores; dificuldade em gerenciar informações confidenciais; baixa flexibilidade da norma ISO 27001.
Martins e Santos (2005)	Estudo de caso único de uma empresa brasileira.	Falta de conhecimento na área de segurança da informação; falta de <i>budget</i> ; falta de interesse da direção.
Al-Awadi e Renaud (2008)	Organizações governamentais em Omã, na Arábia.	Falta de treinamento dos colaboradores; falta de entendimento dos valores de segurança por parte da área de TI; problemas de <i>budget</i> ; falta de adaptação dos colaboradores aos requisitos da norma.
Abusaad et al. (2011)	Organizações na Arábia Saudita.	Dificuldade em identificar corretamente os ativos das organizações; falta de experiência das equipes para implementação dos requisitos da norma; resistência à mudança; fraco envolvimento da direção; influência da cultura local.

Tabela 1. Trabalhos relacionados

## 3 | METODOLOGIA

Nesta pesquisa, um estudo de caso múltiplo foi desenvolvido para analisar o estabelecimento e manutenção do Sistema de Gestão de Segurança da Informação de organizações brasileiras de diferentes ramos de atuação. Entrevistas de abordagem qualitativa com os responsáveis por segurança da informação foram realizadas nestas organizações, baseando-se em um roteiro específico previamente elaborado. Segundo Malhotra (2006), este é um estudo exploratório, pois possibilita desenvolver hipóteses sobre o tema que está sendo estudado. Ao final da pesquisa, hipóteses foram levantadas sobre os possíveis desafios identificados e analisados sobre as empresas selecionadas.

A amostragem das empresas foi classificada como não probabilística, ela não

utiliza seleção aleatória, confia no julgamento pessoal do pesquisador. Utilizou-se a técnica de amostragem por conveniência devido às limitações de buscar uma relação de todas as empresas brasileiras certificadas na ISO 27001, ou que possuam um Sistema de Gestão de Segurança da Informação estabelecido. Esta técnica mostra-se adequada a este tipo de pesquisa, uma vez que, segundo Malhotra (2006), a seleção das unidades amostrais é deixada a cargo do entrevistador (Tabela 2).

Ramo	Colaboradores	Tempo de Mercado	SGSI	Período
Indústria	780	12 anos	Estabelecido	07 anos
Financeiro	160	07 anos	Estabelecido	04 anos
T.I.	174	10 anos	Estabelecido	02 anos
T.I.	80	20 anos	Estabelecido	03 anos
e-commerce	1	14 anos	Estabelecido	04 anos
Segurança Informação	60	12 anos	Certificado	03 anos

Tabela 2. Perfis das empresas selecionadas

Foram selecionadas empresas brasileiras sabidamente certificadas na norma ISO 27001 ou que já possuem o Sistema de Gestão de Segurança da Informação estabelecido. Para que uma empresa estabeleça este sistema de gestão, ela precisará definir um escopo, ou seja, sobre quais os processos da empresa que o Sistema de Gestão de Segurança da Informação será implementado. A empresa de Tecnologia de Informação com 80 colaboradores possui como escopo Data Center e os escopos das demais empresas são todos os processos de negócio, de acordo com suas respectivas áreas de atuação.

Para assegurar a relevância das empresas selecionadas como representação do cenário nacional, os ramos de atuação fazem parte do Top Five mundial de seguimentos que mais possuem certificação na norma ISO 27001 e do Top Three de ramos de atuação de empresas brasileiras que mais possuem certificação nesta norma, segundo levantamento realizado pela ISO (2013).

### 3.1. Coleta dos Dados

As entrevistas presenciais e remotas foram realizadas utilizando um roteiro de entrevistas como base. A ideia do roteiro foi questionar os entrevistados sobre o ambiente organizacional e sua relação com o Sistema de Gestão de Segurança da Informação.

#### 3.1.2. Características do Roteiro

Para estruturar o roteiro, as questões abrangem todas as etapas do ciclo PDCA aplicado à norma ISO 27001 (Figura 1). Cada questão possui objetivos para avaliar se

a organização está seguindo o PDCA que a norma exige, identificando os principais problemas e desafios enfrentados para estabelecer e manter o Sistema de Gestão de Segurança da Informação. As perguntas foram divididas em duas categorias: estabelecer e manter, uma vez que o ciclo PDCA da norma visa estabelecer e manter um SGSI, de um modo geral.

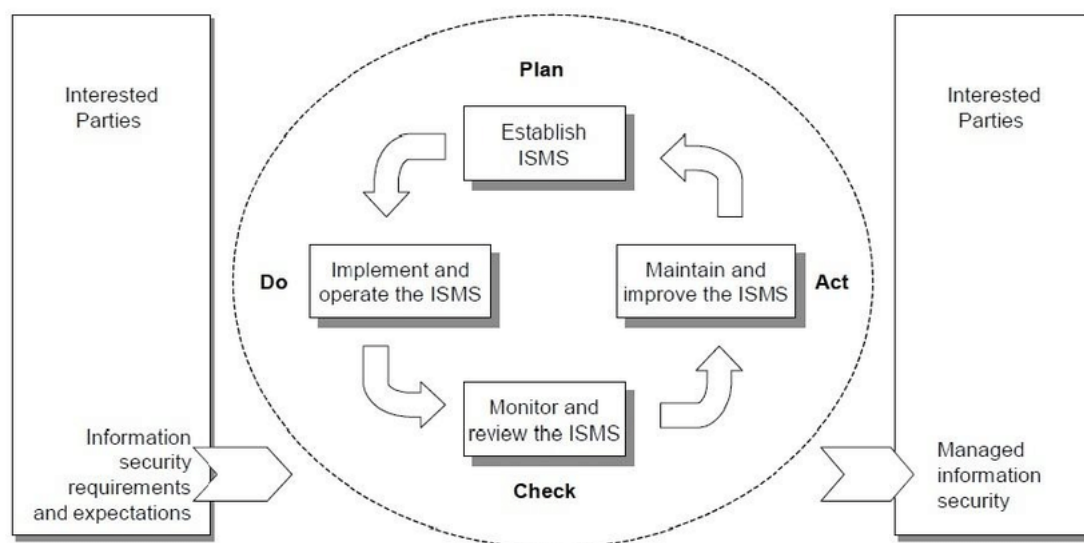


Figura 1. Ciclo PDCA aplicado à ISO 27001

O PDCA é um modelo que busca tornar os processos da gestão de uma empresa mais ágeis, claros e objetivos. Pode ser utilizado em qualquer tipo de empresa e é dividido em quatro etapas: PLAN (planejar), DO (fazer), CHECK (verificar) e ACT (agir). O roteiro de entrevistas foi estruturado com 13 questões que são correlacionadas, com o objetivo de identificar inconsistências nas respostas coletadas dos entrevistados. Além disso, o roteiro possui outras características que foram utilizadas para sua estruturação, conforme representadas na Tabela 3:

Característica	Descrição	Referência
Abordagem	Tipo funil: perguntas genéricas progredindo para específicas.	Malhotra (2006)
Estrutura	Perguntas abertas. Objetivo de buscar os maiores detalhes possíveis das respostas dos entrevistados, devido a complexidade do tema.	Trivinos (1990)
Enunciado	Utilizadas palavras comuns conhecidas por quem atua nesta área. Não foram utilizadas palavras ambíguas, com alternativas implícitas, suposições implícitas, generalizações e estimativas.	Malhotra (2006)
Objetivos	Cada questão possui um objetivo que descreve o que de fato está sendo buscado como resposta no enunciado das perguntas.	Malhotra (2006)
Nível	Divididas nas categorias “mais vigorosas” e “menos vigorosas”. As questões “mais vigorosas” provocam pensamentos mais profundos, já as “menos vigorosas” constituem-se em respostas mais objetivas	Siqueira (2011)

Tabela 3. Estruturação do roteiro de entrevistas

Depois de estruturado, o roteiro foi previamente avaliado e aprovado por

especialistas em segurança da informação que possuem certificações como, por exemplo, CISSP, CISM, auditor líder em ISO 27001, entre outras capacitações.

### **3.2. Análise dos Dados**

A técnica de Análise de Conteúdo foi utilizada para a análise de dados desta pesquisa. Segundo Moraes (199), esta técnica mostra-se mais adequada para descrição e interpretação de conteúdos de qualquer classe de documentos. Esta técnica permite uma melhor compreensão dos significados dos textos.

A técnica de Análise de Conteúdo dos dados foi dividida em cinco etapas, baseando-se nas sugestões de Moraes (1999): preparação, onde os dados foram transcritos para preparação; unitarização, onde foram identificadas as unidades de registro; categorização, onde os dados resultantes das unidades de registros foram separados de acordo com os termos comuns; descrição, onde um texto síntese por categoria foi elaborado de acordo com as respostas dos entrevistados e, por fim, interpretação, quando os dados descritos nas categorias foram interpretados.

## **4 | RESULTADOS OBTIDOS**

As hipóteses identificadas resultantes da técnica de análise de foram: Falta de apoio da alta direção, Falta de capacitação da equipe de Segurança da Informação, Influência da cultura local, Falhas na elaboração da Análise de Risco e Resistência à mudança.

### **4.1. Falta de Apoio da Alta Direção**

O comprometimento da direção e todos os níveis gerenciais é primordial no estabelecimento e manutenção do Sistema de Gestão de Segurança da Informação, conforme mencionado na ISO 27001. Fatores que caracterizam esta falta de comprometimento foram identificados nas respostas coletadas como: não provimento de recursos para realização de programas que visam expandir a cultura de segurança da informação dentro das organizações, pouco envolvimento nas ações de segurança da informação com o intuito de demonstrar aos colaboradores que a segurança da informação é uma preocupação oriunda do negócio da organização, falta de análises críticas do sistema de gestão para assegurar a melhoria contínua nos processos e alinhamento dos objetivos da empresa para, não somente permanecer em conformidade com a norma ISO 27001, mas também garantir que todos os processos estejam alinhados e com os mesmos objetivos dentro da organização.

A partir deste desafio, outros poderão ser reduzidos consideravelmente. Um exemplo disso é o provimento de recursos para capacitação das equipes de Segurança da Informação. Uma direção fortemente comprometida com a segurança dispõe de recursos para que sua equipe esteja sempre capacitada a orientar seus colaboradores

e utilizar-se das melhores práticas no mercado, incluindo a aplicação dos controles da norma ISO 27001 de forma mais consistente e de acordo com a realidade da organização.

#### **4.2. Falta de Capacitação da Equipe de Segurança da Informação**

A identificação deste desafio partiu não somente das respostas explícitas dos entrevistados, mas, também, das respostas implícitas. Alguns entrevistados demonstraram sólidos conhecimentos da área de segurança da informação de suas empresas, porém, determinados problemas estavam sendo causados pela própria área de segurança da informação, não por má fé da equipe, mas puramente pela falta de capacitação e experiência.

Exemplos disso são a não necessidade de medição de determinados controles de segurança da informação e orientações específicas para especialistas de Tecnologia da Informação. Dentre as respostas coletadas, houve casos em que a área de segurança da informação sequer sabia responder o que de benefício para a organização o Sistema de Gestão de Segurança da Informação trouxera. Além disso, existem áreas de segurança da informação que não possuem um entendimento completo da norma ISO 27001. Elas possuem uma visão deturpada do que é de fato um Sistema de Gestão de Segurança da Informação estabelecido. Um exemplo é a aplicação somente dos controles de segurança da informação no ambiente da empresa, sendo que, para que este sistema de gestão seja adequadamente estabelecido deve ter as etapas correspondentes ao ciclo do PDCA implantadas, executadas, medidas e melhoradas.

Entrevistados apontaram, também, que a mão-de-obra não capacitada estava impactando no processo do sistema de gestão como um todo, de tal forma que os incidentes de segurança da informação não estavam sendo solucionados devido a este despreparo.

#### **4.3. Influência da Cultura Local**

Este desafio acaba aparecendo de forma onipresente entre as respostas dos entrevistados. A influência da cultura local, segundo as respostas obtidas, acaba aparecendo como fator que origina outros desafios como, por exemplo, a falta de comprometimento dos colaboradores para com a cultura de segurança da informação das empresas.

É de senso comum que a cultura local do Brasil referente à segurança da informação precisa evoluir. Segundo informações obtidas dos entrevistados, grande parte dos usuários ainda tem a ideia de que segurança da informação é somente “proteger o computador” e, dessa forma, acabam não valorizando as informações confidenciais que são trocadas por outros meios como, por exemplo, informações faladas em locais inadequados, materiais com informações confidenciais descartados de forma incorreta. Colaboradores atribuindo acessos confidenciais sem um estudo



prévio do que realmente é necessário atribuir de acessos, compartilhamento de senhas pessoais em situações de ausência de colaboradores ou para divisão de atividades, falta de apoio dos gestores das áreas de negócio na expansão da cultura de segurança para seus subordinados, excesso de confiança nos colegas de trabalho fazendo com que informações confidenciais sejam expostas em locais indevidos. Ou seja, a cultura de que as situações devem ser tratadas e resolvidas de forma rápida, fazendo com que a segurança fique em segundo plano.

Um fato interessante observado nas respostas dos entrevistados aponta para a falta de interesse dos colaboradores em abrir incidentes de segurança da informação. Alguns entrevistados acabaram relatando que muitos colaboradores ainda têm o pensamento de que a abertura de incidentes é somente tarefa da área de Segurança da Informação.

#### **4.4. Falhas na Elaboração da Análise de Risco**

As falhas na elaboração da análise de risco desencadeiam outros desafios, assim como a falta de apoio da alta direção. Uma análise de riscos mal feita é um dano estrutural no Sistema de Gestão de Segurança da Informação, pois é a base do processo como um todo. É da análise de riscos que os ativos do escopo deste sistema de gestão são identificados e, a partir destes ativos, as políticas de segurança da informação e toda uma cadeia de processos serão elaboradas.

Segundo os dados coletados nas entrevistas, a ineficiência em identificar os ativos das organizações para definição dos escopos que serão abrangidos pelo Sistema de Gestão de Segurança da Informação acaba fazendo com que a análise de risco não cubra todas as arestas necessárias. Além disso, os fatores motivadores para estabelecimento deste sistema de gestão também acabam impactando a elaboração da análise de riscos.

Alguns entrevistados relataram que a análise de riscos já estava definida de acordo com outros padrões de segurança mais técnicos, diferentes da norma ISO 27001, e que a partir desta análise de riscos, o Sistema de Gestão de Segurança da Informação foi estabelecido. Exemplo disso é uma análise de riscos feita para atender aos requisitos da norma internacional PCI-DSS (utilizado em empresas com grande volume de transações de cartão de crédito). Os requisitos para a análise de riscos desta norma, por mais que também estejam ligados fortemente à segurança da informação, não atendem a determinados requisitos da norma ISO 27001 e, mesmo assim, foram utilizados como base para estabelecer o Sistema de Gestão de Segurança da Informação.

#### **4.5. Resistência à Mudança**

Qualquer norma de gestão enfrenta este desafio antes mesmo da norma ser estabelecida no ambiente. O fato de grande parte dos colaboradores ainda terem o

pensamento de que segurança da informação é responsabilidade somente de uma área específica, acaba fazendo com que os mesmos resistam a seguir as políticas de segurança da informação e as boas práticas divulgadas pela empresa.

Boa parte das atividades e controles gerados pelas políticas de segurança da informação, por exemplo, são vistos como um “atraso” nos processos de negócio, segundo relatos dos entrevistados. Muitas dessas ideias deturpadas em relação à segurança da informação são fomentadas pelo não conhecimento ou não valorização que as informações exercem sobre o negócio como um todo.

Implantação de novas tecnologias, a inclusão de mais controles de segurança, em geral tudo que gera mais esforço por parte dos colaboradores acaba sendo encarado como atividade burocrática, sem resultados mensuráveis. Cabe aí, portanto, reiniciando o ciclo dos desafios identificados nesta pesquisa, um maior apoio da direção para proporcionar subsídios humanos e técnicos para demonstrar no que, de fato, esses “esforços extras” dos colaboradores estão contribuindo para o ambiente organizacional da empresa para assim, quem sabe, a resistência à mudança acabe dando lugar à conscientização à segurança da informação.

#### 4.6. Outras Considerações

Durante a fase de análise de dados, foi possível identificar outras constatações importantes que este trabalho contribuiu, como: os desafios enfrentados por cada etapa do ciclo PDCA, fatores motivadores para o estabelecimento do Sistema de Gestão de Segurança da Informação e os principais benefícios identificados pelas empresas pesquisadas.

Apesar do objetivo deste trabalho ser identificar os desafios de forma geral para estabelecimento e manutenção do Sistema de Gestão de Segurança da Informação, este trabalho também acabou contribuindo para apresentar os obstáculos relacionados a cada etapa do PDCA (Tabela 4).

<b>Desafios</b>	<b>Etapas</b>
Falta de apoio da alta direção	Plan, Do, Check, Act
Falta de capacitação da equipe de Segurança da Informação	Plan, Do, Check, Act
Influência da cultura local	Do, Act
Falhas na elaboração da Análise de Risco	Plan
Resistência à mudança	Do, Act

Tabela 4. Desafios enfrentados por cada etapa do ciclo PDCA

Alguns dos principais fatores motivadores identificados nas respostas foram: exigência por parte da matriz, vantagem competitiva de mercado, busca por um ambiente processual padronizado e controlado, almejar um ambiente seguro culminando em uma certificação na ISO 27001 e proteção das informações confidenciais das organizações.

Além disso, foi possível identificar os principais benefícios que o estabelecimento

deste sistema de gestão está trazendo para as organizações: melhorias de imagem e marketing das empresas, aumento da disponibilidade dos ambientes de infraestrutura de Tecnologia da Informação, diminuição nos custos com infraestrutura de Tecnologia da Informação, apoio importante no processo de Governança de TI, mapeamento das falhas de segurança dos ambientes organizacionais e credibilidade perante aos clientes.

Ao final desta pesquisa, também foi possível fazer uma comparação dos resultados obtidos com os desafios identificados pelos trabalhos relacionados, onde ficou evidente a semelhança dos resultados do cenário nacional com os estudos realizados na Índia, Omã e Arábia Saudita.

## 5 | CONCLUSÃO

O presente artigo buscou responder a questão de pesquisa: quais são os principais desafios no cenário nacional, a fim de estabelecer e manter um Sistema de Gestão de Segurança da Informação? Esta questão foi respondida com sucesso, respeitando a amostra selecionada que representa o cenário brasileiro.

Os dados coletados nas entrevistas foram analisados chegando-se a identificação destes desafios através de cinco hipóteses representadas por categorias. São elas: Falta de apoio da alta direção, Falta de capacitação da equipe de segurança da informação, Influência da cultura local, Falhas na elaboração da análise de risco e Resistência à mudança. Cada uma destas categorias descreve a síntese dos problemas citados pelos entrevistados do Sistema de Gestão de Segurança da Informação da organização.

Dificuldades tiveram que ser superadas ao longo desta pesquisa para obtenção dos objetivos propostos. Exaustivos testes na elaboração e aprovação do roteiro de entrevista, dificuldades em conseguir flexibilidade das empresas selecionadas para realização das entrevistas, as frustrações momentâneas enfrentadas nos cancelamentos de entrevistas por motivos diversos, a seleção de outras empresas que atendessem aos requisitos desta pesquisa e, por fim, a própria análise de dados que foi realizada com a paciência e os cuidados que esta fase requer.

Como resultado de uma análise de dados criteriosa, foi possível obter outras constatações que não estavam entre os objetivos desta pesquisa. Além de identificar os desafios que impedem a adesão em massa de empresas brasileiras à norma ISO 27001 de forma geral, esta pesquisa contribuiu para identificar estes obstáculos através de cada etapa do ciclo PDCA, os principais fatores motivadores e os principais benefícios que estas empresas brasileiras estão obtendo com o estabelecimento do Sistema de Gestão de Segurança da Informação.

Na comparação dos resultados desta pesquisa com os trabalhos relacionados, percebe-se que os desafios identificados neste artigo assemelham-se consideravelmente

com os desafios dos estudos realizados na Índia, Omã e Arábia Saudita. Estes dados são interessantes, pois existe uma diferença cultural forte entre o Brasil e os países mencionados e, mesmo assim, os desafios acabaram convergindo-se.

Sendo assim, os resultados obtidos nesta pesquisa reforçam a ideia de que esse artigo possa ser utilizado como um guia para contribuir de forma preventiva, antecipando aos especialistas em Segurança da Informação, os principais desafios que poderão ser enfrentados para o estabelecimento e manutenção do Sistema de Gestão de Segurança da Informação.

## 5.1. Trabalhos Futuros

Análises aprofundadas sobre as causas dos desafios mencionados neste artigo poderão ser realizadas. Com as causas mapeadas, medidas preventivas poderão ser elaboradas e aplicadas para evitar ou minimizar a ocorrência dos desafios citados. Como consequência desta pesquisa, também poderá ser conduzido um estudo focado em sugerir e aplicar possíveis soluções aos desafios detectados neste trabalho.

Adaptação do roteiro de entrevistas para utilização em pesquisas que tenham como foco outros escopos, ramos de atuação específicos ou determinadas regiões geográficas.

E, por fim, realizar um estudo mais específico que possa levantar hipóteses para explicar os motivos dos desafios citados neste artigo assemelharem-se com os estudos realizados em outras regiões geográficas com culturas diferentes.

## REFERÊNCIAS

ABNT NBR ISO/IEC 27001:2005, (2005) “Tecnologia da informação — Técnicas de segurança — Sistemas de gestão de segurança da informação — Requisitos”.

Abusaad, Belal, Saeed Fahad A., Alghathbar, Khaled, Bilal, Khan. (2011) “Implementation of ISO 27001 in Saudi Arabia – Obstacles, Motivations, Outcomes and Lessons Learned”, 9th Australian Information Security Management Conference, Edith Cowan University. December.

Al-Awadi, Maryam, Renaud Karen. (2008) “Success Factors in Information Security Implementation in Organizations”, University of Glasgow.

British Assessment Bureau, (2013) “Survey Shows Fear of ISO 27001”, <http://www.britishassessment.co.uk/news/survey-shows-fear-of-iso-27001>, Julho.

ISO, International Organization for Standardization, (2013), “ISO Survey 2012”, <http://www.iso.org/iso/home/standards/certification/isosurvey.htm?certificate=ISO%209001&countrycode=AF>, Setembro.

Kosutic, Dejan (2013) “We have implemented ISO 9001, can something be used for ISO 27001 / ISO 22301 / BS 25999-2?” IS&BCA. <http://support.epps.eu/customer/portal/articles/787939-we-have-implemented-iso-9001-can-something-be-used-for-iso-27001-iso-22301-bs-25999-2->, Outubro.

Malhotra, N. K. (2006) “Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada”, Porto Alegre: Bookman.

Moraes, Roque (1999) “Análise de conteúdo”, Revista Educação, Porto Alegre, Vol. 22, N°. 37, pp.

Martins, Alaíde, Santos, Celso (2005) “Uma Metodologia para Implantação de um Sistema de Gestão de Segurança da Informação”, *Journal of Information Systems and Technology Management*, vol 2, Nº 2, pp. 121-136. Salvador.

Singh, Abhay, Sharma, Sammarth, Pandey, Manish, Chaurasia, Sandarbh, Vaish, Anaurika.

Venkatesan S. (2012) “Implementation of ISO 27001 in Indian Scenario: Key Challenges”, *International Conference on Recent Trends of Computer Technology in Academia*.

Siqueira, Jairo, (2011) “A Arte das Perguntas Criativas e Desafiadoras”, <http://criatividadeaplicada.com/2011/07/28/a-arte-das-perguntas-criativasedesafiadoras/>, Julho.

Solms, Von R. (1999) “Information Security Management: Why Standards are Important”, *Information Management & Computer Security*. vol. 46, nº 8, p. 91-95.

The British Assessment Bureau, (2013) “Key Survey Illustrates the Importance of ISO 27001”, <http://www.british-assessment.co.uk/news/key-survey-illustrates-theimportance-of-iso-27001>, Agosto.

The British Assessment Bureau, (2013) “Survey Shows Fear of ISO 27001”, <http://www.british-assessment.co.uk/news/survey-shows-fear-of-iso-27001>, Julho.

The Trivinos, Augusto Nivaldo Silva (1990) “Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: A Pesquisa Qualitativa em Educação”, São Paulo, Atlas, 1990. p. 146.

Waluyan, Liska, Blos, Mauricio, Nogueira, Stephanie, Asai, Tatuso. (2010) “Potential Problems in People Management concerning Information Security in Cross-cultural Environment – The Case of Brazil”, *Journal of Information Processing*, Vol. 18, pp. 38-42. February.

## ANALISE DE VIBRAÇÃO COM CONTROLE DE MEDIÇÃO UTILIZANDO O FILTROS ESTATÍSTICOS

### **Karla Melissa dos Santos Leandro**

Universidade Federal de Goiás,  
karlamelissaleandro@gmail.com

### **Iago Ferreira Lima**

Universidade Federal de Goiás, iflima21@  
hotmail.com

### **Werley Rafael da Silva**

Universidade Federal de Goiás, werleyrafael2@  
gmail.com

### **Marco Paulo Guimarães**

Universidade Federal de Goiás, mp-gui@uol.  
com.br

### **Marcos Napoleão Rabelo**

Universidade Federal de Goiás, rabelo@dm.  
ufpe.br

**RESUMO:** Este trabalho apresenta um método estatístico de controle de processos, baseado no Filtro EWMA. O principal objetivo é suavizar flutuações de valores de curto prazo e destacar tendências ou ciclos de longo prazo, por meio do teste de diferentes valores do parâmetro  $\lambda$ . Será utilizado à estatística EWMA de duas maneiras: Sendo ferramenta para o controle do processo restrito por limites estabelecidos, e como Filtro Estatístico para estimar valores de média monitorando o processo. Um sistema para diagnosticar vibrações, incluí um sensor de vibração acoplado a uma barra metálica sendo influenciada por um motor, usado para medir a

amplitude do sinal de vibração. O objetivo pode ser alcançado, quando montamos uma bancada específica para medir a vibração de pequenas peças, posteriormente, foi medido o valor de aceleração e no passo seguinte aplicamos os valores ao Filtro EWMA. O modelo proposto contempla os objetivos, aos quais analisam a forma e a magnitude do sinal de vibração em torno da aceleração, com auxílio de uma metodologia aplicada ao controle estatístico de processo.

**PALAVRAS-CHAVE:** sensor de vibração, filtro EWMA, controle estatístico.

### 1 | INTRODUÇÃO

A análise de vibração é uma tecnologia estabelecida para medir o comportamento de componentes mecânicos em máquinas rotativas. Toda máquina rotativa exibe uma característica específica de vibração que varia com o projeto de fabricação, aplicação e desgaste de cada componente. A vibração pode ser gerada por diversos fatores relacionados à máquina, incluindo, por exemplo, problemas em rolamentos, o desgastes de esferas, desequilíbrio de rotores e ao desalinhamento de engrenagens (DISTER; DISCENZO; LOPARO, 2001).

O monitoramento de vibrações é

importante para reduzir a desmontagem periódica de uma máquina para inspeção e reduzir consideravelmente a probabilidade de falhas catastróficas nos equipamentos, pode ser usado como controle de calibração e possui uma forte relação entre custo e benefício para as empresas. Este estudo é composto pela soma dos sinais de vibração produzidos e/ou transmitidos por meio de cada componente da máquina. Obtendo estes dados, é possível explorar as aplicações da estatística EWMA, para o monitoramento de medições em um processo de simulação, onde testamos diferentes parâmetros para detectar os limites de controle do processo. Com esta finalidade apresentamos o gráfico de controle da média móvel exponencialmente ponderada, desta forma, caso obtenhamos valores fora dos limites pré-estabelecidos pelo gráfico, sinalizaremos a observação de modo que concluiremos se o processo esta ou não fora de controle estatístico.

O controle de processos pode ser realizado elaborando estratégia de monitoramento. Isto é necessário, pois, o sistema mecânico esta sujeito a distúrbios dinâmicos que são classificados como vibrações. Neste trabalho foi feita a medição de valores de aceleração e a investigação foi feita utilizando o filtro de estatístico EWMA (*Exponential Weighted Moving Average*). Segundo Wieringa (1999) o método EWMA apresenta-se como uma maneira prática de acompanhar processos industriais, portanto testamos a estatística EWMA como ferramenta de controle de duas formas: Sendo um processo que armazena os dados em um banco de dados e posteriormente se expressa o gráfico de controle; e como meio de acompanhar processos industriais em tempo real, denominado EWMA como preditor de nível do processo.

Este artigo, esta elaborado de maneira que no Capítulo um houvesse uma introdução acerca dos estudos específicos de vibrações em estruturas, com uma breve seção expondo trabalhos correlatos. No Capítulo dois iremos apresentar o Filtro EWMA. No Capítulo três é expresso à metodologia do trabalho e por fim, no Capítulo quatro iremos apresentar os resultados e discussão.

## 2 | TRABALHOS CORRELATOS

O primeiro controle de vibração começou com métodos passivos. No início da década de 1980, Jr, Gunnels e Jr (1981) utilizou o controlador passivo e discutiu o potencial de um lançador de foguetes. Eles instalaram um componente elástico na ponta do lançador e utilizaram imperfeições do foguete, por exemplo, desalinhamento de impulso e excentricidade em massa, para provocar a vibração do sistema lançador/foguete, que pode, por sua vez, levar ao distúrbio inicial do foguete. Então, a deflexão balística devido o foguete pode neutralizar as imperfeições associadas a ele, isso ocorre devido ao distúrbio inicial ao otimizar os parâmetros do sistema (VIBRATION , 2018).

As vibrações livres e forçadas de chapas anulares finas elásticas acopladas e

estruturas de casco cilíndricas são utilizadas para descrever equações de movimento de segmentos e placas, respectivamente. Independentemente das condições de limite e continuidade, os deslocamentos de membros individuais são expressos como diferentes formas de funções de onda, em vez de polinômios ou funções trigonométricas. Além disso, também são estudados os efeitos de placas anulares, acoplamento elástico e condições de contorno, excitação e amortecimento. Os resultados mostram que o deslocamento normal da placa anular afeta principalmente as vibrações livres das estruturas acopladas, enquanto o deslocamento tangencial tem o maior efeito nas vibrações forçadas (XIE et al., 2017).

### 3 | EWMA (EXPONENTIAL WEIGHTED MOVING AVERAGE)

#### 3.1 Planejamento do Gráfico de Controle

A estratégia de controle baseia-se na previsibilidade de futuras medições a partir de dados históricos. Cada nova medida padrão de verificação é plotada no gráfico de controle. Espera-se que esses valores estejam dentro dos limites de controle se o processo não for perturbado. Medições que excedem os limites estabelecidos, provavelmente estão fora de controle e requerem medidas corretivas. Possíveis causas de sinais fora de controle precisam ser entendidas no desenvolvimento de estratégias para lidar com valores fora dos limites esperados. No processo corrente, a incidência de violações devem ser alertadas ao engenheiro de controle demonstrando que ocorreu uma mudança no processo, possivelmente devido a danos ou variações no valor de um padrão de referência (SEMATECH, 2017).

O gráfico de controle deve ser visto na sua totalidade regularmente para identificar a deriva ou mudança no processo. A estatística EWMA faz parte de um conjunto de ferramentas utilizadas no controle estatístico de processos, é conhecido por fazer parte da análise gráfica de controle Shewhart, sendo que é possível identificar mudança nos processos na ordem de  $1.5\sigma$ , desta forma é examinada a parcela das medidas de controle ao longo do tempo. Uma reanálise dos dados pode mostrar que os limites de controle do gráfico foram violados e medidas devem ser tomadas (SEMATECH, 2017).

A equação para representar o gráfico de média móvel exponencialmente ponderada é definida como:

$$z_i = \lambda x_i + (1 - \lambda)z_{i-1} \quad (1)$$

Onde  $0 < \lambda \leq 1$  é uma constante e o valor inicial  $z_0 = \mu_0$ , logo podemos substituir  $z_{i-1}$  na Eq. (1) para obter a Eq. (2). Em algumas aplicações os valores de  $\lambda$  estão no intervalo  $0.05 < \lambda \leq 0.25$ , neste artigo varemos uma exposição dos valores de  $\lambda$  mais utilizados. Uma forma para detectar menores mudanças é utilizar o valor de  $\lambda$  entre o



intervalo dado (MONTGOMERY, 2007). Segundo Hunter (1986) A constante determina a “memória” do Filtro Estatístico EWMA. Isto é,  $\lambda$  determina os rumos de decadência dos pesos e acentua a amostragem das informações protegidas dos dados históricos. Outro parâmetro que necessita ser modelado na estatística EWMA é a variável L onde usualmente é usado valores em torno de 3 que significa os limites de 3 sigmas usuais, neste trabalho utilizamos o valor que compreende a faixa do intervalo  $2.6 < \lambda \leq 2.8$ .

$$z_i = \lambda x_i + (1 - \lambda)[\lambda x_{i-1} + (1 - \lambda)z_{i-2}] \quad (2)$$

Obtemos:

$$z_i = \lambda x_i + \lambda(1 - \lambda)x_{i-1} + ((1 - \lambda)^2)z_{i-2} \quad (3)$$

Ao continuar substituir recursivamente (MONTGOMERY, 2007),  $z_{i-j}$ ,  $j = 2, 3, \dots, t$  teremos:

$$z_i = \lambda \sum_{j=0}^{i-1} (1 - \lambda)^j x_{i-j} + (1 - \lambda)^i z_0 \quad (4)$$

Os pesos  $\lambda(1 - \lambda)^j$  decrescem geometricamente com a idade da média amostral. Além disso, os pesos tem soma igual a 1 (MONTGOMERY, 2007):

$$\lambda \sum_{j=0}^{i-1} (1 - \lambda)^j x_{i-j} = \lambda \frac{1 - (1 - \lambda)^i}{1 - (1 - \lambda)} = 1 - (1 - \lambda)^i \quad (5)$$

Se a observação  $x_i$  é variável aleatória então a variância relacionada a  $z_i$  é dada por:

$$\sigma_{z_i}^2 = \sigma^2 \left( \frac{\lambda}{2 - \lambda} \right) [1 - (1 - \lambda)^{2i}] \quad (6)$$

Finalmente do Gráfico de Controle EWMA é dado por:

$$LSC = \mu_0 + L\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{(2 - \lambda)} [1 - (1 - \lambda)^{2i}]} \quad (7)$$

$$\mu_0 = \bar{x} \quad (8)$$

$$LIC = \mu_0 - L\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{(2 - \lambda)} [1 - (1 - \lambda)^{2i}]} \quad (9)$$

### 3.2 EWMA como Preditor do Nível de Processo

A estatística EWMA não é empregada apenas para monitorar um processo e detectar a presença de causas atribuíveis que resultem em mudança no processo, ela pode ser aplicada para fornecer uma previsão de onde estará a média do processo no próximo intervalo de tempo (MONTGOMERY, 2000). Ou seja,  $z_i$  é uma previsão do valor da média no processo  $i + 1$ , logo a Eq. (1) pode ser modificada se considerarmos  $z_{i-1}$  como previsão da média do processo no período  $i$ , denominamos o erro de previsão

como sendo  $x_i - z_{i-1}$  logo temos:

$$z_i = z_{i-1} + \lambda e_i \quad (10)$$

Utilizando os valores de  $\lambda$  para ponderar o erro no tempo  $i$  chegamos a seguinte modificação:

$$z_i = z_{i-1} + \lambda_1 e_i + \lambda_2 \sum_{j=1}^i e_j + \lambda_3 \nabla e_i \quad (11)$$

De acordo com Montgomery (2000) ao utilizarmos a estatística EWMA,  $z_i$  como uma previsão da média do processo no tempo  $i + 1$  plotamos o gráfico um período a frente. Isto devido a necessidade de visualizar quanta diferença existe entre a observação corrente e a estimativa.

#### 4 | METODOLOGIA

Para a realização desse método experimental de análise de vibrações, foi acoplado uma chapa metálica de alumínio de dimensões de 230mm de comprimento, 33.24mm de largura, e 1.18mm de espessura, em um suporte de madeira, sendo que 85mm do seu comprimento ficou fixo no suporte e 145mm ficou em balanço. Posteriormente sobre a parte da chapa que fica em balanço, foi acoplado um motor de corrente contínua, fixado na ponta de seu eixo e descentralizado um parafuso de dimensões 3.5mm de diâmetro, e seu comprimento 14mm. O objetivo desse parafuso é provocar um desbalanceamento, gerando uma maior frequência de oscilação na régua. Esse motor foi alimentando por uma fonte geradora de tensão modelo DC POWER SUPPLY FA-3003 marca instrutherm, fixando sua tensão de saída em 6.7V. Para a medição da aceleração, fixamos um acelerômetro GY-61 ADXL335 com alimentação de 1.8V a 3.6V, na extremidade da chapa em balanço. Esse acelerômetro é um sensor que realiza medições em três dimensões, sendo considerado apenas um eixo, nomeado eixo Z, mediante oscilação gerada pelo motor. Para alimentação do acelerômetro foram utilizadas duas pilhas Panasonic Super Hyper AA 1.5 volts cada, associadas em série, somando uma tensão medida pelo multímetro MD-1200 da ICEL de 3.17V.

O cabo de ligação do eixo Z do acelerômetro foi ligado em uma protoboard de 1680 pontos modelo MP1680 marca Minipa na qual, foi montado um filtro RC passa alta, utilizando um resistor de 1K $\Omega$ , e um capacitor eletrolítico de 47 $\mu$ F, com o objetivo de filtrar o sinal DC que interfere na forma de onda senoidal.

De posse dessa plataforma montada, a saída do eixo Z, já interligada ao filtro, foi ligada ao canal AI1 da placa de aquisição de dados NI USB-6008 da National Instrumentes e o passo seguinte foi extrair os dados para aplicação do Filtro EWMA. A Figura 1 mostra a plataforma montada e a placa de aquisição de dados:

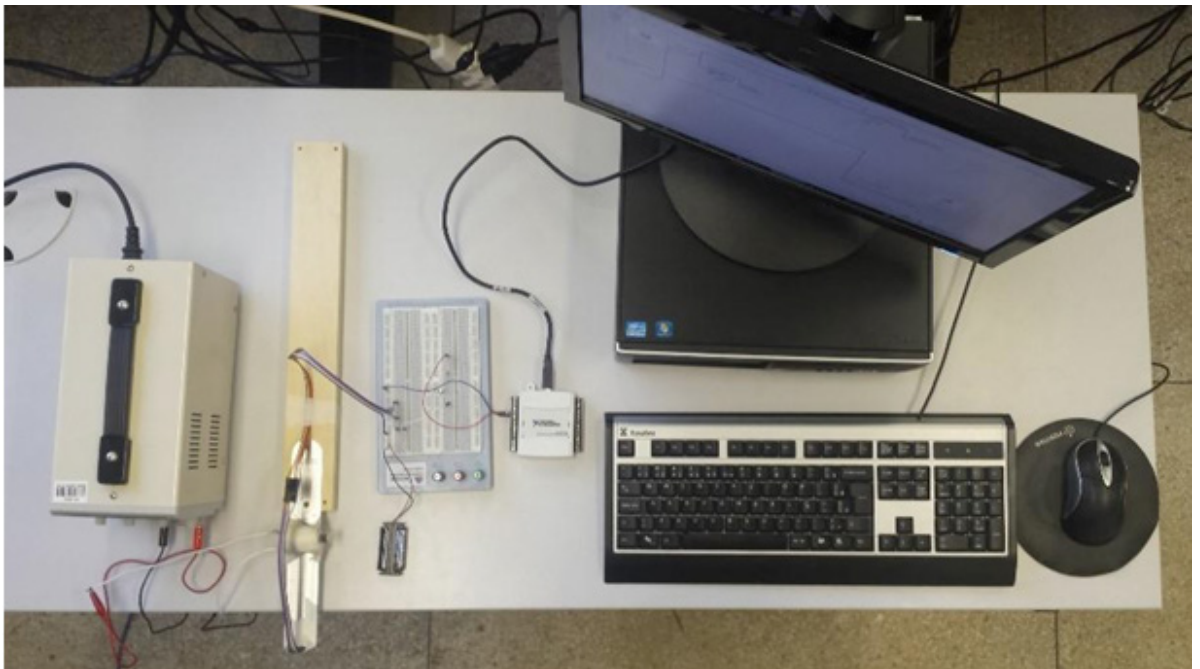


Figura 1: Plataforma de aquisição de sinal de vibração  
(Fonte: Os autores)

Com o auxílio de um software para leitura do sinal fornecido pela placa de aquisição de dados, foi montado um diagrama de blocos, onde posteriormente, gerou-se o arquivo de tempo *versus* aceleração, em seguida estes dados foram inseridos ao computador para posterior tratamento.

A Figura 2 a seguir exemplifica o processo montado em diagrama de blocos:

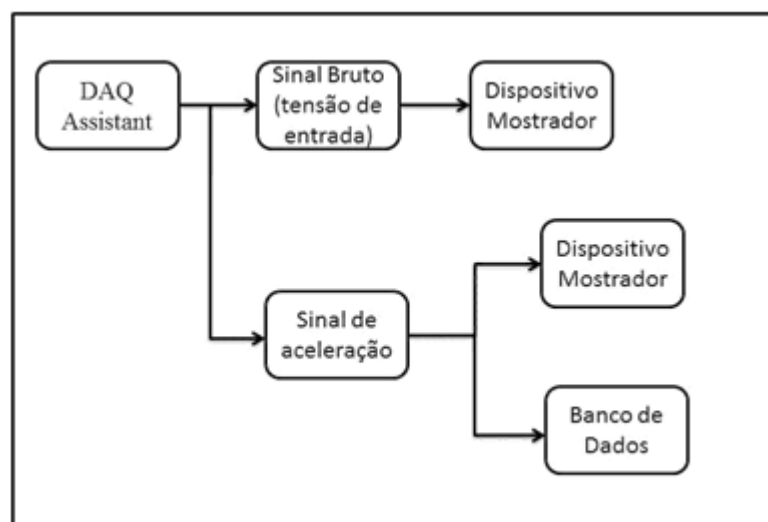


Figura 2: Diagrama de blocos referente ao projeto criado  
(Fonte: Os autores)

O bloco *DAQ Assistant* indica o *software* do *driver* da placa de aquisição de dados utilizada na plataforma. A partir do sinal enviado pelo acelerômetro, a placa emite o sinal bruto, representado pela tensão de entrada no canal da placa em que foi

ligado o sensor, gerando um gráfico de tensão *versus* tempo.

Ao mesmo tempo, o bloco faz a leitura do sinal de aceleração, dado em  $rad/s^2$ , por meio deste projeto foi extraído cerca de 5.000 valores para o banco de dados, posteriormente, inicia-se o tratamento dos dados pelo filtro.

## 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a Figura 3 pode-se observar que os valores referentes a medição, sinaliza nas observações que se sobressaem a linha representada por LSC e LIC, ou seja, assinala um processo fora de controle estatístico para  $\lambda = 0.05$ , desta maneira  $\lambda = 0.05$  atribuí menor peso aos dados a medida que o processo transcorre. Entretanto ao aumentar o parâmetro  $\lambda$  o processo poderá melhorar sua adequação aos limites LSC e LIC.

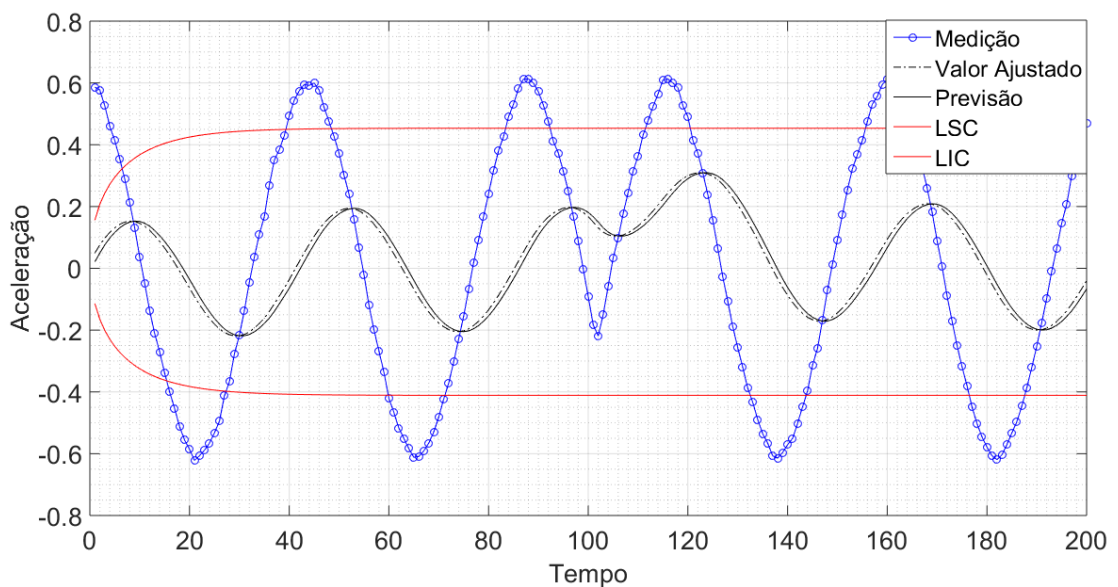


Figura 3: Gráfico de controle EWMA com  $\lambda = 0.05$

(Fonte: Os autores)

Na Figura 3 o valor de  $\lambda = 0.10$  atribui a cada peso um multiplicador constante, isso garante uma variação ponderada ou tendenciosa em relação a outros dados mais recentes. Portanto se pudéssemos quantificar a “memória” específica da estatística EWMA seria 0.10. Ao aumentar o valor da variável  $\lambda$ , temos uma diminuição expressiva dos valores de pico sobressalentes referente a medição. Mesmo sendo em pequena quantidade, ainda encontramos etapas do processo de medição com valores descontrolados estatisticamente.

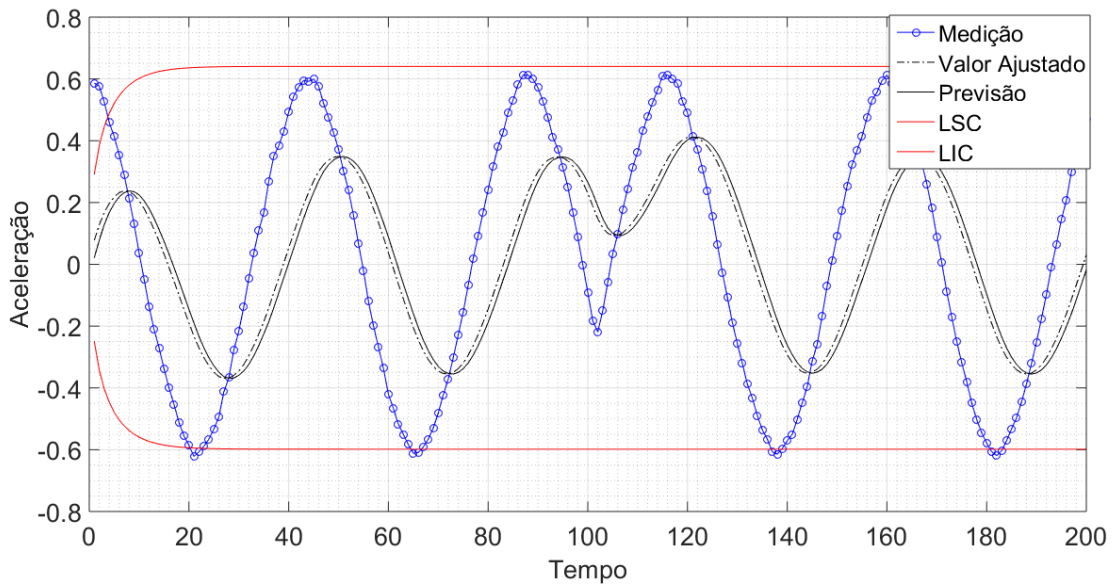


Figura 4: Gráfico de controle EWMA com  $\lambda = 0.10$

(Fonte: Os autores)

Na Figura 5 nota-se que todo o processo está controlado estatisticamente, incluindo a curva representada pelo EWMA sendo utilizado como ferramenta para controle e pela curva indicada como Filtro Estatístico para estimativa de processo de produção.

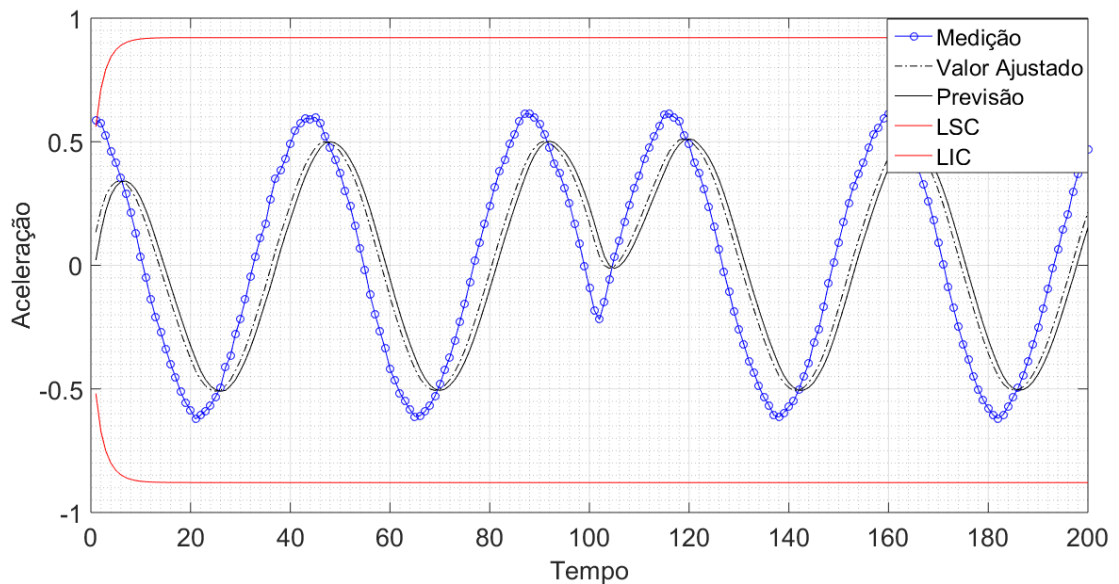


Figura 5: Gráfico de controle EWMA com  $\lambda = 0.20$

(Fonte: Os autores)

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da Estatística EWMA como ferramenta para análise do processo de medição fornece bons resultados para o controle estatístico dos dados. Empregamos

seu uso de duas formas: uma sendo para o controle de processos industriais e outra para controle em tempo real de medições. Foi testado diferentes valores de  $\lambda$ , esta necessidade mostrou-se clara nas Figuras 3, 4 e 5 onde constatamos que conforme se aumentou o valor do parâmetro  $\lambda$ , respeitando o intervalo citado na Seção 2, ou seja, o processo se adequou melhor aos limites estabelecidos por LSC e LIC.

A Escolha do valor de  $\lambda$ , define o decaimento exponencial escalar dos dados e controla a quantidade de influência que observações anteriores, ou seja, para valores  $\lambda$  pequenos, as observações recentes afetam a estimativa prontamente. Para valores  $\lambda$  mais próximos de um, a estimativa muda lentamente com base em mudanças recentes nos retornos da variável, isto devido a esses valores colocarem quase todo o peso na observação atual, de forma análoga, valores de  $\lambda$  perto de zero, geram um pequeno peso aplicado a quase todas as observações passadas. O fato dos pesos diminuírem exponencialmente é o motivo pelo qual ele é chamado de forma exponencial.

Concluimos que o teste de diferentes valores de  $\lambda$ , convence com sua aplicabilidade aos gráficos apresentados e pela forma como foi tratado os dados. Também consolida-se a pratica da estatística EWMA como ferramenta de predição sendo que após a captação dos dados pelo sensor, obtemos a estimativa do estado atual. Logo podemos caracterizar o processo de medição acoplado a um Filtro EWMA como um processo online onde a nova medição (também chamada de observação) é processada assim que ela é recebida.

## REFERÊNCIAS

DISTER, C.; DISCENZO, F.; LOPARO, K. *Machine diagnostic system and method for vibration analysis*. Google Patents, 2001. US Patent 6,289,735. Disponível em: <<https://www.google.com/patents/US6289735>>.

HUNTER, J. S. The exponentially weighted moving average. *J. Quality Technol.*, v. 18, n. 4, p. 203–210, 1986.

JR, J. E. C.; GUNNELS, R. T.; JR, R. K. M. *Rocket Launchers as Passive Controllers*. [S.l.], 1981.

MONTGOMERY, D. C. *Introdução ao controle estatístico da qualidade*. [S.l.]: Grupo Gen-LTC, 2000.

MONTGOMERY, D. C. *Introduction to statistical quality control*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2007.

SEMATECH nist. *Monitoring bias and long-term variability*. 2017. Acesso em: 15/06/2017. Disponível em: <<http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/mpc/section2/mpc223.htm>>.

VIBRATION control of uncertain multiple launch rocket system using radial basis function neural network. *Mechanical Systems and Signal Processing*, v. 98, p. 702 – 721, 2018.

WIERINGA, J. Statistical process control for serially correlated data. 1999.

XIE, K. et al. Wave based method for vibration analysis of elastically coupled annular plate and cylindrical shell structures. *Applied Acoustics*, v. 123, p. 107 – 122, 2017.

## ANÁLISE DE REDE COLABORAÇÃO CIENTÍFICA COMO FERRAMENTA NA GESTÃO DE PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO

**Aurelio R. Costa**

Departamento de Ciencia da Computação  
Instituto de Ciencias Exatas  
Universidade de Brasília  
arcosta@gmail.com

**Celia Ghedini Ralha**

Departamento de Ciencia da Computação  
Instituto de Ciencias Exatas  
Universidade de Brasília  
ghedini@unb.br

**RESUMO:** O desempenho de um programa de pós-graduação é aferido pela CAPES em parte pelo seu nível de publicações, para tanto, faz-se necessário que a gestão do programa seja feita de forma a maximizar a qualidade das publicações que são realizadas pelos pesquisadores associados. No contexto dos relacionamentos de coautoria em publicações, a análise de rede se mostra uma ferramenta adequada para avaliar as relações já formadas, bem como para estimular a formação de novas relações. Neste artigo é apresentada uma ferramenta de análise de rede aplicada à gestão do programa de mestrado acadêmico de uma Universidade brasileira. Os dados coletados do programa de pós-graduação foram modelados em um banco NoSQL orientado a grafo incluindo todas as publicações dos docentes vinculados. Ressaltamos a utilidade

da ferramenta na medida em que apresenta um módulo de recomendação de parcerias, o qual pode ser utilizado pelo gestor do programa bem como pelos demais pesquisadores. O desenvolvimento da pesquisa utilizou a metodologia *Design Science Research* para guiar tanto a construção da ferramenta quanto para elaborar a documentação associada. Como resultado, constatou-se que, mesmo utilizando apenas os dados do programa isolado das demais instituições, há um grande potencial para realização de novas parcerias de coautoria.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistemas de recomendação, Predição de enlace, NoSQL, Análise de rede sociais, Design Science Research.

**ABSTRACT:** The performance of a graduate program is assessed by CAPES partly by their level of publications, therefore, it is necessary that the program management is made to maximize the quality of publications that are carried out by research associates. In the context of co-authoring relationships in publications, network analysis shown an appropriate tool to evaluate the relationships already formed, and to stimulate the formation of new relationships. This paper presents a network analysis tool applied to the management of an academic master program of a Brazilian university. The

data collected from the graduate program were modeled in a NoSQL graph oriented database including all publications of the linked professors. We emphasize the usefulness of the tool in as much as it has a partner recommendation module, which can be used by the program manager and by other researchers. The development of the research used the *Design Science Research* methodology to guide both the construction of the tool and to develop associated documentation. As a result, it was found that even using only the data from the program isolated from other institutions, there is great potential for new co-authoring partnerships.

**KEYWORDS:** Recommending Systems, Link Prediction, NoSQL, Social Network Analysis, Design Science Research.

## 1 | INTRODUÇÃO

Um dos fundamentos da gestão de um programa de pós-graduação baseia-se na maximização dos indicadores de produção acadêmica, especialmente a publicações em periódicos bem qualificados com abrangência internacional. Os indicadores de produção científica e acadêmica são elementos fundamentais nas avaliações que são realizadas pela CAPES<sup>1</sup>, fundação vinculada ao ministério da educação responsável por avaliar os programas de pós-graduação em todos os estados da Federação. Nesse sentido, se faz necessário que os gestores desses programas disponham de uma ferramenta que os permita visualizar a distribuição das publicações que foram realizadas pelos pesquisadores. Tal ferramenta auxiliaria, dessa forma, no direcionamento de ações objetivando a melhoria dos indicadores de produção científica e acadêmica.

Este trabalho objetiva apresentar uma ferramenta de auxílio à gestão dos indicadores de produção acadêmica de um programa de pós-graduação através da análise da rede de colaboração científica formada pelos pesquisadores vinculados ao programa, assim como detalhar a implementação da funcionalidade de recomendação de parcerias nas futuras publicações.

Como trabalhos correlatos destacamos o realizado em [1] o qual apresenta uma ferramenta para análise das informações de publicação dos pesquisadores vinculados ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Controle do Câncer (INCTCC) que embora desenvolva um ambiente no qual seja possível a análise de produção científica, não implementa a funcionalidade de recomendação de parcerias. O trabalho realizado em [2] propõe uma modificação na plataforma de rede de colaboração utilizada pelo C.E.S.A.R. de forma a dota-la de um componente de recomendação de conteúdo/ pessoas e serviu como ponto de partida para o desenvolvimento do módulo de recomendação do presente trabalho. O trabalho realizado em [3] aplica a metodologia *Design Science Research*, também utilizada neste trabalho, na construção de um artefato para calcular o tamanho ideal de participantes de um bate-papo no contexto

---

1 <http://www.capes.org.br>



de educação a distância. Destacamos ainda o trabalho realizado por [4], o qual introduz várias métricas para a análise de redes de colaboração científica algumas delas utilizadas neste trabalho.

As demais seções desse trabalho estão assim distribuídas: Na Seção 2, são apresentados os fundamentos teóricos que deram base para a pesquisa; na Seção 3, a proposta de solução é descrita; na Seção 4 é realizada uma análise dos dados das publicações presentes nos currículos lattes<sup>2</sup> dos pesquisadores vinculados aos programas, limitando-se às publicações realizadas nos últimos dez anos; na Seção 5, a ferramenta de recomendação de parcerias em publicações é detalhada; e finalmente, na Seção 6, são apresentadas as conclusões e os trabalhos futuros.

## 2 | MÉTODOS E TECNOLOGIAS

Algumas áreas de pesquisa estão diretamente relacionadas a este trabalho. Nesta seção, será descrito brevemente cada uma destas áreas para que seja possível relacioná-las na proposta de solução apresentada na Seção 3.

### 2.1 Design Science Research

O paradigma *Design Science Research* é adotado nessa pesquisa por possibilitar a construção de um artefato que materialize as conjecturas teóricas e cuja avaliação permita refutar ou comprovar as teorias iniciais estabelecidas na pesquisa. De acordo com [5], *Design Science Research* constitui uma outra “lente”, um conjunto de técnicas com perspectivas analíticas e sintéticas, para realização de pesquisa em sistemas de informação.

Nesse contexto, *Design Science Research* envolve a geração de conhecimento novo através do desenvolvimento de artefatos inovadores e da análise do uso e/ou do desempenho de tais artefatos por meio de reflexão e abstração. Tais artefatos incluem, mas não se limitam a, interfaces homem/máquina, algoritmos, metodologias de projeto de sistemas e linguagens. Esta pesquisa tem o objetivo de construção de um artefato que modele as parcerias entre pesquisadores através de relações de coautoria.

Para a construção do grafo de relacionamento, construído inicialmente do *Design Science*, foram adotados dois tipos de nós, o nó pesquisador e o nó publicação. Também foi definido um tipo de aresta, o qual representa a relação de autoria de uma publicação. O ponto de partida para compreender a relação de parceria entre pesquisadores foi realizado através da coleta de dados dos currículos Lattes dos professores vinculados ao departamento responsável pelo programa de pós-graduação, os quais se relacionam através de autoria em artigos completos publicados em periódicos. As relações de colaboração foram extraídas através dos autores dos artigos que foram cadastrados na plataforma Lattes. Foi utilizado como chave de acesso no banco de

2 Plataforma Lattes do CNPQ. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br>

dados os nomes dos autores dos artigos e os nomes utilizados para referência de cada autor na Seção Identificação do currículo Lattes. Assim, com os nomes dos autores dos artigos e os nomes utilizados para referência de cada autor foi possível a geração das arestas, representando as autorias, do grafo permitindo então a visualização das parcerias já realizadas.

## 2.2 Redes sociais e redes de colaboração científica

Segundo [4], uma rede é um conjunto de objetos conectados entre si. Pode-se representar uma rede por um grafo, onde os nós ou vértices estão relacionados/conectados por arestas. Uma rede social reflete uma estrutura social, a qual pode ser representada por indivíduos ou organizações e suas relações. Em geral, as relações representam um ou mais tipos de interdependência – como ideias ou religiões, ou relacionamentos mais específicos – como troca de conhecimento/informação ou amizade. Através dessa estrutura social é possível estudar a troca de informação entre indivíduos e organizações[4].

Redes de colaboração científica são redes sociais cujos relacionamentos representam algum tipo de interação científica. Segundo [6], uma rede social pode ser representada por um grafo  $G=(V,E)$ , onde  $V$  denota um conjunto de indivíduos em consideração e  $E$  um conjunto de relacionamentos existentes entre esses indivíduos. Uma rede social pode suportar um ou mais tipos de relacionamentos, como amizade, paternidade ou colaboração profissional. Intuitivamente, relacionamentos possuem diferentes intensidades que refletem a força das ligações sociais. A intensidade de um relacionamento é usualmente representada por uma função  $w(e)$  com  $e \in E$ , que associa um peso para aresta na rede.

## 2.3 Bancos de dados NoSQL

Com o desenvolvimento de tecnologias de armazenamento de dados NoSQL, as quais buscam formas alternativas à abordagem relacional para problemas específicos, surgiu o interesse em não apenas modelar uma rede social como um grafo, mas também em armazená-la dessa forma[7].

Neste trabalho, foram estudadas diversas soluções de banco de dados NoSQL e optou-se por empregar o *Banco de dados em Grafo Neo4j*[8]. O Neo4j possui licença GPL, com bastante documentação disponível *on-line*, ao contrário de soluções como OrienteDB[9], AragoDB[10], VelocityGraph[10] ou mesmo bancos de dados relacionais como Oracle através da sua biblioteca Spatial[11] e PostgreSQL usando a PostGIS [12]. Tais soluções utilizam armazenamento baseado em documento ou *Resource Description Framework*, RDF[13] (metamodelo para armazenamento de informações implementado em recursos web pelo consórcio W3C). Além disso, os bancos de dados Oracle e PostgreSQL, usando o paradigma relacional para armazenamento dos dados em tabelas, apenas simulam o modelo em grafo por meio de *stored procedures*. Essa

abordagem aumenta a complexidade das consultas uma vez que é necessário realizar uma tradução da consulta no grafo para uma consulta relacional.

## 2.4 Sistemas de Recomendação

Segundo [14], o objetivo de um sistema de recomendação é gerar recomendações significativas a um conjunto de usuários para itens ou produtos que lhe possa interessar. Sugestões de livros na Amazon, amigos no Facebook ou filmes no Netflix são exemplos reais do uso de sistemas de recomendação na indústria. O projeto de um sistema de recomendação depende do domínio de características particulares dos dados disponíveis. Tais dados podem armazenar a relevância de um determinado item para um usuário, tal quando se classifica um item com estrelas em uma loja virtual ou quando se aponta o gostar de um comentário em uma rede social. Adicionalmente, o sistema pode ter acesso a atributos específicos de usuários ou itens como informações demográficas e descrição do item respectivamente. Sistemas de recomendação diferem quanto a forma que eles analisam os dados para desenvolver noção de afinidade entre usuários e itens que pode ser usada para identificar o casamento de pares usuário-item.

Existem duas formas mais difundidas de sistemas de recomendação, a filtragem colaborativa, a qual analisa apenas interações históricas e a filtragem baseada em conteúdo, que usa os dados disponíveis nos perfis de usuários e nos atributos dos itens. Há ainda técnicas híbridas que combinam características de ambas as abordagens [14].

## 3 | PROPOSTA DE SOLUÇÃO

A solução proposta iniciou-se com a modelagem das informações contidas no currículo dos pesquisadores referentes as publicações em periódicos, para tanto gerou-se o modelo apresentado na figura 1.

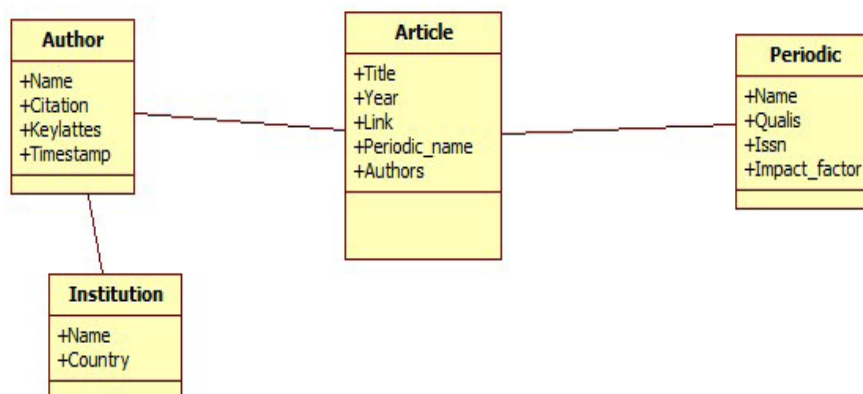


Figura 1: Diagrama de classes representando o modelo de dados

A implementação do artefato iniciou com a construção de um *script* para realizar uma busca dos dados do currículo *Lattes* de cada pesquisador vinculado ao programa de pós-graduação, salvando os dados da carga em arquivos de texto para possibilitar um pré-processamento antes da carga no banco Neo4j. Durante essa fase, algumas medidas corretivas precisaram ser adotadas, como o tratamento de homônimos, abreviações e inconsistências léxicas nos dados de origem. Com o resultado da busca de currículos, foram obtidos os dados de identificação dos pesquisadores, assim como, as publicações deixando essas entidades, autores e publicações, ainda sem definição de relacionamento.

Procedeu-se a carga do grafo com os dados de autores e de publicações obtidos na etapa anterior para então realizar o casamento entre as informações de identificação de cada autor como as informações de autoria de cada publicação. Na sequência, foi construído um artefato de visualização, o qual foi implementado utilizando o padrão de projeto MVC – *Model-View-Controller*[15]. Os elementos foram implementados da seguinte forma:

- *View* – desenvolvido na linguagem Javascript utilizando a biblioteca D3JS[16], adequada para visualização de dados;
- *Controller* – responsável por manipular os objetos do grafo para serem apresentados ao elemento de visualização, utilizando o *framework* web2py[17], escrito na linguagem Python;
- *Model* – implementado através do banco de dados em grafo Neo4j, o qual define a forma de persistência dos objetos de dados.

Uma das vantagens em utilizar um banco de dados orientado a grafo nesse contexto é a facilidade em realizar consultas no banco, como se estas estivessem sendo realizadas no próprio modelo conceitual. Os experimentos realizados utilizaram uma massa de teste com 401 vértices (entre autores e publicações) e 376 arestas, o que não apresentou problema de desempenho no grafo gerado.

A Figura 2 apresenta o processo da proposta, incluindo desde a coleta dos nomes dos professores até a visualização do grafo. Note que o primeiro elemento é o sub-processo de pré-processamento, o qual inclui três atividades:

- busca lattes – realiza a busca do currículo Lattes do autor;
- trata identificação de autoria- - extrai do currículo Lattes os nomes usados pelo autor em citações;
- captura artigos completos publicados em periódicos – extrai as publicações que serão usadas posteriormente para construção da rede de colaboração.

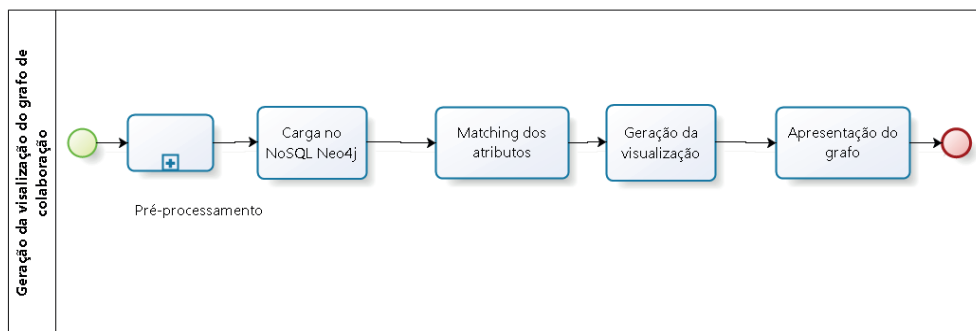


Figura 2: Processo de carga e visualização

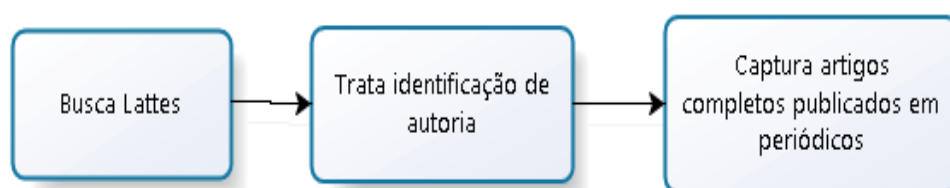


Figura 3: Sub processo de pré processamento

Após o sub-processo de pre-processamento, detalhado na Figura 3, a tarefa de carga no Neo4j é iniciada, quando será realizado o *matching* dos atributos de autoria para criação da rede de colaboração. Na sequencia, ocorrem a geração da visualização, quando são construídos os gráficos. Posteriormente é apresentado o grafo para o usuário.

Uma limitação identificada no decorrer do desenvolvimento do artefato foi a atualização dos dados de publicação nos currículos dos pesquisadores. Bem como, o campo de nomes usados em citações para que haja a correta análise das informações, uma vez que citações constituem a base para o relacionamento entre autores e publicações. A presença de homônimos na base dos currículos Lattes também foi uma dificuldade, a qual foi superada inicialmente através de intervenções manuais através da inclusão dos currículos que a ferramenta não conseguiu carregar. Restou claro que estas intervenções foram viáveis tendo em vista a pequena quantidade de currículos processados, 48 no total. Houve também dificuldade no processamento de caracteres latinos, como letras acentuadas, o que gera a necessidade de uma maior atenção na codificação de caracteres utilizados, para tanto foi necessário realizar uma normalização dos caracteres acentuados reduzindo-os aos caracteres presentes no conjunto de caracteres ASCII<sup>3</sup>.

Um outro aspecto que deve ser considerado é que embora já existam ferramentas para auxiliar a realização de análise de redes sociais, como o Pajek[18], o NVIVO[19] e o UCINET[20], optou-se pela não utilização dessas ferramentas uma vez que

3 Singla em inglês para Código Padrão Americano para o Intercâmbio de Informação

nenhuma delas possui a capacidade de consultar diretamente o banco de dados em grafo, no qual os dados são persistidos. O uso destas ferramentas traz a necessidade de desenvolver um artefato para organizar os dados de forma que as ferramentas pudessem tratar. Dessa forma, o esforço necessário foi direcionado para a exploração da capacidade de realizar a análise de um modelo de rede de colaboração já persistido em um grafo. Salieta-se que os construtos implementados representam o ponto de partida para o desenvolvimento da pesquisa cujo objetivo é a construção de um modelo de recomendação que utilizará os dados persistidos no banco de dados em grafo já implementado.

#### 4 | ANÁLISE DOS DADOS DE PUBLICAÇÃO

Através dos dados obtidos, tendo por base as métricas definidas em [4], obtivemos o conjunto de valores que caracterizam a rede de colaboração científica e nos permite também realizar inferências para tornar possível a construção de um modelo para realização de recomendações de novas parcerias. Nos últimos dez anos as publicações seguiram o padrão demonstrado na Figura 4, que exhibe graficamente as informações da Tabela 1.

Na Tabela 1, é detalhado a evolução na quantidade de publicações como também a quantidade de coautorias internas, ou seja entre autores do mesmo departamento, e coautorias externas, na qual a relação de coautoria é realizada com um autor não vinculado ao departamento. É possível verificar na coluna *Fator de coautoria* a relação entre os relacionamentos de coautoria internos e externo, o qual foi calculado usando a Equação 1, para cada ano:

$$FC_i = \frac{\sum_{a \in A} (numAutInter_a - numAutExt_a)}{\sum numPublicacoes_i} \quad (1)$$

onde: *numAutInter* representa a quantidade de autorias internas, *numAutExt* a quantidade de autorias externas, *numPublicacoes* a quantidade total de publicações em um determinado ano e *A* é o conjunto de autores de uma determinada publicação. Note que quanto mais negativo for o valor de FC mais coautores externos ao departamento existem nas publicações, demonstrando maior interação com grupos de pesquisa externos.

Ano	Publicações	Coautorias internas	Coautorias externas	Fator de coautoria
2004	15	17	38	-1.4
2005	26	27	81	-2.0769
2006	19	22	45	-1.2105

2007	15	22	24	-0.1333
2008	26	29	62	-1.2692
2009	20	23	48	-1.25
2010	20	26	43	-0.85
2011	19	23	48	-1.3157
2012	21	27	51	-1.1428
2013	36	39	99	-1.6666
2014	25	29	56	-1.08

Tabela 1: Quantidade de publicações

A Figura 4 apresenta o gráfico correspondente aos dados da Tabela 1, sendo o tracejado o total de publicações realizadas, os triângulos as autorias entre os pesquisadores do departamento, os círculos as autorias externas e a linha contínua o fator de coautoria que para melhorar a visualização foi multiplicado por dez. Na mesma figura é possível identificar que no ano de 2013 houve um aumento das publicações com um expressivo incremento na participação de autores externo.

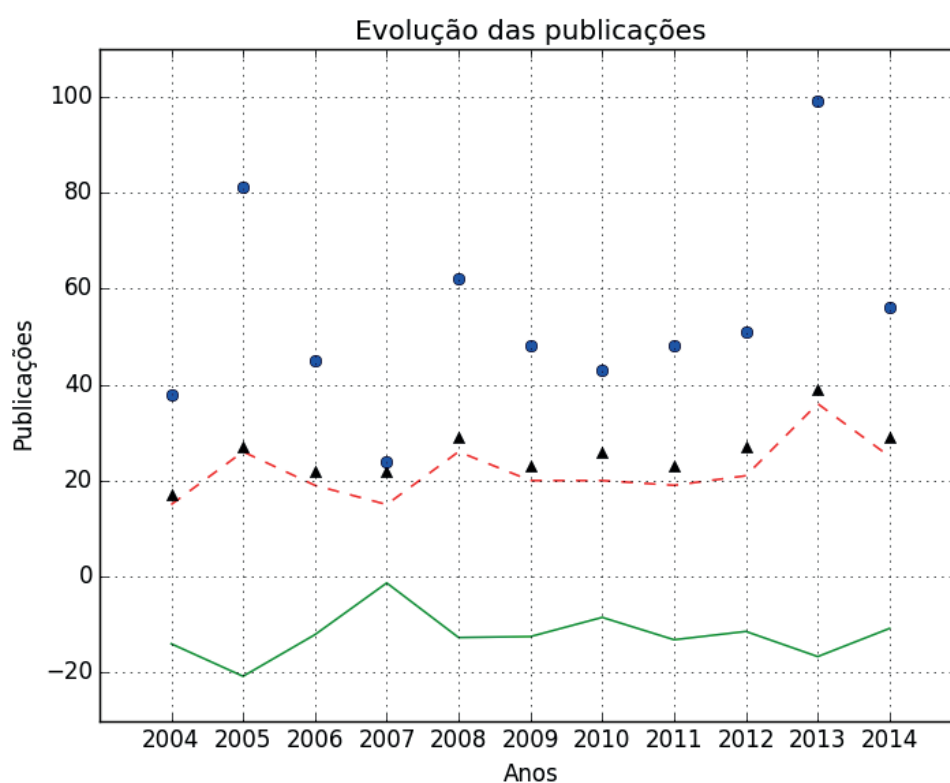


Figura 4: Publicações por ano

## 5 | RECOMENDAÇÃO DE PARCERIAS NA AUTORIA DE PUBLICAÇÕES

Um aspecto identificado na análise dos dados é que a formação de parceria na coautoria de publicações melhora os indicadores de produção. Nesse sentido, foi desenvolvido um sistema de recomendação para auxiliar a identificar possíveis parcerias na realização de pesquisas.

Conforme [4], recomendação de parcerias, ou predição de link no contexto de um grafo social, pode ser realizada de duas diferentes formas, porém complementares. A primeira examina um sociograma desbalanceado de estruturas sociais buscando transformá-lo em uma estrutura social balanceada. Como exemplo, se duas pessoas possuem muitos amigos em comum então essas duas pessoas devem se conhecer, em uma abordagem usando filtragem colaborativa. A segunda abordagem analisa o conteúdo da comunicação entre os indivíduos, buscando por indivíduos que compartilham o mesmo interesse. Como exemplo, se dois pesquisadores publicam sobre um mesmo assunto então eles deveriam se encontrar, nesse caso o método mais adequado para o sistema de recomendação é a filtragem baseada em conteúdo.

Na implementação realizada nesse trabalho, foi utilizada a metodologia de filtragem colaborativa baseada em vizinhança, nela um subgrupo de usuários são escolhidos baseado na similaridade desses usuários com o usuário ativo, e a combinação ponderada de suas relações usuário/item é usada para inferir predições para o usuário ativo. No contexto desse trabalho, os itens a serem considerados são os periódicos nos quais os pesquisadores realizam suas publicações e a ponderação dos pares pesquisador/periódico será baseada no decurso de tempo entre o ano da publicação e o ano atual em uma abordagem similar à utilizada por [4].

O Fator de influência para cada publicação é dado por:

$$\rho_i = \frac{1}{e^{BY-PY}}$$

onde:  $BY$  é o ano no qual a análise foi realizada, no caso 2014 e  $PY$  é o ano de publicação do trabalho no periódico

Dessa forma é possível calcular as recomendações conforme o somatório da Equação 2:

$$Rec = \sum_{i=1}^n \rho_i \quad (2)$$

Onde  $n$  representa o número de publicações do autor ativo.

Assim, escolhendo aleatoriamente um usuário como ativo, com um código de identificação 3251, foi gerado um ranking com os dez autores cujas probabilidades do usuário ativo formar parceria são as maiores.

#	Id	Rec
1	*3281	0.4193727265647525
2	*3270	0.36787944117144233
3	*3260	0.36787944117144233
4	3271	0.050122530995766454
5	*3295	0.049787068367863944
6	*3287	0.001292744523219513



7	3275	0.00033546262790251185
8	3284	0.00033546262790251185
9	3293	0.00033546262790251185

Tem tempo, o pesquisadores cujas identificações foram marcadas com asterisco já realizaram pelo menos uma publicação em conjunto com o usuário ativo, o que pode ser observado através da Figura 5 que apresenta a rede de colaboração já formada pelo usuário ativo.

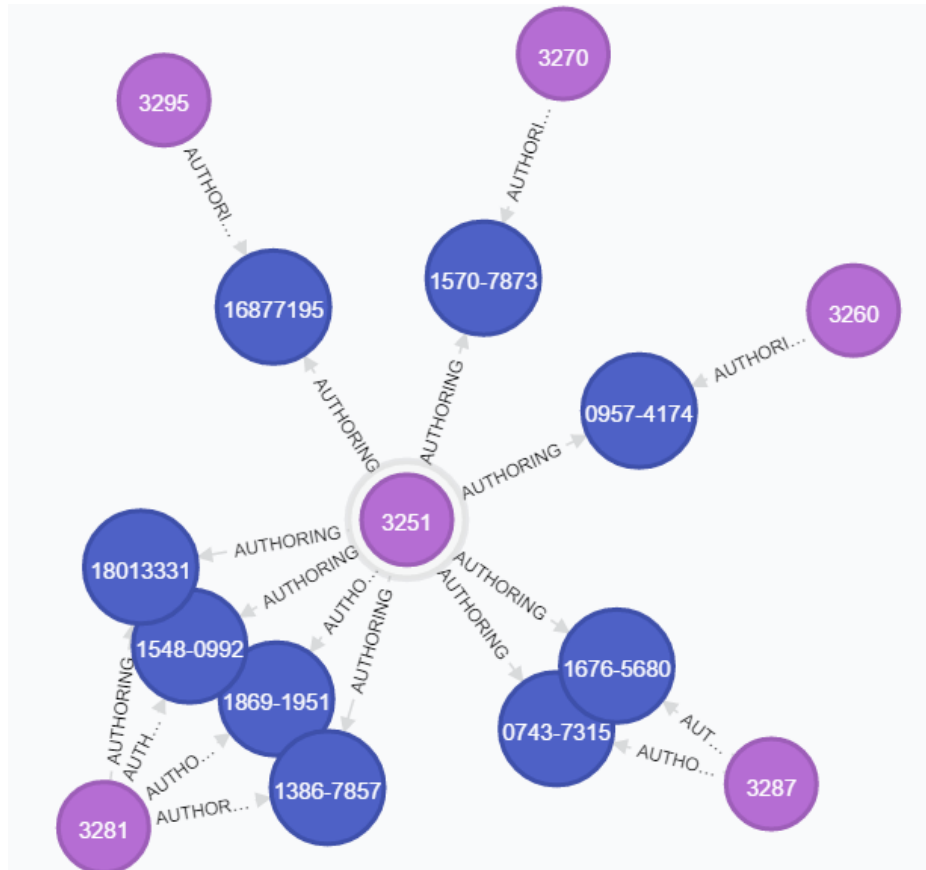


Figura 5: Rede de colaboração centrada um usuário aleatório

## 6 | CONCLUSÃO

A recomendação de parcerias como ferramenta de melhoria nos índices de publicações acadêmicas se mostra uma solução viável para ser utilizada em diversos cenários nos quais haja necessidade de melhoria dos indicadores de produção através do aumento das relações de coautoria entre os pesquisadores. Dessa forma, o artefato mostrado nesse trabalho pode assumir um papel importante no auxílio a gestão de um programa de pós-graduação, principalmente àqueles submetidos a avaliação da CAPES, por sugerir aos gestores e demais pesquisadores possibilidades de realização de parcerias baseadas nas publicações já realizadas pelos pesquisadores.

A ferramenta aqui apresentada é facilmente adaptada a outros programas de pós-graduação no Brasil uma vez que ela depende apenas dos dados presentes nos

currículos lattes dos pesquisadores vinculados aos programas.

Como trabalhos futuros pretende-se expandir a base de dados utilizada de forma a identificar melhor as parcerias externas e através dessa mudança viabilizar a experimentação de outras abordagens no modelo de recomendação.

## REFERÊNCIAS

Hector N. Melo, Ruben A. Perorazio, and Jonice Oliveira. Ambiente analítico web para análise da colaboração científica no cenário médico. *Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*, 2014.

Edeilson M. Silva, Ricardo A. Costa, Mario Godoy Neto, Robson Y. S. Oliveira, and Silvio R. L. Meira. Promovendo melhorias na comunicação e colaboração em uma plataforma de gestão de conhecimento através de recomendações. *Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*, 2009.

Edmilson Barcelos Rocha, Mariano Pimentel, and Morganna Carmem Diniz. Desenvolvimento de um modelo da participação em batepapo seguindo a abordagem design science research. *Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*, 2014.

Victor Ströele, Geraldo Zimbrão, and Jano M. Souza. Group and link analysis of multi-relational scientific social networks. *The Journal of Systems & Software*, 2013.

Vijay K. Vaishnavi and William Kuechler Jr. Design science research in information systems, 2004.

Vinícius P. Freire and Daniel R. Figueiredo. Ranking in collaboration networks using a group based metric. *Journal of Brazillian Computer Society*, 17(4):255–266, November 2011.

Ian Robinson, Jim Webber, and Emil Eifrem. *Graph Databases*. O'Reilly, 2013.

Jim Webber. A programmatic introduction to neo4j. In *Proceedings of the 3rd Annual Conference on Systems, Programming, and Applications: Software for Humanity*, SPLASH '12, pages 217–218, New York, NY, USA, 2012. ACM.

Claudio Tesoriero. *Getting Started with OrientDB*. Packt Publishing Ltd, 2013.

Matías Javier Antiñanco. *Bases de Datos NoSQL: escalabilidad y alta disponibilidad a través de patrones de diseño*. PhD thesis, Facultad de Informática, 2014.

Ravi Kothuri, Albert Godfrind, and Euro Beinat. *Pro oracle spatial for oracle database 11g*. Dreamtech Press, 2008.

Regina Obe and Leo Hsu. *PostGIS in action*. Manning Publications Co., 2011.

Dan Brickley and Ramanathan V Guha. Resource description framework (rdf) schema specification 1.0: W3c candidate recommendation 27 march 2000. 2000.

rem Melville and Vikas Sindhwani. Recommender systems. In *Encyclopedia of machine learning*, pages 829–838. Springer, 2010.

Trygve Reenskaug. Model-view-controller.

Mike Bostock. Data-driven documents (d3. js), a visualization framework for internet browsers running javascript, 2012.

Massimo DiPierro. *Web2Py Enterprise Web Framework, 2Nd Ed.* Wiley Publishing, 2nd edition, 2009.

V. Batagelj and A. Mrvar. Pajek-program for large network analysis. *Connections*, 21:47–57, 1998.

Graham R Gibbs. *Qualitative data analysis: Explorations with NVivo*. Open University, 2002.

Analytic Technologies. Ucinet 6 social network analysis software. 2013.

## ALGORITMOS EVOLUCIONÁRIOS MULTI OBJETIVOS PARA A SELEÇÃO DE CASOS DE TESTE PARA SISTEMAS INTELIGENTES

### **Daniel Victor Saraiva**

Grupo de Engenharia de Software e Redes de  
Computadores (GERCOM)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Ceará - IFCE  
Aracati – CE

### **Francisca Raquel de Vasconcelos Silveira**

Grupo de Engenharia de Software e Redes de  
Computadores (GERCOM)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Ceará - IFCE  
Tianguá - CE

**RESUMO:** Com o aumento da utilização de sistemas computacionais, agente racional surge como uma tecnologia promissora na solução desde problemas relativamente simples, bem como, problemas complexos. Devido sua autonomia, testes de agentes tem se tornado um grande desafio, pois esses agentes podem apresentar diferentes resultados em uma mesma entrada de testes. Com isso, este trabalho apresenta a proposta de um agente testador que realiza busca local no espaço de estados de casos de teste orientado por utilidade e utiliza os algoritmos evolucionários multiobjetivos, NSGAI, SPEA2, PAES e MOCeII com o objetivo de identificar quais deles são mais eficientes na geração de casos de testes para agentes racionais.

**PALAVRAS-CHAVE:** agente racional, testes de agentes, agente testador, busca local, algoritmos evolucionários.

**ABSTRACT:** With the increase use of computer systems, rational agent emerges as a promising technology in solution from relatively simple problems, as well as complex problems. Due to its autonomy, agent testing has become a major challenge because these agents can present different results in the same test entry. This work presents the proposal of a tester that performs local search in the state space of utility-oriented test cases and uses multiobjective evolutionary algorithms, NSGAI, SPEA2, PAES and MOCeII with the objective of identifying which ones are more efficient in the generation of test cases for rational agents.

**KEYWORDS:** rational agent, agent testing, agent tester, local search, evolutionary algorithms.

### 1 | INTRODUÇÃO

Os softwares estão cada vez mais complexos e não dependem, em última análise, do aumento do poder computacional. Desse modo, o objetivo central da Inteligência Artificial (IA) é procurar incorporar nos programas e sistemas, conhecimentos e capacidades

normalmente associadas ao ser humano, a fim de encontrar soluções viáveis (COSTA; SIMÕES, 2015).

Agentes racionais surgem, então, como uma tecnologia promissora. Um agente racional deve possuir atributos capazes de distingui-lo dos demais programas, tais como: operação sob controle autônomo; percepção do ambiente; persistência por tempo prolongado; adaptação às mudanças e capacidade de criação e perseguição de metas. Sua racionalidade pode ser definida quando o agente atua para alcançar o melhor resultado (RUSSEL; NORVIG, 2013).

Entretanto, a autonomia por um lado, ajuda os agentes de software a lidarem com ambientes complexos e abertos. Por outro lado, faz com que testes de agentes se tornem uma tarefa desafiadora. Em uma mesma entrada de teste, os resultados podem ser diferentes em diferentes execuções. Por esta razão, os testes de agentes requerem um procedimento que sirva para uma grande variedade de contextos de casos de testes e devem ser aplicados nos casos de testes mais exigentes (NGUYEN et al., 2012).

Visto que testar esses sistemas tornou-se uma premissa fundamental, este trabalho apresenta a proposta de um agente testador que realiza busca local baseado em população e orientado por uma função utilidade para encontrar conjuntos de casos de teste satisfatórios, ou seja, encontrar casos que levem os agentes testados a um maior índice de falhas. Dessa forma, são realizadas comparações entre quatro estratégias de busca local de algoritmos evolucionários multiobjetivos (MOEAs - *Multiobjective Evolutionary Algorithms*) utilizados pelo agente testador, primeiramente na geração inicial de um conjunto de casos de testes e em seguida, entre os conjuntos avaliados pela função utilidade associado ao desempenho dos agentes testados, a geração de um novo conjunto de casos de testes mais útil que o anterior.

Os algoritmos *Non-dominated Sorting Genetic Algorithm (NSGA-II)*, *Strength Pareto Evolutionary Algorithm (SPEA2)*, *Pareto Archived Evolution Strategy (PAES)* e *MultiObjective Cellular (MOCeLL)* são escolhidos por serem largamente utilizados e representam diferentes estratégias de evolução para lidar com problemas de otimização. Para avaliar a acurácia desses algoritmos a serem comparados, são desenvolvidos quatro tipos diferentes de programas de agentes que são testados com os casos de teste gerados por cada MOEA. Dessa forma, ao final do ciclo de testes, as comparações entre as aplicações de cada algoritmo têm o objetivo de identificar quais deles possuem os melhores desempenhos para que possam ser utilizados por um agente testador na geração de casos de teste que sejam capazes de apresentar informações relevantes sobre o desempenho dos agentes testados.

## 2 | FUNDAMENTAL TEÓRICA

### 2.1. Agentes Racionais

Agente Racional é toda entidade capaz de interagir com o ambiente guiada, em geral (mas não necessariamente) por objetivos. Um agente possui um mecanismo que permite recolher informações do ambiente (percepção), mecanismos que lhe permitem atuar sobre o ambiente (ação) e processos que definem qual a melhor ação a realizar (decisão) (COSTA; SIMÕES, 2015).

Cinco tipos básicos de programas de agentes que incorporam os princípios subjacentes a quase todos os sistemas inteligentes são enumerados em (RUSSEL; NORVIG, 2013): (i) agente reativo simples (seleciona suas ações com base na sua percepção atual, ignorando o restante do histórico de percepções); (ii) agente reativo baseado em modelo (que seleciona ações com base no seu histórico de percepções e assim reflete sobre alguns dos aspectos não observados do estado atual); (iii) agente baseado em objetivos (que possui como característica, selecionar ações com base nos objetivos que descreve situações desejáveis); (iv) agente baseado em utilidades (seleciona suas ações que maximizam a utilidade esperada dos resultados da ação) e (v) agente com aprendizagem (converte todos os agentes básicos citados anteriormente e pode melhorar o desempenho de seus componentes de modo a gerar melhores ações).

### 2.3. Algoritmos Evolucionários Multiobjetivos

Inicialmente, problemas de grande importância tinham suas soluções baseadas nos métodos matemáticos. Porém, a complexidade desses modelos levou os pesquisadores a concentrar seus esforços no desenvolvimento de *heurísticas* com soluções baseadas nos fenômenos biológicos, sociais ou físicos observados na natureza (PONSICH et al., 2013).

O uso de algoritmos evolutivos para resolver problemas desta natureza, tem sido motivado principalmente por causa da natureza populacional que permite a geração de várias soluções em uma mesma execução. Além disso, a complexidade de alguns problemas de otimização multiobjetivos, como por exemplo, problemas com grande espaço de busca e de incertezas, podem impedir a utilização ou aplicação de técnicas tradicionais (COELLO et al., 2007). Neste contexto, existe uma grande motivação para o uso de algoritmos evolucionários multiobjetivos em vez de outras técnicas.

## 3 | TRABALHOS RELACIONADOS

Diferentes agentes autônomos foram testados usando diferentes técnicas ao longo dos anos. Por exemplo, metodologias de testes de softwares orientados a

objetivos (HOUHAMDI, 2011), algoritmos evolutivos (NGUYEN et al., 2012), agentes testadores (SILVEIRA et al., 2014; CARNEIRO et al., 2015) com o objetivo de verificar o comportamento dos agentes para atender as especificações e os desejos dos usuários.

Baseados nesses trabalhos, verificamos se as abordagens são capazes de atender aos seguintes critérios adotados em nosso trabalho: (i) noção de agentes racionais de Russell e Norvig (2013), (ii) utilização de casos de testes gerados de acordo com os objetivos, (iii) medida de avaliação de desempenho do agente testado, (iv) consideração dos planos que são necessários para que este agente alcance estes objetivos, (v) simulação da avaliação de desempenho das interações do agente testado com seu ambiente (histórias), (vi) utilização de estratégias de busca local multiobjetivo orientada por utilidade para encontrar casos de teste e histórias correspondentes em que o agente não foi bem avaliado e (vii) comparações entre diferentes algoritmos para identificar qual deles apresenta os melhores resultados levando em consideração as mesmas configurações de testes.

Na proposta de teste orientada a objetivos de Houhamdi (2011), o autor especifica um processo estruturado de testes que explora a relação entre análise de objetivos e casos de teste. O autor ainda define um processo estruturado para a geração de testes nos agentes, fornecendo uma forma de derivar casos de teste a partir da análise de artefatos de requisitos orientado aos objetivos para a realização de dois níveis de teste: unitário e agente.

A abordagem evolucionária para a realização dos testes de agentes autônomos adotada por Nguyen et al. (2012), tem como objetivo estudar a eficácia dos testes evolutivos multiobjetivos, sob a observação de que o comportamento indesejável surge apenas quando agentes estão envolvidos em situações difíceis. A metodologia representa os objetivos dos *stakeholders* como função de qualidade e faz uso de algoritmos evolucionários guiados pela função de qualidade para gerar uma variedade de casos de teste exigentes para os agentes. A abordagem propõe aplicar um recrutamento dos melhores casos de testes para evoluir os agentes. Para cada agente, é dado um período experimental em que os testes com diferentes níveis de dificuldade são executados.

No trabalho de Silveira et al. (2014), os autores apresentaram uma abordagem para testar programas de agentes racionais, levando ao projetista, as informações relevantes sobre o desempenho do programa agente para melhorar a sua concepção e eficiência. O agente testador elaborado pelos autores, incorpora e processa as informações na formulação do problema de seleção e outras informações enviadas pelo projetista a fim de selecionar uma solução satisfatória com a finalidade de melhorar o desempenho do agente, se necessário. Este esquema de interação entre o testador deve ser contínuo até que o desempenho do agente ser considerado satisfatório. A Figura 1 ilustra a estrutura do agente testador.

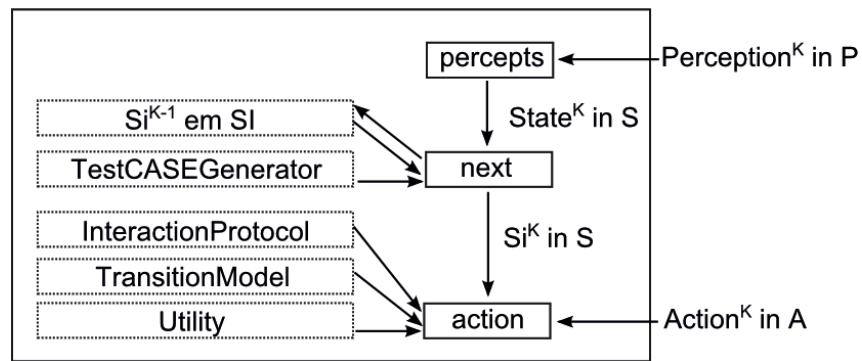


Figura 1: Estrutura do Agente Testador.

Fonte: Silveira et al. (2014).

O subsistema de percepção, *percepts*, é responsável por mapear as informações necessárias para testar o agente em uma representação computacional,  $State^k$ , útil para o processamento dos outros dois subsistemas (*next* e *action*). O subsistema *next* atualiza o estado interno em  $State^k$ , e gera um conjunto inicial de casos de testes para testar certos aspectos da estrutura interna do agente. Considerando o estado interno atualizado, a função *action* inicia um processo de busca local para encontrar uma ação satisfatória. Esta função usa informações sobre uma transição de estado para gerar novos casos de teste. Ao final dos testes, o testador envia para o projetista as informações geradas pela função *action*. Os autores ainda reforçam que, a implementação do modelo baseia-se na análise populacional, baseados em *metaheurísticas* utilizando algoritmo genético (AG).

Ainda na mesma linha de um agente testador, em Carneiro et al. (2015), os autores apresentam uma aplicação de sistemas imunológicos artificiais (AIS - *Artificial Immune Systems*), por meio do algoritmo de seleção clonal (CLONALG - *Clonal Selection Algorithm*), para o problema de otimização de seleção de casos de teste para o teste de sistemas computacionais baseados em agentes inteligentes (Figura 2).

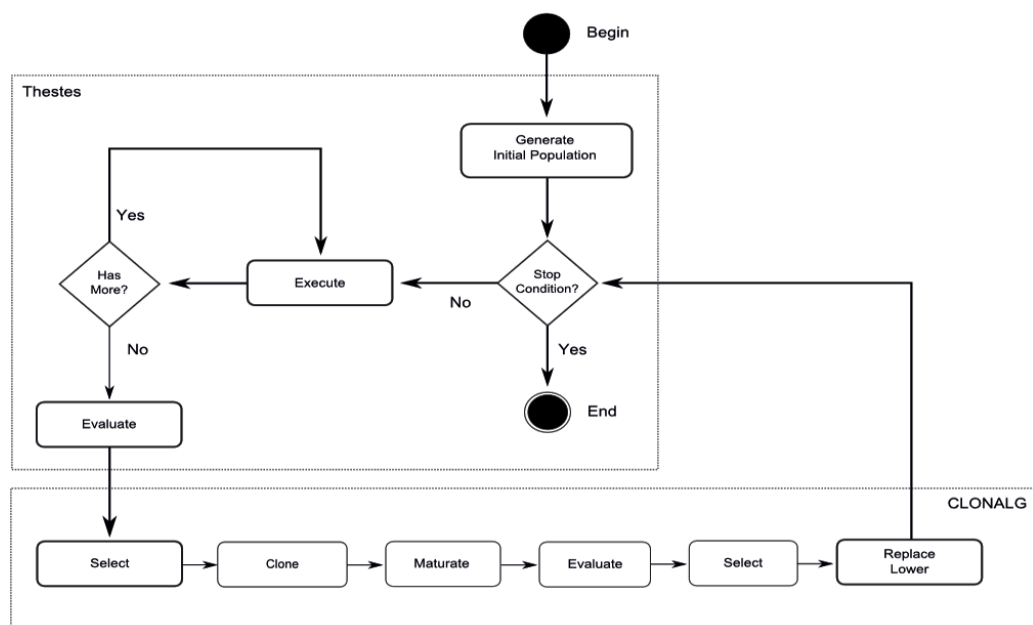


Figura 2: Fluxograma de Um Agente Testador Utilizando o Clonalg.

Fonte: Carneiro et al. (2015).



O processo começa com a geração da população inicial de casos de testes e todos os casos da geração são executados, o que significa submeter o agente testado a cada um dos cenários configurados no passo anterior. Durante a execução, as histórias são armazenadas para serem avaliadas e submetidas ao CLONALG, que seleciona os melhores casos de testes e gera clones proporcionalmente à sua avaliação. Os clones gerados são submetidos a um processo de maturação, em que cada indivíduo irá sofrer modificações com uma taxa inversamente proporcional à sua avaliação. Na fase final do CLONALG, os piores indivíduos da geração são substituídos pelos melhores clones e por novos indivíduos gerados de forma aleatória, para induzir a diversidade da população. Os autores na validação de sua proposta, realizam comparação entre as técnicas de algoritmos genéticos (AG) e algoritmos de otimização por colônia de formigas (ACO - *Ant Colony Optimization Algorithm*). Seus experimentos foram realizados com agentes inteligentes com diferentes tipos de arquitetura em tipos de ambientes diferentes.

A Tabela 1 apresenta um comparativo entre os trabalhos relacionados citados nessa seção. Podemos constatar que três das abordagens analisadas não podem atender a todos os critérios definidos e o trabalho de Carneiro *et al.* (2015) realiza comparações com somente 2 algoritmos multiobjetivos, enquanto esse trabalho realiza comparações com 4 algoritmos. Dessa forma, a necessidade da geração automatizada de testes e a aplicação de diferentes algoritmos multiobjetivos para a seleção de casos de teste, foco deste trabalho, podem gerar de forma automatizada bons casos de testes que proporcione informações relevantes sobre o desempenho insatisfatório dos componentes dos agentes testados.

	Trabalhos relacionados				
	Houhamdi (2011)	Nguyen et al. (2012)	Silveira et al. (2014)	Carneiro et al. (2015)	Nossa Abordagem
Critérios avaliados	ii, iv e vi	ii, iii, iv e vi	i, ii, iii, iv, v e vi	i, ii, iii, iv, v, vi e vii (com apenas 2 algoritmos)	i, ii, iii, iv, v, vi e vii ((com 4 algoritmos)

Tabela 1: Medida de Avaliação de Desempenho.

Fonte: Autores (2017).

## 4 | ABORDAGEM PROPOSTA E METODOLOGIA

### 4.1. Visão Geral

A abordagem fundamenta-se na noção de agentes inteligentes de Russell e Norvig (2013), Costa e Simões (2015) e na interação dos agentes abordada em Silveira et al. (2015). Assim, essa abordagem considera que além do *Projetista*, existem quatro programas agentes envolvidos na seleção e testes: (i) o programa agente a ser testado, denominado *Agente*, concebido pelo projetista; (ii) o programa ambiente

de tarefa, *Ambiente*; (iii) um programa agente para a geração e seleção de casos de testes, *Agente Testador*, foco principal desta abordagem.

A Figura 3 ilustra as interações entre os agentes. Primeiramente, o *Projetista* é o responsável pelo desenvolvimento do *Agente*, pela definição da medida de avaliação de desempenho e por outras informações necessárias para o *Agente Testador* executar o processo de teste do *Agente* em *Ambiente* e um programa agente monitorador, *Monitor*.

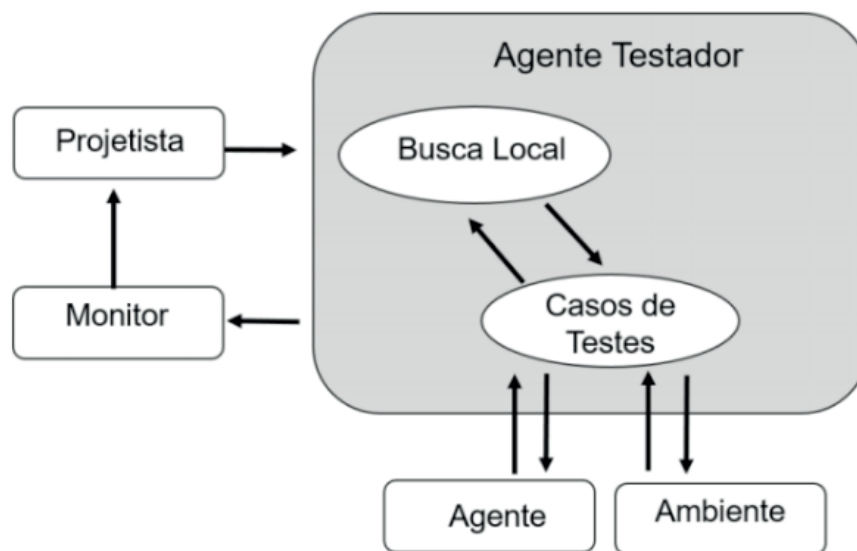


Figura 3: Visão Geral da Abordagem.

Fonte: Autores (2017).

O processo do *Agente Testador* inicia com a geração inicial de casos de testes, uma população formada por um conjunto de indivíduos (casos de testes), gerada de maneira aleatória por um algoritmo evolucionário. No próximo passo, todos os casos de testes da geração inicial são executados, o que significa submeter o *Agente* a cada um dos cenários de teste. Na avaliação das histórias, o *Agente Testador* calcula o valor de cada medida de avaliação de desempenho. As histórias avaliadas são submetidas ao um algoritmo evolucionário multiobjetivo, que selecionam os melhores casos de testes e geram novas populações ou modificam as populações existentes. Nesta fase é possível selecionar indivíduos mais capazes que possuem maior probabilidade de gerar mais descendentes, enquanto que os menos capazes poderão ainda gerar descendentes, porém em uma escala menor. O *Agente Testador*, após os ciclos de testes, envia para o agente *Monitor* os casos de teste em que *Agente* obteve o comportamento mais inadequado, um conjunto de histórias correspondentes e seus valores de utilidade contendo os objetivos não satisfeitos adequadamente pelo *Agente* e as falhas cometidas por ele em *Ambiente*.

## 4.2. Agente Testados

O ambiente considerado para os experimentos desses agentes possui 25 salas,

dispostas em forma de uma matriz 5 x 5, em que cada eixo (x,y) representa uma sala que pode conter ou não sujeira. Em cada iteração com o ambiente, independentemente da sala, a função do agente pode escolher uma das seguintes Ações: aspirar (*Asp*), não operar (*N-op*), ou mover-se para outra sala vizinha (*Acima*, *Esquerda*, *Direita*, *Abaixo*). Como o ambiente é estático, cada caso de teste é instanciado em um programa ambiente (*Ambiente*) que obedece ao modelo determinístico.

O primeiro agente desenvolvido é denominado de *RS\_Parcial* do tipo reativo simples, no qual a seleção da ação a ser executada baseia-se apenas na percepção atual do ambiente parcialmente observável, de forma que o agente consegue identificar apenas a sua localização e a presença ou não de sujeira. O segundo agente desenvolvido é denominado de Agente reativo simples com alteração, *RS\_Parcial\_Alterado*. Esse agente possui o objetivo de verificar a sensibilidade da abordagem proposta e as possíveis falhas para que seja possível avaliar o desempenho dos algoritmos com outros agentes que realizam suas ações avaliando suas percepções e seu histórico de salas já visitadas. Esse agente, toma suas ações independentemente do estado da sala na qual o agente se encontra. O terceiro agente testado (*RS\_Total*) diferencia-se dos dois primeiros agentes no seguinte aspecto: a observabilidade do ambiente. Nesse agente, é considerada a capacidade de uma visibilidade total do ambiente. Assim, o agente movimenta-se em direção à sujeira mais próxima. O quarto e último agente testado (*RM\_Parcial*) é do tipo baseado em modelo com visibilidade parcial do ambiente, no qual uma representação interna do ambiente é mantida com todas as salas já visitadas, a fim de evitar que o agente visite salas já percorridas.

Para avaliar o desempenho dos agentes testados, a função *Utilidade* avalia os conjuntos gerados, considerando valores de pesos iguais a 0,5 tanto para o atributo limpeza quanto para o atributo energia gasta em cada ação (). Além desses valores, acrescenta-se a esta função um ganho por caso de teste que é igual ao número de salas sujas ao final das iterações de *Agente* com *Ambiente*. Assim, a inclusão desse valor, faz com que o *Agente Testador* busque selecionar casos de teste em que o *Agente* teve um comportamento inadequado em termos de energia e limpeza, dando privilégios aqueles casos em que o ambiente permaneceu com a maior quantidade de salas sujas ao final das interações.

### 4.3. Plano Experimental

Os parâmetros para utilização dos MOEAs são ajustados para que cada algoritmo execute seu processo evolutivo específico, entretanto, diante de um ambiente similar. Além disso, é considerado como critério de parada, o número máximo de 30 gerações (iterações) para cada algoritmo. Os Valores dos parâmetros utilizados pelos MOEAs são apresentados na Tabela 2.

Método de seleção torneio	NSGA-II, SPEA2; MOCeII
Operador de cruzamento ( <i>SinglePointCrossover</i> probabilidade = 0.9)	NSGA-II, SPEA2; MOCeII
Operador e taxa de mutação ( <i>BitFlipMutation</i> , probabilidade= 0.6)	NSGA-II, SPEA2; PAES; MOCeII
Tamanho do Arquivo Externo (tamanho 20)	SPEA2; PAES; MOCeII

Tabela 2: Valores dos Parâmetros Utilizados Pelos Moeas

Fonte: Autores (2017).

Os casos de testes iniciais, são gerados de forma aleatória pelos algoritmos multiobjetivos testados. Ao todo, são gerados 20 casos (*NCasos*), ou seja, representa o tamanho da população, e cada caso de teste é formado por 25 salas. A avaliação de desempenho final em cada caso, leva em consideração a realização de 5 simulações (*Ns*), onde cada simulação dá origem a uma história contendo 25 episódios correspondentes às iterações de *Agente em Ambiente (Nit)*.

## 5 | APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 5.1 Experimento 1 - Resultados com RS-Parcial

A Figura 4 ilustra os resultados do primeiro experimento obtidos por *Agente Testador* considerando a função *Utilidade*, conforme os valores de pesos para os objetivos energia e limpeza ao longo de 30 gerações utilizando os quatro algoritmos multiobjetivos.

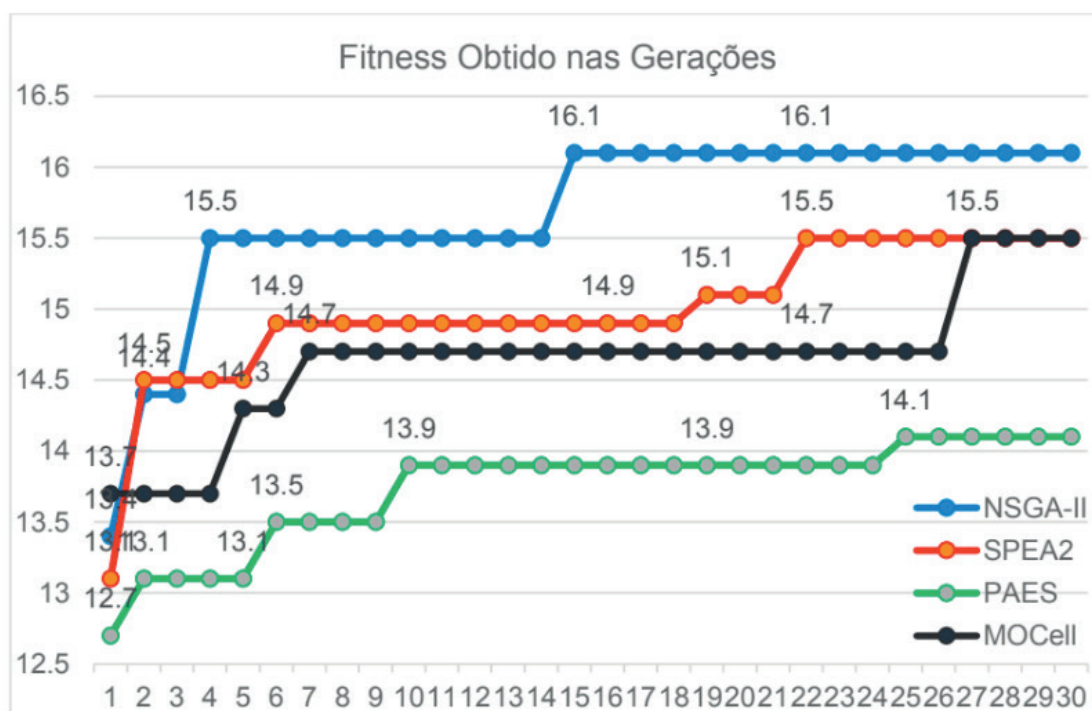


Figura 4: Resultados dos Experimentos com Rs-Parcial.

Fonte: Autores (2017).

Os pontos marcados linearmente com os rótulos, identificam o melhor caso de teste na população em sua geração, já os pontos não rotulados, significam que o melhor *fitness* daquela geração está abaixo do melhor caso de teste encontrado em uma geração anterior, ou seja, não houve melhora na geração seguinte.

No experimento 1 com *RS\_Parcial* (Figura 4), o algoritmo NSGA-II apresentou o melhor valor de *fitness* em dois momentos, na 15<sup>a</sup> e 22<sup>a</sup> geração com utilidade = 16,1. Na utilização do algoritmo SPEA2, o melhor valor da função é obtido também na 22<sup>a</sup> geração, entretanto, com utilidade = 15,5. Para o algoritmo PAES, o melhor valor é obtido na 25<sup>a</sup> geração com utilidade = 14,1 e para o algoritmo MOCcell, o melhor valor é obtido apenas na 27<sup>a</sup> geração com utilidade = 15,5. A Tabela 3 destaca a geração e o melhor valor de utilidade encontrado por cada algoritmo.

Algoritmo	Geração	Utilidade
NSGA-II	15 e 22	16,1
SPEA2	22	15,5
PAES	25	14,1
MOCcell	27	15,5

Tabela 3: Geração e Utilidade do Melhor Caso (Experimento 1)

Fonte: Autores (2017).

Podemos destacar também, o número de vezes (4 vezes) que os algoritmos SPEA2 e o PAES conseguiram evoluir suas populações de casos de teste. Assim, temos ao final desse primeiro experimento, considerando os melhores casos de teste, o NSGA-II com o melhor resultado, seguido pelos algoritmos SPEA2 e MOCcell e, com o pior desempenho, o algoritmo PAES.

## 5.2 Experimento 2 - Resultados com RS-Parcial-Alterado

No experimento 2 com *RS-Parcila-Alterado* (Figura 5) podemos observar que esse agente é mais inadequado que o agente *RS\_Parcial*. Isso ocorre devido as regras condição-ação do agente *RS\_Parcial\_Alterado* serem definidas aleatoriamente, possibilitando que o subsistema de tomada de decisão seja capaz de selecionar ações que podem produzir episódios com falhas, tornando o valor de *Utilidade* mais inadequado.

A Tabela 4 destaca a geração e o melhor valor de utilidade encontrado por cada algoritmo nesse segundo experimento. Na utilização do algoritmo NSGA-II, o melhor valor é obtido na 26<sup>a</sup> geração com utilidade = 23,6. Nas próximas gerações, esse valor é tomado apenas como referência e não é selecionado nenhum caso de teste com valor de utilidade superior. Para o algoritmo SPEA2, o melhor valor da função é obtido na 27<sup>a</sup> geração com utilidade = 23,4. Já para o algoritmo PAES, o melhor valor é obtido na 28<sup>a</sup> geração com utilidade = 21,8 e para o último algoritmo, MOCcell, o melhor valor

é obtido na 8ª geração com utilidade = 20,6, entretanto, o algoritmo não conseguiu mais gerar casos de testes com utilidade superior a partir dessa geração.

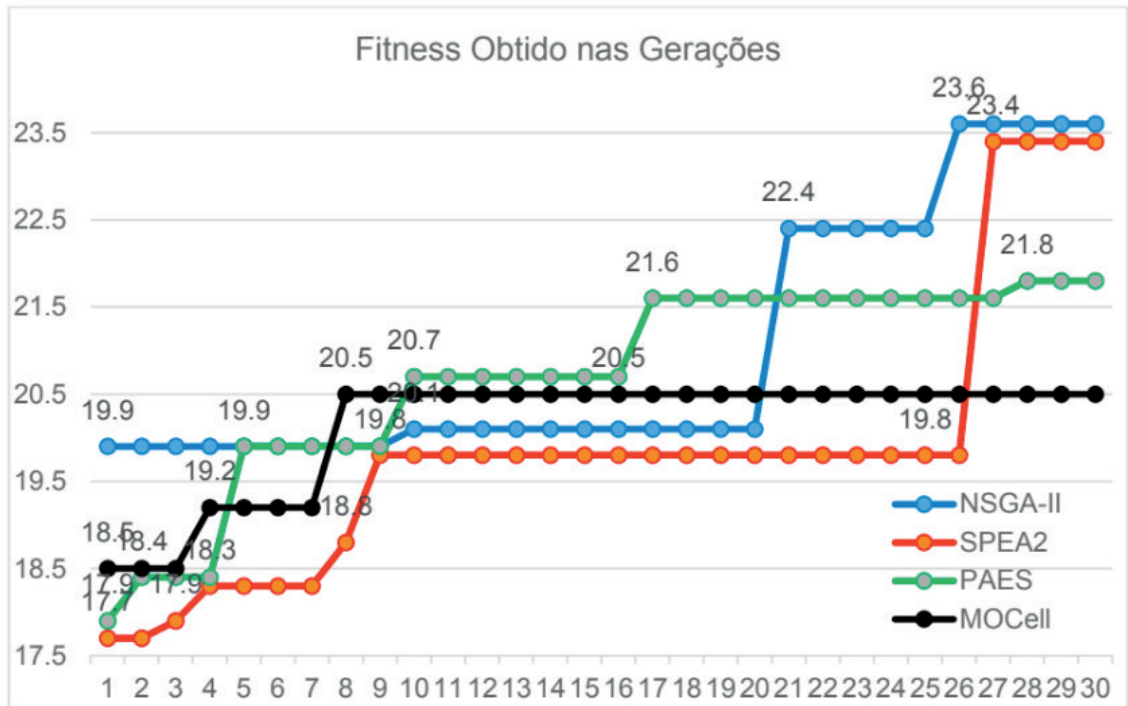


Figura 5: Resultados dos Experimentos com Rs-Parcial-Alterado.

Fonte: Autores (2017).

Algoritmo	Geração	Utilidade
NSGA-II	26	23,6
SPEA2	27	23,4
PAES	28	21,8
MOCcell	8	20,5

Tabela 4: Geração e Utilidade do Melhor Caso (Experimento 2)

Fonte: Autores (2017).

Dessa forma, considerando os melhores casos de teste, o algoritmo NSGA-II e o SPEA2, foram os algoritmos que obtiveram os melhores resultados, seguidos pelo algoritmo PAES e o algoritmo MOCcell apresentou o pior desempenho.

### 5.3 Experimento 3 - Resultados Com Rs-Total

A Figura 6 apresenta os experimentos do terceiro experimento. O valor de inadequação do agente relativo simples em um ambiente totalmente observável é bem menor que os valores dos outros dois agentes em um ambiente parcialmente observável. *RS\_Total* percebe todo o ambiente e isso permite a concepção de um subsistema de tomada de decisão capaz de selecionar as ações que sejam realmente racionais em cada interação com o ambiente.

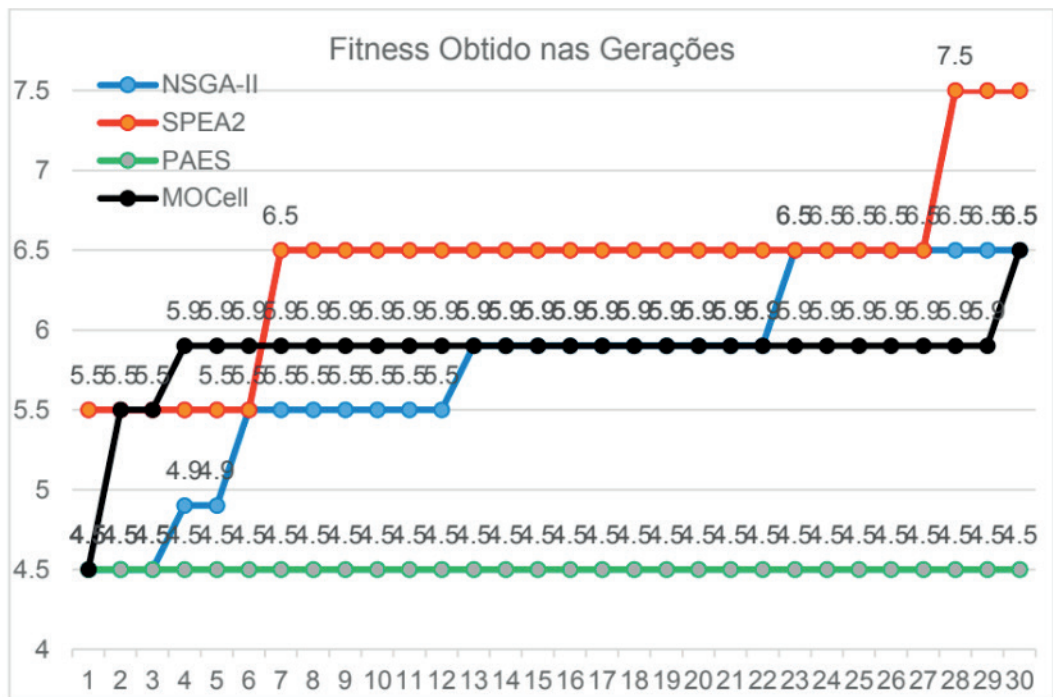


Figura 6: Resultados dos Experimentos com Rs-Total.

Fonte: Autores (2017).

Na utilização do NSGA-II, o algoritmo obteve o seu melhor valor da função *Utilidade* na 23ª geração com utilidade = 6,5. Na utilização do algoritmo SPEA2, o melhor valor da função é obtido também na 28ª geração com utilidade = 7,5. Na utilização do PAES, o algoritmo não conseguiu gerar casos de testes mais eficientes, tendo o mesmo valor de utilidade em todas as gerações. Para o algoritmo MOCell, o melhor valor é obtido apenas na 30ª geração com utilidade = 6,5.

A Tabela 5 destaca a geração e o melhor valor de utilidade encontrado no terceiro experimento pelos quatro algoritmos com o agente reativo simples em um ambiente totalmente observável. Nesse experimento, temos como maior destaque negativo, a ineficiência do algoritmo PAES em gerar casos de testes para um agente reativo simples que possua a observabilidade total do seu ambiente de tarefa. Isso pode ser justificado devido o algoritmo em seu processo evolutivo, manter apenas a melhor solução em cada geração e a estratégia na geração de novos indivíduos, consiste em utilizar somente o operador de mutação diferente das estratégias tradicionais de algoritmos evolutivos.

Algoritmo	Geração	Utilidade
NSGA-II	23	6,5
SPEA2	28	7,5
PAES	01 a 30	4,5
MOCell	30	6,5

Tabela 5: Geração e Utilidade do Melhor Caso (Experimento 3)

Fonte: Autores (2017).

Podemos destacar também ainda, o valor dos melhores *fitness* se mantêm iguais ao longo das gerações na maioria dos algoritmos testados antes de encontrar uma nova melhor solução. Por exemplo, no caso do algoritmo MOCcell, o segundo melhor valor alcançado na 4ª geração, é mantido nas gerações seguintes até a 29ª geração quando há uma melhora no valor da função, ou seja, o melhor indivíduo das gerações seguintes a partir a 4ª também atingiu o mesmo valor de utilidade. Isso está relacionado a observabilidade do agente testado, que mantém resultados semelhantes entre os indivíduos, ocasionando assim, pouca variação durante a geração de novos casos de testes para induzir a diversidade das populações.

Temos ao final do terceiro experimento, o algoritmo SPEA2 com sendo o melhor algoritmo em gerar casos de teste para esse tipo de agente em comparação com os demais algoritmos. O algoritmo NSGA-II foi o segundo algoritmo que obteve o melhor resultado. Porém, deve ser ressaltado, que o algoritmo conseguiu gerar casos de testes melhores que o anterior durante quatro oportunidades e iniciou com sua geração com o valor de utilidade abaixo do algoritmo SPEA2.

#### 5.4 Experimento 4 - Resultados com Rm-Parcial

A geração e o melhor valor de utilidade encontrado pelos quatro algoritmos com agente reativo baseado em modelo em um ambiente parcialmente observável é mostrado na Tabela 6.

A Figura 7 apresenta os experimentos do agente *RM\_Parcial*. Na utilização do algoritmo NSGA-II, o melhor valor da função é obtido na 26ª geração com utilidade = 13,1. Na utilização do algoritmo SPEA2, o melhor valor da função é obtido na 8ª geração com utilidade = 11,9. Na utilização do PAES, o melhor valor é obtido na 12ª geração com utilidade = 9,9. Para o algoritmo MOCcell, o melhor valor é obtido na 30ª geração com utilidade = 12,3. Nesse experimento, o NSGA-II foi o algoritmo que obteve o melhor resultado, seguido pelos algoritmos MOCcell e SPEA2 e com o pior desempenho, o algoritmo PAES.

Algoritmo	Geração	Utilidade
NSGA-II	26	13,1
SPEA2	8	11,9
PAES	12	9,9
MOCcell	30	12,3

Tabela 6: Geração e Utilidade do Melhor Caso (Experimento 4)

Fonte: Autores (2017).



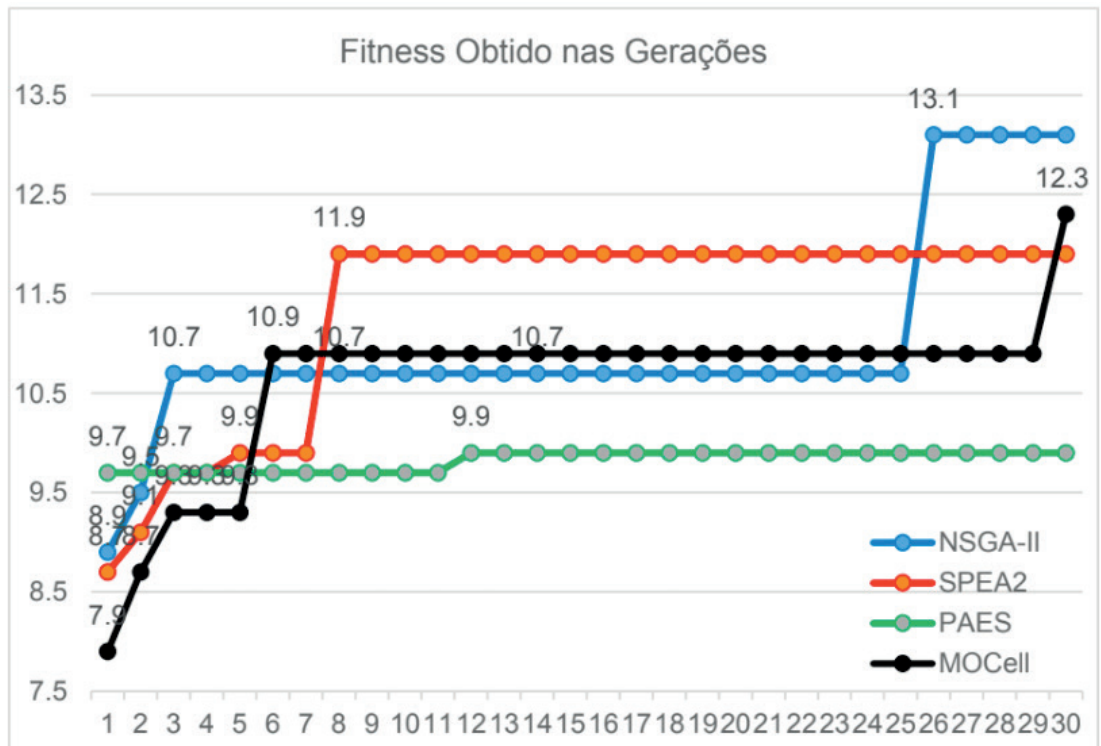


Figura 7: Resultados dos Experimentos com Rs-Total

Fonte: Autores (2017).

## 6 | CONCLUSÕES

Esta pesquisa apresentou a aplicação de um agente testador orientado por uma função utilidade e pelas estratégias de busca local dos algoritmos evolucionários multiobjetivos (MOEAs) baseadas em populações para encontrar conjuntos de casos de teste satisfatórios para o problema de otimização de seleção de casos de teste.

Com os resultados obtidos por meio dos quatro experimentos para cada algoritmo, a viabilidade da utilização da estratégia NSGA-II que identificou, em média, maiores situações de casos de teste em que o agente obteve um maior valor da função *Utilidade*, ou seja, piores desempenhos. Em segundo lugar ficou o algoritmo SPEA2 que conseguiu atingir um desempenho acima das demais técnicas implementadas, o que a credenciou como uma boa técnica de otimização para o problema estudado juntamente com NSGA-II. O algoritmo evolutivo MOCeII obteve o terceiro melhor desempenho e o algoritmo PAES foi o algoritmo com o pior desempenho que obteve em média, o menor valor da função, se mostrando uma opção ineficiente na geração de casos de testes para essa problemática.

Assim, o agente testador selecionou um conjunto de casos de teste satisfatório em termos dos resultados gerados sobre o desempenho irregular do agente, principalmente com a utilização dos algoritmos NSGA-II e SPA2. Dessa forma, a utilização do elitismo pelos algoritmos NSGA-II e SPA2, tem como objetivo, prevenir a perda do melhor caso de teste encontrado em uma geração anterior. Com base nesses resultados,

a abordagem possibilita informações que possam realizar mudanças objetivas na estrutura interna do agente de forma a melhorar seu desempenho, ressaltando a importância dessa pesquisa, tanto na área de Inteligência Artificial (IA) como de Engenharia de Software (ES).

O aperfeiçoamento e a continuidade deste trabalho, constituem-se em oportunidades para trabalhos futuros que incluem além do emprego de agentes com maiores complexidades a serem testados, uma proposta de um agente testador que usa aprendizagem de máquina para resolução do problema de seleção de casos de testes. Para isso, o agente testador poderá utilizar algoritmos de aprendizagem de máquina para aprender o desempenho dos agentes testados a partir de um conjunto de atributos e propriedades obtidas das características do ambiente e do problema que o agente busca solucionar.

## REFERÊNCIAS

CARNEIRO, S. M.; SILVA, T. A. R. da; RABÊLO, R. D. A. L.; SILVEIRA, F. R. V.; CAMPOS, G. A. L. de. **Artificial immune systems in intelligent agents test**. In: 2015 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC), 2015. p. 536–543. ISSN 1089-778X.

COELLO GARY B. LAMONT, D. A. V. V. a. C. A. C. **Evolutionary Algorithms for Solving Multi-Objective Problems: Second Edition**. 2. ed. Springer US, 2007. (Genetic and Evolutionary Computation Series). ISBN 978-0-387-33254-3,978-0-387-36797-2. Disponível em: <<http://gen.lib.rus.ec/book/index.php?md5=E14DAD9680795E083639D060B9BD8247>>.

COSTA, E.; SIMÕES, A. **Inteligência Artificial: Fundamentos e Aplicações**. 3. ed. Lisboa: FCA, 2015.

HOUHAMDI, Z. **Test suite generation process for agent testing**. Indian Journal of Computer Science and Engineering IJCSE, v. 2, 2011.

NGUYEN, C. D.; MILES, S.; PERINI, A.; TONELLA, P.; HARMAN, M.; LUCK, M. **Evolutionary testing of autonomous software agents**. Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, v. 25, n. 2, p. 260–283, 2012. ISSN 1573-7454. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10458-011-9175-4>>.

PONSICH, A.; JAIMES, A. L.; COELLO, C. A. C. **A survey on multiobjective evolutionary algorithms for the solution of the portfolio optimization problem and other finance and economics applications**. IEEE Transactions on Evolutionary Computation, v. 17, n. 3, p.321–344, June 2013. ISSN 1089-778X.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Inteligência Artificial**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Elsevierl, 2013.

SILVEIRA, F. R. de V.; CAMPOS, G. A. L. de; CORTÉS, M. I. **A problem-solving agent to test rational agents - a case study with reactive agents**. In: Proceedings of the 16th International Conference on Enterprise Information Systems. 2014. p. 505–513. ISBN 978-989-758-027-7.

SILVEIRA, F. R. V.; CAMPOS, G. A. L. de; CORTÉS, M. **Monitoring and diagnosis of faults in tests of rational agents based on condition-action rules**. In: Proceedings of the 17th International Conference on Enterprise Information Systems. 2015. p. 585–592. ISBN 978-989-758-096-3.

## ACESSIBILIDADE MÓVEL PARA ALFABETIZAÇÃO DE DEFICIENTES VISUAIS: PROPOSTA INICIAL DE UM PROTÓTIPO<sup>1</sup>

**Jenifer Melissa de Paula**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO)  
Paraíso do Tocantins – Tocantins

**José Valter Amaral de Freitas**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO)  
Paraíso do Tocantins – Tocantins

**Thatiane de Oliveira Rosa**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO)  
Paraíso do Tocantins – Tocantins

**RESUMO:** De acordo com o censo de 2010, 18,8% da população brasileira possui deficiência visual, sendo que tal parcela necessita de atenção especial em diversos aspectos, principalmente no que tange ao processo educativo. Outro fator relevante é que hoje a tecnologia da informação é utilizada como suporte para execução de diversos processos, dentre eles o de ensino/aprendizagem no qual amplia as possibilidades de interação. Sendo percebida uma tendência à adoção de tecnologias móveis. Diante disso, esse trabalho possui como objetivo identificar requisitos desejáveis a uma aplicação móvel touch screen, que vise auxiliar a alfabetização

de deficientes visuais.

**PALAVRAS-CHAVE:** acessibilidade, alfabetização, tecnologias móveis, jogos.

**ABSTRACT:** According to the 2010 census, 18.8% of the population has visual impairment, and such portion requires special attention in several respects, especially with regard to the educational process. Another relevant fact is that today information technology is used as a support for execution of several processes, including the teaching/learning, which extends the possibilities of interaction. a trend towards adoption of mobile technologies being perceived. Therefore, this work aims to identify desirable requirements for a mobile application touch screen, aimed assist in literacy visually impaired.

**KEYWORDS:** accessibility , literacy, mobile technologies, games.

### 1 | INTRODUÇÃO

A aplicação de novas práticas didáticas aliadas a recursos tecnológicos diversos vêm ampliando as possibilidades de ensino em diversas áreas. Desse modo, essas práticas têm sido muito úteis para a educação, pois

<sup>1</sup> Este artigo foi publicado no III Encontro Nacional de Computação dos Institutos Federais (ENCOMPIF) - XXXVI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC 2016).

os conteúdos podem ser abordados de várias formas tais como imagens, vídeos, hipertextos, animações, simulações, jogos educacionais, páginas web, entre outras. Esses métodos servem como incentivo e ferramenta para práticas pedagógicas mais criativas, inovadoras e eficazes, proporcionando novas maneiras de pensar e de manifestar ideias, tanto sobre educação, quanto sobre comunicação, tecnologia e interação com a realidade (BEHAR; TORREZAN, 2009).

Em harmonia com esse contexto, surgiram os “nativos digitais” ou “geração multitarefa”, que segundo Tori (2010) são crianças, adolescentes e jovens que nasceram na era da internet, que estão conectados ao mundo e que sem sair de casa, conseguem estudar, fazer pesquisas na internet, conversar com os amigos e assistir a programas televisivos simultaneamente. Eles conseguem absorver e descartar grande quantidade de informações e exercer atividades paralelas, no entanto precisam ser frequentemente motivados e recompensados. A partir das considerações desse mesmo autor, entende-se que uma criança, adolescente ou jovem com deficiência visual atende pelas mesmas características.

Diante disso, ao considerar que 18,8% da população brasileira possui deficiência visual (IBGE, 2010), e que tal parcela necessita de uma atenção especial no processo educativo, visto que possuem algumas limitações, mostra-se importante realizar um estudo que aborde o viés educação de deficientes visuais apoiada por tecnologia da informação, por meio de dispositivos móveis.

Nesse contexto, com relação à tecnologia, existem aplicações de acessibilidade em diversos ambientes digitais, como páginas web, desktops e dispositivos móveis. Entretanto, de acordo com a pesquisa bibliográfica realizada até o momento neste trabalho, existem aplicações móveis que auxiliam na alfabetização, entretanto as mesmas não são desenvolvidas para atender às necessidades apresentadas pelos deficientes visuais. Dentre as aplicações móveis existentes para auxiliar na alfabetização, porém, não voltadas aos deficientes visuais, pode-se citar a m-EQUIV, que tem a finalidade de apoiar o ensino de leitura para crianças (SILVA; PINHEIRO, 2014). Logo, a área de aplicações móveis para deficientes visuais ainda é pouco explorada, possuindo assim recursos, informações e conhecimento limitados.

Diante do contexto apresentado, a área de aplicações móveis voltadas à acessibilidade visual é de extrema importância para a sociedade, não apenas pelo valor tecnológico, mas também pelos valores sociais e culturais. Portanto, a partir desse cenário, vê-se a necessidade de realizar uma pesquisa científica que tenha como objetivo identificar os requisitos desejáveis para desenvolver uma aplicação móvel *touch screen*, que vise auxiliar a alfabetização de deficientes visuais.

## 2 | METODOLOGIA

A pesquisa a ser realizada neste trabalho pode ser classificada como exploratória

e qualitativa, pois visa uma investigação por meio de estudos bibliográficos, entrevistas e análises de ambientes reais, para que a partir da interpretação das informações coletadas possam ser identificados os requisitos desejáveis à aplicação pretendida. Conforme ilustra a Figura 1, a pesquisa é composta por três fases: Pesquisa Bibliográfica, Estudo de Campo e Prototipagem.

A primeira fase consiste na realização de uma pesquisa bibliográfica simples direcionada à investigação de conceitos relacionados à acessibilidade, deficiência visual e suas leis, metodologias de alfabetização de crianças com deficiência visual, e utilização da TI no processo educacional.

A fase 2 consiste em um estudo de campo, o qual tem como objetivo identificar as principais dificuldades no processo de alfabetização de crianças com deficiência visual, e a partir disto ser possível projetar soluções tecnológicas. O estudo de campo será realizado com base em entrevistas com envolvidos no processo de alfabetização, com familiares, professores e estudantes. Além de observação e acompanhamento do cotidiano do processo de alfabetização de crianças com deficiência visual.

Por fim, a fase 3 tem o objetivo de desenvolver um protótipo de alta fidelidade de uma aplicação móvel para a alfabetização de deficientes visuais, elaborada com base nos conceitos estudados durante a fase 1, e nas informações obtidas na fase 2.

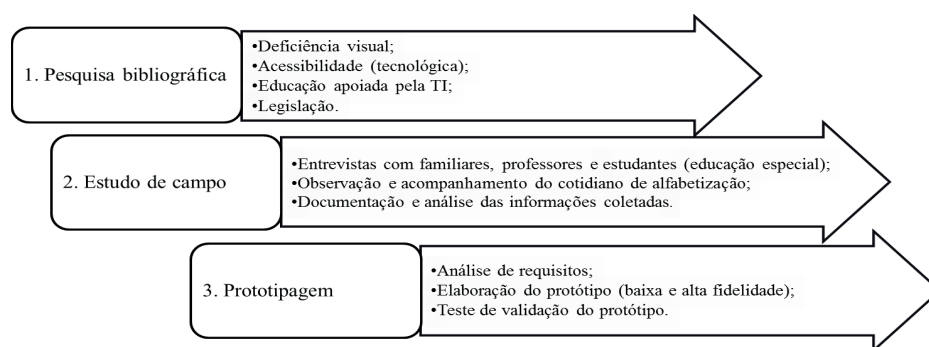


Figura 1. Fases da metodologia.

Até o momento, através da pesquisa bibliográfica foi desenvolvida uma primeira versão do protótipo, levando em consideração as normas e requisitos de desenvolvimento de software acessível identificados na pesquisa, e baseando-se também em softwares e jogos que possuem características semelhantes e favoráveis ao projeto, porém, que possuem outros objetivos. Vale ressaltar que a fase 2 está em plena execução.

### 3 | O PROTÓTIPO

O objetivo dessa primeira versão do protótipo é servir de base para o estudo de campo (segunda fase), sendo apresentado aos profissionais da educação especial

para avaliação e sugestões, juntamente com um questionário sobre as metodologias de ensino especial, suas dificuldades e necessidades. Após análise e avaliação das sugestões e dos resultados do questionário, além dos requisitos já levantados, será desenvolvida uma segunda versão do protótipo, obedecendo todas as considerações feitas até o momento (terceira fase).

O protótipo será uma espécie de jogo interativo, onde a criança deverá aprender as letras do alfabeto, fazendo associação de cada letra a um objeto ou coisa, através do som produzido por ele, com a letra “c”, por exemplo, seria um “carro“, que produz um som único “Vrum vrum”. O jogo simulará um tabuleiro, onde cada parada representa uma letra. A criança deve ouvir o som e fazer associação da letra com o objeto que a representa.

A comunicação entre a criança e o jogo será feita através de comandos de voz e de toques na tela, onde o jogo “conversa” com a criança e a faz perguntas. Para iniciar a interação, a criança precisará apenas manter o dedo pressionado na tela para responder cada uma das perguntas apresentadas. A arquitetura de funcionamento proposto é ilustrada na Figura 2.



Figura 2. Arquitetura de funcionamento.

Os requisitos identificados até o momento para o jogo foram os seguintes: Entrar no Jogo, Salvar Jogo, Sair do Jogo, Iniciar Fase, Reiniciar Fase, Avançar Fase, Encerrar Fase, Escutar Desafio, Responder Desafio, Configurar Personagem, Apresentar Orientação e Acionar Ajuda. Tais requisitos são ilustrados através do diagrama de casos de uso da Figura 3.

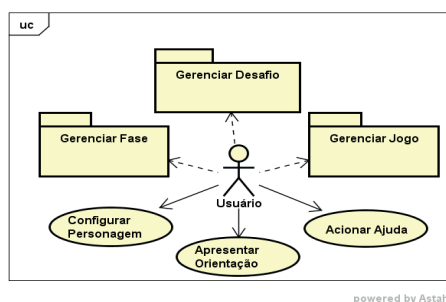


Figura 3. Diagrama de Caso de Uso.

Conforme citado anteriormente, os estudos ainda não foram finalizados, sendo

este apenas o início dos resultados alcançados até o momento. A partir dos quais busca-se fomentar discussões acerca do uso das tecnologias móveis no processo de alfabetização de crianças com deficiência visual.

## REFERÊNCIAS

BEHAR, Patrícia Alejandra; TORREZAN, Cristina A. W. **Parâmetros para a construção de materiais educacionais digitais do ponto de vista do design pedagógico**. In: BEHAR, Patrícia Alejandra (Org). Modelos Pedagógicos em Educação a Distância. Porto Alegre: Artmed, 2009. P.33-65.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Censo 2010**. Disponível: <[www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/00000009352506122012255229285110.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/00000009352506122012255229285110.pdf)>. Acesso em 22 fev. 2015.

SILVA, Roberto A. D., PINHEIRO, Edson Pinheiro. **Proposta de Aplicativo em Dispositivos Móveis para Ensino de Leitura Baseado no Controle por Unidades Mínimas**. Universidade Federal do ABC (UFABC) Santo André – SP – Brasil, 2014. Disponível em: <[www.tise.cl/volumen10/TISE2014/tise2014\\_submission\\_140.pdf](http://www.tise.cl/volumen10/TISE2014/tise2014_submission_140.pdf)> Acesso em 20 mai. 2015.

TORI, Romero. **Educação sem distância**. As tecnologias interativas na redução de distâncias em ensino e aprendizagem. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2010.

## AÇÃO PARA INCENTIVAR MENINAS DO ENSINO MÉDIO A CURSAR CARREIRAS TECNOLÓGICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE RIO GRANDE DO NORTE

**Idalmis Milián Sardina**

ECT-UFRN, Natal-RN Brasil

**Cristiano Maciel**

IC-UFMT, Cuiabá-MT Brasil

**Midori Hijioka Camelo**

CE-UFRN, Natal-RN, Brasil

**Hortensia Sardina Miranda**

UCPEJV, C. Havana, Cuba

**ABSTRACT:** Studies show that there is a deficit in women IT courses, constituting the female least 30% of the total volume of students. On the other hand, research shows that women trained in these areas currently represent a relevant and successful percentage of the population, resulting in excellent professionals. This research continues a previous initiative to integrate the Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN) to public high schools, promoting different articulations. Currently UFRN already performs concrete integrated activities with the State School President Roosevelt and exchange with the Havana-Cuba, for the exchange of cultural models and teaching, as well as acquisition of new experiences. This particular proposal, suggests a new action to this project, where the high school public school students know technological careers University, promoting associated activities.

**KEYWORDS:** Public education, articulation and

integration, computer and technological careers

**RESUMO:** Estudos realizados apontam que existe um deficit de mulheres em cursos TI, constituindo o sexo feminino menos de 30% do volume total de alunos. Por outro lado, as pesquisas mostram que mulheres formadas nestas áreas, atualmente, representam um percentual relevante e bem sucedida da população brasileira, resultando em excelentes profissionais. Assim, esta pesquisa dá continuidade a uma iniciativa de integrar a Universidade Federal de Rio Grande do Norte (UFRN) às escolas públicas de ensino médio, promovendo diferentes articulações. Neste momento a UFRN já executa atividades integradas concretas com a Escola Estadual Presidente Roosevelt de Paranaimirim e um intercâmbio com a Havana-Cuba, na troca de modelos culturais e de ensino, assim como na aquisição de novas experiências. Na proposta em tela sugere-se uma nova ação a este projeto, na qual as alunas de escolas da rede pública de ensino médio possam conhecer as carreiras tecnológicas da Universidade, por meio de atividades associadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação pública, articulação e integração, carreiras tecnológicas e de computação



## 1 | INTRODUÇÃO

Para muitos estudantes brasileiros, abrir o espaço da universidade significa também abrir as portas para um mundo distante, quase inacessível. Uma iniciativa de articulação entre a educação básica e superior foi proposta de forma a aproximar os estudantes da escola pública com a universidade; esta teve início com a iniciativa de Milián et al. (2012), a partir da soma das experiências de vários profissionais cientes do poder de transformação pessoal e profissional da educação. Tal iniciativa buscou aumentar a integração entre os estudantes em processo de escolarização e aos que chegaram a universidade; socializar informações sobre o universo universitário e profissional; apresentar o espaço físico da universidade; e despertar os estudantes universitários para com o papel social da universidade. E, desta forma, ampliar seus horizontes quanto a possibilidades de carreiras.

O processo de inclusão na educação se amplia e se efetiva na medida em que há oportunidade de acesso e permanência de jovens na escola. Algumas ações ligadas à implementação de políticas públicas neste sentido, têm sido efetivadas pelos governos. A ampliação de vagas na escola, já é uma realidade no Brasil e tem de certa forma, garantido maior inserção. Porém, o grande desafio é fazer com que estes jovens não só entrem na escola, mas que permaneçam nela. E para que adolescentes permaneçam na escola com possibilidade de inserção no ensino superior, há alguns percursos e caminhos possíveis a serem discutidos e planejados pela escola, visando a aprendizagem significativa e viabilizando a entrada no ensino superior. Nesta perspectiva, algumas estratégias organizadas coletivamente pelos grupos de profissionais que atuam nas escolas podem ser o caminho possível para fomentar, nos adolescentes, o desejo de permanência na escola e o alcance de seus objetivos pessoais. Esta premissa deve promover a construção do Projeto Político Pedagógico escolar em busca do cumprimento de sua função social, possibilitar o acesso ao conhecimento socialmente construído. Paralelamente a este objetivo pedagógico, há a necessidade de alimentar “projetos de vida” coletivos e individuais, capazes de impulsionar o sujeito em busca de seus ideais e necessidades. Este é um objetivo transdisciplinar da escola, ou seja, ser capaz de levar o indivíduo a resignificar sua própria vida, redimensionando-a. Inclui-se aí, a necessidade de pensar em criar e planejar situações de articulação e vínculo com este objetivo.

Para corrigir as distorções e os altos índices de insucessos da Educação Básica, foram adotadas recentemente, algumas políticas públicas das quais se destacam: o Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa (PNAIC/2012) e o Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio (2013). Nessa perspectiva, distintas ações propostas no projeto inicial (padrinhos das escolas, intercâmbios socio-culturais com outros países e atividades extracurriculares culturais e de pesquisa), já estão sendo desenvolvidas na UFRN, como expõe Milián et al.(2015).

O presente trabalho representa uma nova ação que busca criar ambientes de

interlocução com jovens do sexo feminino na interface da educação formal e não formal (Trilla, 2008). O objetivo principal é identificar a vocação destas jovens em relação a áreas de Tecnologia da Informação (TI) com vistas a um possível futuro ingresso em cursos da UFRN, como por exemplo, nos bacharelados do Instituto Metrópole Digital (IMD) e da Escola de Ciência e Tecnologia (ECT). O projeto ora proposto está em consonância com as metas do Plano Nacional da Educação (PNE), recentemente aprovada na forma de Lei (Lei no. 13.005 de 25 de Junho de 2014). Este, insere-se junto as metas 3 e 12 que tratam respectivamente da universalização do Ensino Médio e a democratização do acesso ao Ensino Superior. Acredita-se que trabalho possa contribuir no crescimento do número de mulheres interessadas nestas carreiras.

## **2 | AÇÕES ANTERIORES PROPOSTAS PARA INTEGRAR A UFRN E AS ESCOLAS DE ENSINO MÉDIO PÚBLICAS EM RIO GRANDE DO NORTE.**

Ao longo das últimas décadas tem crescido a preocupação com a articulação entre a educação formal e não-formal. Assim, por exemplo, para Trilla (2008) o discurso pedagógico, historicamente, se concentrou na escola, sendo a educação identificada com escolarização. Contudo, o momento escolar corresponde a uma dimensão da formação do indivíduo em que se dá a coexistência de vários mecanismos educacionais, sendo necessário criar diferenciados meios e ambientes. Estes espaços educativos devem ser percebidos sem relação de oposição com a escola, fato que, conduz mudanças no discurso pedagógico, em uma ótica que considera o meio que educa. Fato é que novos ambientes se formam e há mudança no discurso pedagógico a fim de torná-lo capaz de integrar e legitimar tais espaços.

Nessa perspectiva, as distintas ações propostas são desenvolvidas a partir do diálogo com os sujeitos envolvidos, o presente trabalho busca criar ambientes de interlocução na interface da educação formal e não formal. Para organizar e implementar as ações propostas, as diferentes atividades foram classificadas em três grandes grupos de ações, sendo enumeradas a seguir.

**2.1** Padrinhos das escolas - Atribuir padrinhos (instituições da Universidade) a escolas públicas de ensino médio, criando vínculos diretos entre as diferentes instituições de ensino. Esta ação busca associar instituições universitárias, departamentos e grupos de pesquisa da UFRN a uma ou algumas escolas de ensino médio do estado, transformando-os em padrinhos responsáveis destas escolas. Os padrinhos devem apoiar e acompanhar as escolas diretamente, mediante iniciativas e atividades integradas de ensino e extensão. Entre as atividades propostas estão as visitas dos alunos à universidade, palestras programadas nas escolas, o apoio na formação e superação de professores, o incentivo a pesquisa abrindo a possibilidade de professores e alunos participar de cursos no ensino superior, auxílios para financiamento, consultorias, uso de recursos e materiais didáticos, locais de estudo

e trabalho, laboratórios, bibliotecas etc. Tudo isto sempre acompanhado de uma cobrança planejada dos resultados esperados.

**2.2 Intercâmbios socio-culturais com outros países** - Ações de incentivo principalmente aos alunos do 3º ano do Ensino Médio, quando identificadas potencialidades para prosseguir estudos em nível superior. Orientar os alunos em escolhas vocacionadas. Mostrar o funcionamento de diferentes intercâmbios atuais da Universidade com outras universidades, como por exemplo o Programa Ciência sem Fronteiras.

**2.3 Atividades extracurriculares culturais e de pesquisa realizadas nas escolas públicas de ensino médio em conjunto com a UFRN.** Desenvolvimento de projetos e ações pedagógicas que potencializem a presença da Universidade junto ao sistema público de Ensino Médio; Projetos conjuntos de extensão e pesquisa aprovados pela Universidade ou organizações superiores do governo ou estado com financiamento e bolsas que completem necessidades econômicas destas escolas e que incentivem o trabalho educacional da escola.

### **3 | INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS NO PROJETO**

Nesta seção são apresentadas e descritas as primeiras instituições que já executaram algumas das ações propostas. Em três anos de funcionamento do projeto, muitos alunos aumentaram seu interesse e mais de 50% do 3º ano da escola EEPR, matricularam em Universidades públicas e privadas (Milián et al., 2015).

#### **3.1 Ensino Público Superior: Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).**

A Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) é uma instituição pública federal de ensino superior brasileira com sede na cidade do Natal, no estado Rio Grande do Norte. Principal centro universitário do estado e uma das dez maiores universidades federais do Brasil em número de alunos de graduação. Neste momento é a melhor universidade do RN e do Norte e Nordeste do país. A Universidade Federal do Rio Grande do Norte origina-se da Universidade do Rio Grande do Norte, criada em 25 de junho de 1958, através de lei estadual, e federalizada em 18 de dezembro de 1960. A Universidade do Rio Grande do Norte, instalada em sessão solene realizada no Teatro Alberto Maranhão, em 21 de março de 1959. Atualmente, a UFRN oferece 75 cursos de graduação presencial e 73 cursos de pós-graduação. Sua comunidade acadêmica é formada por mais de 33.000 estudantes (graduação e pós-graduação), 3.108 servidores técnico-administrativos e 1.760 docentes.

#### **3.2 Escola Estadual Presidente Roosevelt (EEPR)**

A EEPR foi fundada em 1945, a partir da necessidade de atender aos filhos dos

civis em sua base de educação, os quais se estabeleceram na referida cidade por ocasião da construção de uma base militar Aeronáutica. A construção do grupo Escolar Estadual Presidente Roosevelt foi concluída em 1952. Atualmente a EEPR conta com aproximadamente 1.518 alunos matriculados oferece Ensino Médio, com turmas de 1º, 2º e 3º anos. A escola conta com 14 salas de aula 01 sala de informática, 01 biblioteca comunitária, 01 sala de educação especial, 01 sala pedagógica, 01 secretaria, 01 sala p/ professores, 01 sala de diretoria, 01 quadra de esporte, 01 salão de eventos. No ano 2012 iniciou-se uma nova metodologia de ensino, o Ensino Médio Inovador. Temos uma equipe de professores qualificados com cursos de pós-graduação e contamos com professores especializados em atender alunos com necessidades especiais.

### **3.3 Ensino Público Superior em Cuba: Universidade de Ciências Pedagógicas Enrique José Varona (UCPEJV)**

A Universidade de Ciências Pedagógicas “Enrique José Varona” é a maior do país e está situada na fortaleza militar denominada até 1959 “Cuartel General Columbia”. No triunfo da Revolução Cubana esta fortaleza foi transformada na “Ciudad Escolar Libertad”, onde funcionam escolas de todos os níveis de ensino, representando um laboratório pedagógico. O objetivo principal da Universidade é alcançar a excelência na formação e desenvolvimento do profissional de educação. O estudantes graduados deste centro são Licenciados em Educação e trabalham como docentes nos diferentes níveis de ensino no Sistema Nacional de Educação. A UCPEJV possui um colegiado de docentes e pesquisadores de reconhecido prestígio acadêmico, que garante as seguintes funções: docência de graduação, docência de pós-graduação, trabalho científico. Trabalho científico, metodológico e de pesquisa. Atendimento a professores e quadros diretivos educacionais dos diversos subsistemas de educação. Intercambio científico pedagógico de professores. Promoção e desenvolvimento de eventos científicos. Desenvolvimento de especialização, mestrados e doutorados.

## **4 | DA PROPOSTA E SUA ORIGEM**

Neste trabalho, uma nova ação é proposta, visando o aumento da participação de mulheres em cursos de TI, dando-lhe continuidade ao projeto de aproximação iniciado pela UFRN. Neste sentido, professores de cursos tecnológicos, em particular da Escola de Ciência e Tecnologia (ECT) e do Instituto MetrÓpole Digital (IMD) da UFRN, já promovem palestras e atividades de extensão, atingindo especificamente grupos de alunas do segundo ano do ensino médio da Escola Estadual Presidente Roosevelt (EEPR).

A proposta coincide e tem aderência com os objetivos do Programa Meninas Digitais da Sociedade Brasileira de Computação (Maciel; Bim, 2016), iniciado em 2011. O objetivo deste programa é divulgar a área de Computação para despertar o interesse

de estudantes do ensino médio/tecnológico ou dos anos finais do ensino fundamental, para que conheçam melhor a área e, desta forma, motivá-las a seguir carreira em Computação (Maciel; Bim, 2016). As ações deste programa são realizadas por meio de projetos realizados em diferentes instituições do Brasil e de forma diversificada: oferta de minicursos e oficinas; realização de dinâmicas; palestras com estudantes e profissionais que já atuam na área compartilhando suas experiências etc.

As primeiras instituições dentro da UFRN que já estão executando diversas atividades de aproximação com a EEPR, propostas neste trabalho, são a ECT e o IMD. A UFRN, com sede na cidade do Natal, é o principal centro universitário do estado e uma das dez maiores universidades federais do Brasil em número de alunos de graduação (INEP, 2015). A escola pública EEPR iniciou no ano 2012 uma nova metodologia de ensino, o ensino médio inovador e a escola apresenta uma equipe de professores qualificados com cursos de pós-graduação.

Um dos objetivos iniciais foi apresentar a estas jovens as distintas áreas TI atuando dentro da Universidade, principalmente no IMD e na ECT. Em locais específicos e laboratórios de informática, foram oferecidos alguns cursos TI introdutórios, relacionados a Web, Banco de dados, HTML, Androide, Redes, IoT, entre outros, que despertaram bastante o interesse das alunas em conhecer melhor as carreiras tecnológicas destas instituições. Durante este trabalho de incentivo, as aulas já criam algumas habilidades em programação e desenvolvimento de jogos. Por outro lado, visitas semanais a estas instituições da UFRN foram programadas, permitindo as alunas que participam diretamente da ação, se familiarizar e conhecer melhor os diferentes espaços, interagindo com professores e alunos dos diferentes cursos.

Um dos resultados obtidos até o momento na EEPR com este projeto, foi o incremento da motivação dos estudantes a se matricular cada vez mais em cursos tecnológicos EAD e presenciais assim como se preparar para ingressar em cursos superiores de TI.

Outro resultado importante foi eles conhecer o funcionamento e as possibilidades oferecidas pelas universidades federais para os estudantes, como bolsas de estudo, intercâmbios com outros países etc, mostrando que não é impossível o acesso e a permanência nelas. Cabe salientar que um fator que distingue os estudantes das instituições particulares em relação aos das públicas é o acesso à informação; fato que é oriundo de questões referentes aos próprios recursos que a escola oferece (corpo docente, material didático, equipamentos, estrutura física da instituição) ou até mesmo das próprias condições sociais do estudante. Sendo assim, por acreditarem que existe uma considerável discrepância, qualitativa e quantitativa no conteúdo assimilado no ensino médio, grande parte desses alunos de escolas públicas sentem-se em desvantagem frente aos alunos de escolas privadas. Alguns pensam que mesmo após o ingresso na universidade será difícil acompanharem o curso, por disporem de menores recursos financeiros.

Abrir caminhos para os alunos da rede pública ultrapassar fronteiras e abraçarem

outros povos e culturas (Sacristan, 2002), foi outra ação executada (Milián et al., 2014). A feira de civilizações e um intercâmbio cultural com Cuba, foram ações que levaram os alunos a embarcarem em uma viagem de conhecimento sobre povos e nações, em seus aspectos geo-históricos e culturais. A sala de aula, o salão nobre, a biblioteca e o laboratório de informática da escola foram transformados em um palco de produções, estudos e ensaios relativos às civilizações, fomentando no aluno o desejo de estar na escola. Dentro dessa visão, a feira foi inserida nas aulas de História possibilitando ao aluno acreditar que é possível ultrapassar fronteiras, abrir caminhos para alcançar espaços inatingíveis. Isto para estudantes de escola pública é essencial para sua formação e integração na sociedade.

A interdisciplinaridade, tão discutida nos meios acadêmicos, é inerente às ações de extensão. Neste sentido, a participação dos sujeitos nos projetos desta natureza promove, não somente a interdisciplinaridade, mas também a compreensão da abrangência da educação não formal entendida como um processo sociopolítico, cultural e pedagógico para a formação da cidadania (Gohn, 2010).

## 5 | DISCUSSÕES

O objetivo é ir além, avançando qualitativamente por distintos caminhos, no relacionamento entre a academia e o seu público alvo: os estudantes de ensino médio.

Todavia, na etapa atual, ações específicas com meninas do ensino médio, em especial de Escolas Públicas, estão sendo planejadas, em consonância com o Programa Meninas Digitais, para conhecer melhor as distintas carreiras tecnológicas oferecidas pela UFRN. Crê-se que a experiência dos projetos anteriores, de atuação junto ao Ensino Médio, é salutar para entender esse contexto e buscar alternativas viáveis para o projeto. As atividades extensionistas possibilitam criar ambientes privilegiados através da qual os estudantes de graduação, professores e pesquisadores, podem e devem se permitir, sair do seu cotidiano das ações formais de ensino aprendizagem e adentrar nas reflexões sobre uma nova cultura organizacional que exige a aprendizagem de habilidades extracurriculares. As mudanças para uma visão mais ampliada da educação, para a inovação dos canais existentes, para o estabelecimento de alianças e utilização de recursos de forma a universalizar o acesso à educação e fomentar a equidade (Gohn, 2010), só poderá encontrar ressonâncias a partir das ações dos sujeitos despertados para tal possibilidade através das atividades que o ambiente de extensão possibilita (Thiollent, 1985). Desse modo, este trabalho vislumbra a continuidade das ações propostas em Milián et al. (2015), inserindo o objetivo proposto neste trabalho.

## REFERÊNCIAS

Brasil. **Lei do Plano Nacional da Educação (PNE)**. Lei no. 13005 de 25 de Junho de 2014. Presidência da República, Casa Civil. 2014

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Manual do pacto: Pacto pela Alfabetização na Idade Certa: o Brasil do futuro com o começo que ele merece**. Brasília, DF, 2012.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Portaria nº 1140, de 22 de novembro de 2013. Pacto Nacional pelo Fortalecimento do Ensino Médio**, Brasília, DF, 2013.

Gohn, M. G. **Educação não formal e o educador social – atuação no desenvolvimento de projetos sociais**. São Paulo, Cortez, 2010.

INEP. **Resumo Técnico da Educação Superior 2013. Diretoria de Estatísticas Educacionais DEED**, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Brasília-DF, 82 p. 2015

Maciel, C., Bim, S. A. **Programa Meninas Digitais - ações para divulgar a Computação para meninas do ensino médio**. In: Computer on the Beach 2016, Florianópolis, SC. pp. 327-336. 2016

Milián, I., Maciel, C. **Ação para Incentivar Meninas do Ensino Médio a Cursar Carreiras Tecnológicas da Universidade Federal de Rio Grande do Norte**. CSBC2016, WIT 2016, Porto Alegre. Brasil. 2016

Milián, I. et al. **Atividades de extensão propostas para aproximar a UFRN às escolas públicas de ensino médio**. XIII Congresso Latinoamericano de Extensão Universitária de Educação Superior, Havana. Cuba. 2015. ISBN 978-959-16-2480-2.

Milián, I. et al. **Ações para Aproximar a Universidade com Escolas da Rede Pública de Ensino Médio no Brasil**. 9º. Congresso Internacional de Educação Superior - Universidade 2014, Havana. Cuba. 2014

Milián, I. et al. **Integração dos ensinos fundamental, médio e superior no Brasil: Uma experiência da Universidade Federal de Rio Grande do Norte**. 8º. Congresso Internacional de Educação Superior - Universidade 2012, Havana. Cuba. 2012

Sacristan, G. **Educar e Conviver na Cultura Global**. Artmed. 2002

Thiollent, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. SP: Cortez: Autores Associados (Coleção temas básicos de pesquisa-ação). 1985

Trilla, J. **A educação não formal**. In: ARANTES, Valéria Amorin (org.). Educação formal e não-formal: pontos e contrapontos. São Paulo: Summus, p. 15-55. 2008

## A TÉCNICA OC2-RD2 COMO UMA PRÁTICA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES

**Karina Buttignon**

PUC – Pontífice Universidade Católica  
São Paulo -SP

**Ítalo Santiago Vega**

PUC – Pontífice Universidade Católica  
São Paulo -SP

**Jonhson de Tarso Silva**

FATEC – Faculdade de Tecnologia de Taubaté  
Taubaté - SP

**Adriano Carlos Moraes Rosa**

Unifei – Universidade Federal de Itajubá  
Itajubá - MG

**RESUMO:** Investigar caminhos metodológicos alternativos para o curso de computação é o objetivo da técnica OC2-RD2, que se utiliza de narrativas para colaborar com o ensino de programação de computadores e disciplinas correlatas, que exigem um grau de conhecimento lógico. Fundamentada pelo uso da técnica a proposta desta pesquisa é demonstrar um modelo de aula usado em uma Instituição de Ensino Superior, relatando o seu uso. Acredita-se que este formato de aula pode levar o aprendiz a um estado positivo de absorção de conhecimento, através de aulas mais dinâmicas. Constitui-se OC2-RD2 (Objetivo, Contratempo, Catástrofe, Reação, Dilema e Decisão) como uma técnica narrativa

interativa em um ambiente de aprendizagem presencial, especificamente no curso superior de ensino de Computação, usando fábulas, constituídas de uma história, envolvendo cenas em 3ª pessoa: “Objetivo”, “Contratempo” e “Catástrofe”, e que em seu transcurso leva os aprendizes a determinados comportamentos em cenas em 1ª pessoa: “Reações, Dilema e Decisão”. O uso da técnica pode colaborar com a diminuição da evasão nos cursos de computação, apoiando o mestre em suas aulas, aplicando cenários narrativos que estimule o aprendiz à participação e contextualização do assunto proposto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fábulas, Ensino, Computação, Metodologia Ativa

**ABSTRACT:** To investigate alternative methodological paths for the computer course is the objective of the OC2-RD2 technique, which uses narratives to collaborate with the teaching of computer programming and related disciplines, which require a degree of logical knowledge. Based on the use of the technique the proposal of this research is to demonstrate a model used in a Higher Education Institution, reporting its use. It is believed that this format of class can lead the learner to a positive state of absorption of knowledge, through more dynamic classes. OC2-RD2 (Objective, Setback, Catastrophe, Reaction, Dilemma and



Decision) is an interactive narrative technique in a face-to-face learning environment, specifically in the higher education course of Computing, using fables, consisting of a story involving scenes in 3rd person: “Objective”, “Setback” and “Catastrophe”, which in the course of the process leads learners to certain behaviors in first person scenes: “Reactions, Dilemma and Decision”. The use of the technique can contribute to the reduction of avoidance in computer courses, supporting the teacher in his classes, applying narrative scenarios that stimulate the learner to participate and contextualize the proposed subject.

**KEYWORDS:** Fábulas, Ensino, Computação, Metodologia Ativa

## 1 | INTRODUÇÃO

Buscar caminhos alternativos para a redução da evasão no curso de computação é o objetivo da técnica denominada OC2-RD2, que sugere um modelo alternativo de metodologia de aula de Programação de Computadores, com a criação de cenários narrativos. A motivação para o uso da técnica foi devido ao grande número de estudantes que se afastam do curso de computação pela dificuldade de pensar de maneira abstrata. Vega (2018), comenta que o declínio do interesse na formação universitária é relatado em diversos estudos, inclusive com a preocupação direta do Ministério da Educação e Cultura (MEC). Ainda segundo Vega (2018 apud Giraffa; Moura, 2013) “Uma das fundamentais disciplinas de programação, Algoritmos, apresenta um grau de evasão diretamente relacionado com a dificuldade de entendimento de problemas muitas vezes motivada pela falta de organização da aula pelos professores [e de] aspectos didáticos na condução das aulas”. (VEGA, 2018 apud GIRAFFA; MOURA, 2013).

Em 2009 o MEC já apresentava dados preocupantes sobre a evasão no ensino superior em computação, com uma evasão de 33%, segundo SEMESP (2009) “... esses cursos são abandonados por mais alunos por conta das deficiências no ensino das disciplinas de área de exatas no ciclo fundamental”.

Sabe-se que há diversos fatores que levam a evasão escolar e vários especialistas defendem a ideia de que o investimento no ensino fundamental e médio é essencial para o preparo do estudante ao nível superior. Florenzano (2018) comenta que entre várias ações que autoridades educacionais estão propondo para reduzir a evasão, como a autonomia do estudante em escolar sua área de atuação após contato com todas as disciplinas; aprimoramento do processo seletivo, levando em conta o perfil sócioemocional; criação de novas fontes de financiamento estudantil, mas, no entanto, todos concordam que “a melhoria do ensino básico é condição fundamental para reduzir a evasão no ensino superior”.

O absenteísmo no Curso de Computação relacionado as questões de dificuldade de aprendizagem em relação ao raciocínio lógico e abstrato, motivou a criação da

técnica OC2-RD2, que atualmente tem seus testes definidos apenas para o curso em questão. Foi originada na Pontifícia Universidade Católica –SP, no TIDD (Tecnologia da Inteligência e Design Digital), pelo professor Dr. Ítalo Santiago Vega, no grupo de estudos de modelagem de software (GEMS, 2014).

O OC2-RD2 define narrativas dentro de um contexto lógico, que é apresentado aos estudantes, onde tais histórias são atribuídas de personagens que através de interações, despertam nos estudantes o interesse pela história que está sendo narrado e os desafios para a solução dos problemas inseridos na narrativa.

Há uma imersão do estudante com a história a ser narrada através da técnica, e é comum que o estudante se identifique com um ou mais personagens, deste modo, toda história narrada divide-se em dois momentos: o mundo real vivenciado pelo estudante ao escutar a história e o mundo imaginário (narrativo), que significa a própria história e seus acontecimentos, esses dois momentos vem de encontro as pesquisas de Fontes (2017) que defende a teoria de utilização de gatilhos para o desenvolvimento de jogos e narrativas junto a técnica OC2-RD2 e demonstra através de uma ilustração a imersão do estudante dentro e fora desta narrativa.



**Figura 1** - Ilustração da ‘experienciação’ das narrativas pelos estudantes

Fonte: Fontes (2017, p. 54)

Na figura 1, Fontes (2017) demonstra um modelo narrativo envolvendo os personagens: Fubã, Ocara, Spec e Fê, os personagens são uma característica das fábulas com o uso da técnica OC2-RD2 e suas personalidades se assemelham a dos estudantes em sala de aula e neste caso o “Estudante” do mundo real destacado na figura 1 se identifica com a história do mundo da narrativa.



**Figura 2** - Narração no ambiente de aprendizagem

Fonte: VEGA (2018)

Vega (2016) propõe um ambiente de aprendizagem no qual a narração assume um importante papel nas interações entre três atores: aprendiz, mestre e tecnologia computacional (figura 2). Parte do sucesso desta proposta, no entanto, depende da elaboração de um texto narrativo que inclua, no seu projeto, pontos de interação que favoreçam o processo de aquisição de conhecimento.

Neste sentido o modelo de aula usando OC2-RD2 vem ao encontro as metodologias ativas de aprendizagem, Farias, et al. (2015) define que:

“Dentre os elementos que compõem as metodologias ativas devem-se considerar, conceitualmente, dois atores: o professor, que deixa de ter a função de proferir ou de ensinar, restando-lhe a tarefa de facilitar o processo de aquisição do conhecimento; e o aluno, que passa a receber denominações que remetem ao contexto dinâmico, tais como estudante ou educando”. (FARIAS, *et al.*, 2015, p. 145)

O artigo tem como proposta apresentar uma prática de aula usando fábulas com o uso da técnica OC2-RD2 e sua condição para a utilização, no entanto, não será tratado neste momento nenhuma pesquisa quantitativa sobre ganho de produtividade de aprendizagem e ou dificuldades encontradas, deixando essas discussões para outras pesquisas.

## 1.1 Objetivo

Demonstrar um modelo de aula fundamentadas por fábulas usando a técnica OC2-RD2 aplicada a um curso específico de computação, na disciplina de programação de computadores e discutir a premissa da criação da narrativa, do modelo em questão.

## 1.2 justificativa

Propor a utilização da técnica OC2-RD2 como um modelo alternativo de metodologia ativa, na tentativa de minimizar o desinteresse e ou a falta de entendimento abstrato dos aprendizes no curso de exatas, especificamente no curso de Computação, fundamentadas por relatos de desistência dos alunos muitas vezes motivada pela dificuldade de entendimento na área de exatas. Segundo (Lobo, 2017 apud INEP, 2017) “ as maiores taxas de evasão no setor privado se dão nos cursos de Matemática e Estatística (39%), Jornalismo (34%), Serviços Pessoais (33%) e Computação (31%). No setor público, Matemática (30%) e Computação (22%) são os que apresentam maiores taxas de evasão”.

## 1.3 Metodologia

Pesquisa qualitativa, aplicada em uma Faculdade de Tecnologia do Estado de São, dentro de um modelo de metodologia ativa, especificamente, utilizando-se da criação de cenários de fábulas com a técnica OC2-RD2. A disciplina aplicada no

modelo de aula foi de Programação de Computadores, no segundo semestre de 2017 e a amostra foi realizada com 33 estudantes com faixa etária na média de 20 anos.

## 2 | DISCUSSÃO

O uso da técnica OC2-RD2 utiliza-se de fábulas que ajudam na preparação de um ambiente de aprendizagem no qual podem ser incorporadas ferramentas e estratégias que possam incentivar o estudante à busca de conhecimento. Lembrando que “Catástrofe”, não é empregada como conotação negativa e sim como um indicativo de movimento, por exemplo, em cenas de “Catástrofe” o aprendiz é convidado a entrar em ação sobre a atividade desenvolvida. A participação dos personagens que enfrentam o momento catastrófico é dirigida pelo professor em comunhão com os estudantes, incentivando-os a pensamento individual e coletivo, simultaneamente.

A técnica inicia com a construção de uma história, com personagens com arquétipos similares a dos aprendizes em sala de aula. As personalidades dos personagens, foi fundamentada pelas teorias McCrae & John (1991), que são: Extraversion, Agreeableness, Conscientiousness, Neuroticism e Openness, adaptadas pelo grupo de pesquisa GEMS, como, Estabilidade, Comunicação, Ponderação, Conscienciosidade, Intuição; foram definidos no GEMS a criação de personagens com determinadas personalidades, que obrigatoriamente aparecem na história narrativa da técnica OC2-RD2 podendo assim, caracterizar a técnica.

A técnica OC2-RD2 também busca apoio na Taxonomia de Bloom, para a criação de cenas de Contratempo e Catástrofes. Segundo Bloom (1984), o uso da taxonomia pode ajudar na construção de alguns planos educacionais. O autor acredita que a taxonomia pode ajudar nos objetivos de uma unidade de ensino, através da recordação ou lembrança de um conhecimento. (BUTTIGNON, 2015, p. 37).

### 2.1. Modelo de Aula OC2-RD2 usada na disciplina de Programação de Computadores

O modelo de aula OC2-RD2 foi criado para ser usada na disciplina de Introdução à Programação de Computadores de uma Faculdade do Estado de São Paulo. Esta aula foi ministrada para um grupo de estudantes de programação de nível superior, a partir dos estudos feitos em sala de aula sobre a sintaxe de comandos, funções, métodos e toda as informações pertinentes até uma data específica, a cerca de estudos conduzidos na linguagem de programação “C#”, e que são constantes no currículo formativo do curso. A atividade finalizava com um exercício de fixação, quanto ao entendimento do uso de “Raciocínio Lógicos”. A proposta inicialmente foi apenas a criação de um modelo de fábula OC2-RD2 e neste momento não se preocupou em quantificar o aprendizado com o uso da técnica, apenas demonstrar o modelo e documentar as observações in loco feitas pelo professor da disciplina.

Foi criada uma fábula OC2-RD2, com cenários narrativos que se dividiam em cenas “Objetivo”, “Contratempo” e “Catástrofe”. Usou-se todo o conceito da técnica OC2-RD2 para a aplicação deste modelo de aula, porém não foi utilizada nenhuma ferramenta de criação de cenários automáticos, sendo este trabalho, desenvolvido de maneira manual pelo professor da disciplina.

A condução da história traz propositalmente cenas de contextualização da história “Contexto da história”, seguida de cena “Objetivo” no qual, naquele momento se conceituava a parte principal da história a ser narrada, apresentando os personagens e lugares onde aconteceriam o cenário narrativo. No segundo momento a história se intercalava com cenas de “Contratempo” e “Catástrofe” em que o objetivo principal destas cenas foi despertar no aprendiz o resgate de conhecimentos, apoiada nas teorias de Bloom (1984) e desafiá-los a resolução da atividade proposta.

A história tem como contexto principal o envio de uma mensagem de socorro, mas tal mensagem deveria ser criptografada em código Morse. A seguir a sequência das figuras 3, 4, e 5 demonstram o modelo de aula com a atribuição da técnica:

Os soldados de elite da **UNSC** (Comando Espacial das Nações Unidas), conhecidos como "Orbital Drop Shock Troopers" (O.D.S.T.), foram enviados em missão. O procedimento de desembarque de tropas O.D.S.T. tem como característica principal o lançamento de casulos de alta velocidade a partir da órbita planetária. A pressão desenvolvida a partir da reentrada na atmosfera é insuportável para um ser humano comum. Somente os "*Spartan's*", soldados modificados geneticamente e treinados para infantaria aeromóvel, conseguem sobreviver ao desembarque.

Contexto História

**Figura 3** - Contexto da História - Parte I

**Fonte:** Próprio autor

Um ODST possui um capacete com gerenciamento de dados integrado conhecido como VISR (sigla para Sistema Inteligente de Reconhecimento Visual), que inclui modo de visão noturna com identificação de amigo/inimigo, além de avançado sistema de transmissão e recepção de dados.

Contexto História

**Figura 4** - Contexto da História - Parte 2

**Fonte:** Próprio autor

A UNSC como parte dos planos de defesa definiu o envio de tropas ao planeta K653. De acordo com os últimos dados de telemetria pessoal, o soldado conhecido como Jonh 117 foi lançado a 14580 pés de altitude no *pod* de desembarque orbital, a artilharia inimiga alvejou alguns *pod's* e outros foram fortemente avariados.

Informações desencontradas enviadas pelos computadores de bordo, dão conta que um PEM (Pulso Eletromagnético), queimou o radar de movimentos e os escudos de defesa da armadura MJOLNIR dos *Spartans*, sabe-se que, estão equipados apenas com um sistema básico de comunicação de solo e kits médicos.

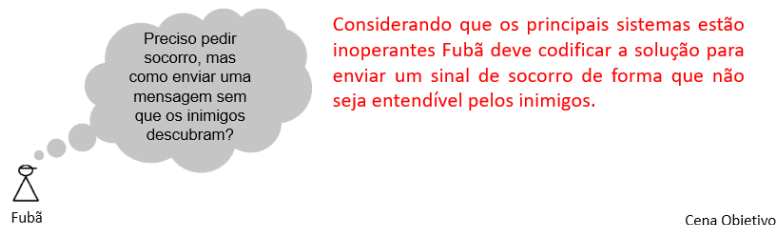
Contexto História

### Figura 5 - Contexto da História - Parte III

Fonte: Próprio autor

As figuras 3, 4 e 5 criam uma contextualização da história a ser narrada, neste ponto cabe ao Mestre a criatividade para a criação de um roteiro de história, que faça a devida conexão com a disciplina e regência de aula atual que está sendo ministrada. Mas é importante determinar que a criação de uma fábula OC2-RD2, precisa vir atribuído de cenários narrativos, juntamente com personagens específicos já definidos para a técnica, de forma a padronizar sua identidade e criando uma conexão do personagem com o aprendiz que ouve a história, conforme ilustrado na figura 1.

Como membro da equipe, Fubã tem como missão acionar um sinal de SOS para a frota da UNSC para providenciar o resgate. Vasculhando os destroços Fubã conseguiu algumas peças que lhe permitiu montar um computador bem precário, após montar o computador ele precisará escrever um código que mande o pedido de socorro.



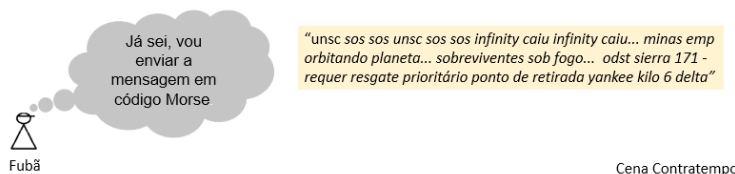
### Figura 6 - Cena Objetivo -Técnica OC2-RD2

Fonte: Próprio autor

A figura 6 têm-se um modelo de Cena Objetivo e introduz o personagem “Fubã” no contexto da história, além de criar missões que tal personagem precisa percorrer dentro da história. Neste caso, o personagem precisa enviar uma mensagem de socorro, mas a mensagem de alguma forma precisa ficar criptografada, pois corre o risco de ser interceptada. Esta elucidação é uma das características da Cena Objetivo, definindo regras, personagens, explicações sobre a história.

Após refletir alguns minutos, lembrou-se de que durante a segunda guerra, usava-se o código Morse, mas como obter uma tabela de conversão?

Pesquisando nos discos de dados do computador em uma biblioteca de arquivos antigos, conseguiu achar uma tabela de conversão de código Morse.



**Figura 7** - Cena Contratempo -Técnica OC2-RD2

Fonte: Próprio autor

A figura 7 é uma Cena de Contratempo, pois o personagem “Fubã” tem um desafio de criar um algoritmo usando o código Morse, e para isso foi preciso resgatar o conhecimento sobre “código Morse”. Um ponto importante das cenas de Contratempo, é que geralmente o aprendiz precisa lembrar de alguns conhecimentos anteriores para a resolução do problema. Esta cena se apoia ao nível 1 de Bloom (1984) onde destaca-se a habilidade de “Memorizar”, “Lembrar”, “Reconhecer” ou “Relembrar”, como mostra a figura 8 com um modelo padrão internacional de código Morse.

INTERNATIONAL MORSE CODE			
A	•••	N	•••••
B	•••••	O	•••••
C	•••••	P	•••••
D	•••••	Q	•••••
E	•••	R	•••••
F	•••••	S	•••••
G	•••••	T	•••••
H	•••••	U	•••••
I	•••	V	•••••
J	•••••	W	•••••
K	•••••	X	•••••
L	•••••	Y	•••••
M	•••••	Z	•••••
		1	•••••
		2	•••••
		3	•••••
		4	•••••
		5	•••••
		6	•••••
		7	•••••
		8	•••••
		9	•••••
		0	•••••
		.	•••••
		?	•••••
		!	•••••
		~	•••••
		=	•••••
		+	•••••
		-	•••••
		^	•••••
		@	•••••

Contexto História

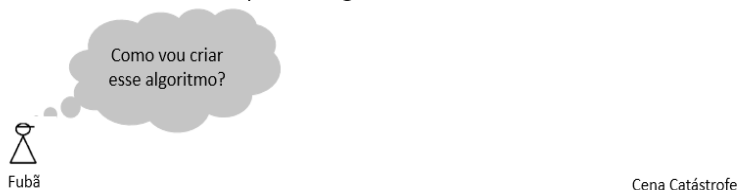
**Figura 8** - Contexto História - Código Morse

Fonte: Própria autor

A figura 9 define-se uma cena de Catástrofe, neste modelo de cena da técnica OC2-RD2, o objetivo é desafiar o personagem a executar alguma tarefa, onde ele precisar relembrar ou aprender novos conhecimentos para a resolução da atividade proposta. Nesta cena da história o aprendiz além de criar um modelo algoritmo para traduzir uma mensagem de socorro para código Morse, ele ainda precisa inserir algum som condizente com a sequência de código. Esta cena se apoia ao nível 2 de Bloom (1984) onde destaca-se a habilidade de “Interpretar”, “Organizar e selecionar”, “Traduzir de uma Linguagem para outra” ou “Identificar”.

De posse desse dicionário, agora ele tem que criar uma solução que converta a mensagem digitada em pontos e traços, seguindo o padrão Morse.

Lembrou também, que o som é essencial para identificar o código Morse, então Fubã irá precisar implementar além da conversão, beeps audíveis traduzindo para código Morse.



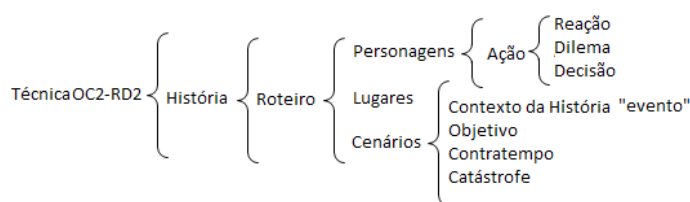
**Figura 9** - Cena Catástrofe -Técnica OC2-RD2

Fonte: Próprio autor

A fábula OC2-RD2 introduzida teve como meta estimular o aprendizado, usando a técnica e suas características para o desenvolvimento de um algoritmo que pudesse traduzir uma frase sugerida na história, por código Morse, ao mesmo tempo emitindo um som para o código criado.

### 3 | RESULTADOS

Considerando o modelo de aula usado tem-se algumas características que definem a técnica OC2-RD2 e que servirá de base para a fundamentação no futuro de uma linguagem artificial que possa apoiar a criação automática de roteiros de aulas. A figura 10 demonstra uma sequência lógica padrão para a criação de aulas usando a técnica.



**Figura 10** - Esquema Padrão da Técnica OC2-RD2

Fonte: Próprio Autor

A. “História”, a história a ser contada pode ser de autoria do próprio autor (Mestre) ou inspirada em algum conto. A ressalva é que a história precisa ser adaptada para a técnica, com atribuições de cenários com cenas “Objetivo”, “Contratempo” e “Catástrofe”.

B. “Roteiro” – o roteiro define o conteúdo de toda a história, com as definições de personagens, lugares e tipos de cenários que farão parte da história. O roteiro também precisa conectar-se com o plano de aula e a atividade que será desenvolvida.



B.1. “Personagens” - Definir quais os personagens farão parte da história, considerando a lista de personagens pré-estabelecidos pela técnica. Os personagens serão logicamente atribuídos por “Ações” (2.1.1), que tem como objetivo despertar emoções aos personagens diante das situações em que ele será envolvido. As ações: “Reações”, “Dilemas” e “Decisões” se conectarão com os aprendizes em sala de aula, envolvidos na história que está sendo narrada.

B.2. “Lugares” – Definição dos lugares onde serão contadas as histórias. O mestre tem a liberdade de definir os locais, no entanto fica como sugestão a escolha de lugares em que os aprendizes possam se identificarem com a temática.

B.3. “Cenários” – Os cenários definem a estrutura técnica e o caminho em que a história irá percorrer. Neste ponto os cenários dividem-se em:

B.3.1. “Evento” – O ponto inicial da história, contextualizando seu objetivo, ou pontos de conexões entre cenas Objetivo, Contratempo e Catástrofe. O Evento interliga toda a história e pode também ser usado para esclarecer alguns pontos da narrativa.

B.3.2. “Objetivo” – Cenas da história que apresenta fundamentos da temática em questão.

B.3.3. “Contratempo” – Em seguida ao evento da cena Objetivo, a fábula definirá diversas cenas do tipo Contratempo. Além de estarem relacionados ao objetivo, eventos-contratempo são projetados considerando-se algum modelo de objetivos de aprendizagem. (VEGA, 2018, p.13)

B.3.4. “Catástrofe” - Nas cenas de Catástrofe, a interação envolvendo o mestre e o aprendiz deverá ocorrer de modo que os processos cognitivos de Compreensão - no sentido de Bloom (1984) - sejam acionados, definindo, assim, o propósito da cena. Tipicamente, a narração de uma cena com eventos-catástrofe apropriadamente projetada, conduzirá o aprendiz a um tempo maior de concentração e reflexão. (VEGA, 2018, p. 13).

Complementando a contribuição para a criação de cenários OC2-RD2, Vega (2018, p.17), propõe etapas para o desenvolvimento do Roteiro de uma aula narrativa OC2-RD2 que, segundo o autor, divide-se em 4 Seções, destacadas a seguir:

Etapa1: Elaboração do Plano de Conteúdo: o plano de conteúdo contém os itens de conhecimento a serem adquiridos pelo aprendiz no contexto do ambiente de aprendizagem. Sugere-se como “itens de conhecimento” os requisitos, recomendações e sugestões. Neste ponto o Vega (2018, p.17) define como “requisitos” os pré-requisitos do conhecimento, ou seja, para o entendimento de um conhecimento “B” é preciso primeiramente ter entendimento do conhecimento “A”. Já no item “Recomendações”, Vega (2018, p.18) sugere de acordo com os propósitos didático do autor, a direção de um item de conhecimento que auxilie no processo de aprendizagem. Por exemplo, para entendimento do Conhecimento “A” sugere-se os estudos do Conhecimento “B”. E o item “Sugestões”, indica as eventuais complementações de estudos. (VEGA, 2018, p.19).

Etapa 2: Elaboração do Plano de Motivações: O plano de motivações contempla elementos que procuram despertar o interesse do aprendiz contextualizando a aplicação de conteúdos em situações-exemplo. Como plano de Motivação Vega (2018, p. 20) sugere um “plano motivacional de investigação”, justifica-se, pois,

a técnica OC2-RD2, aplicada em curso na área de computacional explora-se o pensamento investigativo de maneira recorrente, citando como exemplo: atividades de análise do problema até a de implementação, resultando em algoritmos e códigos executáveis.

**Etapa 3: Plano de Fábulas:** Como parte do projeto de uma narrativa OC2-RD2, um plano adicional deve ser elaborado: as cenas de fábula. Que segundo Vega (2018, p. 24), “a importância da fábula é definir uma ordenação (total ou parcial) entre estes eventos”. O autor lembra que a relação entre as cenas da fábula irá definir o fluxo narrativo principal das histórias.

**Etapa 4: Plano de Histórias:** Vega (2018, p. 25), propõe cenas objetivas da história, e lembra que estas cenas devem preservar os planos de conteúdos e motivações, ainda que na presença dos diálogos e das narrativas envolvendo os personagens. Fica a critério do autor a escolha do personagem que irá assumir o papel principal dependendo do objetivo da história. O autor lembra que existem vários personagens com personalidades que se assemelham aos aprendizes em sala de aula, no entanto, é muito comum optar pelo personagem Fubã, devido sua personalidade estar focada na curiosidade e questionamento, sendo este geralmente o protagonista da história.

## 4 | CONCLUSÃO

Buscar caminhos para um aprendizado dinâmico, reflexivo e ao mesmo tempo trabalhando a autonomia do aprendiz é o objetivo da técnica OC2-RD2. Que tem como proposta apresentar um modelo de aula fundamentada pelo uso de fábulas, e utilizando-se de cenas “Objetivos”, “Contratempo” e “Catástrofe” fazendo os alunos a se envolverem na história e assim, possivelmente, construir pensamentos lógicos.

A técnica OC2-RD2 pode ser considerada uma metodologia ativa para a resolução de problemas, além de ser uma metodologia investigativa, despertando no aprendiz a curiosidade e autonomia.

As discussões acerca deste artigo foi demonstrar um modelo de aula aplicada em uma disciplina do curso de Computação e os caminhos para o desenvolvimento de uma fábula com o uso da técnica OC2-RD2. Não tratou nesta discussão sobre o ganho de aprendizagem, mas nitidamente o mestre que conduziu tal experimento, percebeu a motivação dos estudantes para a resolução do algoritmo proposto.

Portanto, a técnica OC2-RD2 nos dá pista de modelos alternativos de metodologias ativas e que possam oferecer ao professor caminhos didáticos que possivelmente venham a contribuir para o ensino e aprendizagem, colaborando para a redução do absenteísmo no curso de Computação.

Sabe-se que as discussões não se encerram neste trabalho e o modelo de aula oferecido abre espaço para pesquisas que possam conduzir às linguagens artificiais para a construção de cenários automáticos, facilitando a criação das fábulas com a técnica OC2-RD2.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação – Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2002. <http://www.ict.unesp.br/Home/biblioteca/6023-referenciaeelaborao.pdf>
- BLOOM, Benjamin Samuel. **Taxonomy of Educational Objectives**. Book 1: Cognitive Domain. New York: Longman, 1984.
- BUTTIGNON, Karina. **Um protótipo de autoria de histórias OC2-RD2 para ambientes de aprendizagem presencial**. Trabalho de mestrado. Pontifícia Universidade Católica. Ano conclusão 2015. <http://biblio.pucsp.br/> Acesso fevereiro 2017.
- FARIAS, Pablo Antônio. MARTIN, Ana Luiza de Aguiar Rocha. CRISTO, Cinthia Sampaio. **Aprendizagem Ativa na Educação em Saúde: Percorso Histórico e Aplicações**. Revista Brasileira de Educação Médica. 2015. Vol. 39. <http://www.scielo.br/pdf/rbem/v39n1/1981-5271-rbem-39-1-0143.pdf>
- FONTES, Mario. **Gatilhos de desafios para o desenvolvimento de jogos e narrativas instrucionais**. Trabalho de Doutorado. PUC-TIDD – Pontifícia Universidade Católica – Tecnologias da Inteligência e Design Digital. SP. Defendido em 2017. <https://sapientia.pucsp.br/handle/handle/20299>. Acesso em 29 de dezembro de 2017.
- FLORENZANO, CLAUDIO. **Computação é o que mais sofre evasão em universidades públicas e privadas**. Disponível em: <https://www.cbsi.net.br/2018/02/curso-de-computacao-e-um-dos-que-mais.html>. Acesso em 10 de agosto de 2018.
- GEMS. **Grupo de Estudo em Modelagem de Software**. Pesquisa sobre OCC-RDD. PUC-TIDD – Pontifícia Universidade Católica – Tecnologias da Inteligência e Design Digital. SP. Acesso em 04 de set. de 2014.
- GIRAFFA, Lucia Maria Martins. MORA, Michael da Costa. **Evasão na disciplina de algoritmos e programação: um estudo a partir dos fatores intervenientes na perspectiva do aluno**. (U. N. A. de México - UNAM, Ed.) Terceira Conferência Latino Americana sobre el Abandono en la Educación Superior (IIICLABES).Anais... Tacuba5, Centro Histórico, México, DF, 06000: Noviembre 2013.
- INEP, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira Legislação e Documentos. <http://enadeies.inep.gov.br/enadeles/enadeResultado/> - Relatório 2017. Acesso em 27 de março de 2018.
- LOBO, Roberto. **A evasão no ensino superior brasileiro – Novos Dados**. 2017. <http://educacao.estadao.com.br/blogs/roberto-lobo/497-2/> Acesso em 27 de março de 2018.
- MCCRAE. Robert, JOHN, Oliver P. **An Introduction to the Five-Factor Model and Its Applications**. National Institute on Aging. NIH. 1991.
- SEMESP. **Ciência da Computação é Campeã de evasão**. 2009. Disponível em: <http://www.semesp.org.br/imprensa/migrado6780/> Acesso em 10 agosto de 2018.
- VEGA, Ítalo Santiago. **Elaboração de Histórias OC2-RD2. Relatório de Projeto – PIPAD 5095**. PUC-TIDD – Pontifícia Universidade Católica – Tecnologias da Inteligência e Design Digital. SP. 2018.

## A DECADE OF SOFTWARE ENGINEERING BEST PRACTICES ADOPTION IN SMALL COMPANIES: A QUASI-SYSTEMATIC MAPPING

**Alex Juvêncio Costa**

Federal University Federal of Paraíba, Department  
of Exact Sciences  
Rio Tinto – Paraíba

**Juliana De Albuquerque Gonçalves Saraiva**

Federal University Federal of Paraíba, Department  
of Exact Sciences  
Rio Tinto – Paraíba

**Yuska Paola Costa Aguiar**

Federal University Federal of Paraíba, Department  
of Exact Sciences  
Rio Tinto – Paraíba

**RESUMO:** O *SWEBOK* é uma diretriz que fornece informações sobre o conhecimento de Engenharia de *Software* (SE), incluindo uma lista de Melhores Práticas (BPs) para adoção. No entanto, as empresas de pequeno porte têm restrições como orçamento limitado, cronograma reduzido e pessoal pequeno que pode dificultar as vantagens da adoção desses BPs. Assim, este artigo investigou a última década de adoção de BPs relatada pelo ambiente de pequenas empresas. Um mapeamento quase-sistemático foi realizado para avaliar os estudos que abordaram esta questão, e foi possível observar que os BPs mais proeminentes adotados são “aplicação de teste” e “adoção de modelo de processo de

*software*”. Por outro lado, “orçamento limitado” e “tamanho da equipe” foram encontrados como causas para a não adoção dos BPs da *SWEBOK*.

**PALAVRAS-CHAVE:** *SWEBOK*'s; pequenas empresas; Boas praticas.

**ABSTRACT:** *SWEBOK* is a guideline that provides information about Software Engineering (SE) knowledge, including a list of Best Practices (BPs) for adopting. However, small companies have restrictions such as, limited budget, reduced schedule, and, small staff that can hinder the advantages of these BPs adoptions. Thus, this paper investigated the last decade of BPs adoption reported by small companies' environment. A quasi-systematic mapping was conducted for assessing studies that addressed this issue, and it was possible to observe that the most prominent BPs adopted are “test application” and “software process model adoption”. On the other hand, “limited budget” and “staff size” were found as causes for non-adoption of *SWEBOK*'s BPs.

**KEYWORDS:** *SWEBOK*'s; small companies; best practice.

### 1 | INTRODUCTION

A widely used guide on Software

Engineering (SE) is the SWEBOK (Software Engineering Body of Knowledge) [18]. It is a project for supporting many organizations to build a consensus on the core body of SE knowledge. According to the SWEBOK, best practices can include the following activities: peer-to-peer review, testing, risk mitigation, knowledge management, reuses practices, among others [17] [18]. The adoption of these practices can improve business performance and productivity, and decrease project costs/budget. Consequently, the practices' adoption reflects on the product quality level, customer satisfaction, and financial returning - aspects that contribute for increasing company competitiveness [6].

Based on that, the best practices' adoption can be hindered in small companies by the informality during the software development process. Sometimes, it occurs because of the economic hardship faced by these companies [9] [12] [19]. In addition, the context of simple communication, unstable processes, deployment quickly demanded, and inexperience in applying software engineering concepts can be highlighted as difficulties during the best practices adoption [7]. Complementarily, new technologies and process approaches have been improving, making harder the staff training forcing companies to deal with small budget and short deadlines.

Therefore, it is clear the necessity of understanding how small software development companies have been accessing information of software engineering best practices, and how they are applying day-by-day on the last decade. We believe that the spreading reports by small companies can motivate other companies that see the best practices adoption with skepticism. In addition, this information can make easier the decision-making process about which practices could be adopted, at least, in a particular software project/scenario of small companies.

In this context, the research problem addressed in this work is the lack of useful information about the software engineering best practices adopted in small companies. The following Research Questions (RQs) guide the study conducting:

- **RQ01:** What are the software engineering best practices adopted in small companies?
- **RQ02:** What are the software engineering best practices defined by SWE-BOK Guide that have been (or not) followed by the small companies?
- **RQ03:** What are the reasons of the non-adoption of the software engineering best practices in small companies?

Thus, this study aims at mapping the software engineering best practices adopted by small companies compare the results with the SWEBOK Guide standardization, and report what have been done during the last decade in this industrial environment, at least that one reported in academic resources. The following specific goals were raised targeting the main goal: (i) to list the software engineering best practices by the most recent publication of SWEBOK; (ii) to list the software engineering best practices used by small companies; (iii) to list the software engineering best practices that are not

used by small companies; and (iv) to identify the reasons why the small companies do not use some of best practices.

This paper is organized as follow: in Section 2, the methodology is presented. In Section 3, the results achieved by the research are discussed. The limitations and the threats to validity are depicted in Section 4, and finally, the conclusions and future work are shown in Section 5.

## 2 | METHODOLOGY

The research conducted in this work is characterized as a theoretical exploration from the literature. The searching relied on a systematic mapping protocol, and the assessment of the resultant data was performed in quantitative and qualitative way. According to Petersen and contributors [16], a systematic mapping is a method for constructing a classification scheme and structure of a field in the interest area [14]. Its methodological procedure includes: the goal definition, the systematic mapping protocol building, primary studies selection, data extraction, and analysis of resultant data. It means that mapping studies try to gather all research related to a specific topic. Questions are broader and more general when they are compared with the ones found in Systematic Literature Reviews (SLRs) [7] [8].

In a quasi-systematic mapping studies, human resources and time are limited, reflecting on the amount of primary studies selected and on the number of participants during its execution. In our case, a quasi-systematic mapping is justified by the conditions of the study, particularly regarding the participants available (1 student and 2 professors) and the time for its execution (3 months). The following subsections present the methodological steps of the research protocol that is completely available at the research website ([HTTPS://goo.gl/vX6dE2](https://goo.gl/vX6dE2)).

### 2.1 Methodology Steps

The research was composed of 6 steps that are depicted in Figure 1. It is important to highlight that the first step, in which deals with bibliographical study is not part of the mapping protocol, specifically:

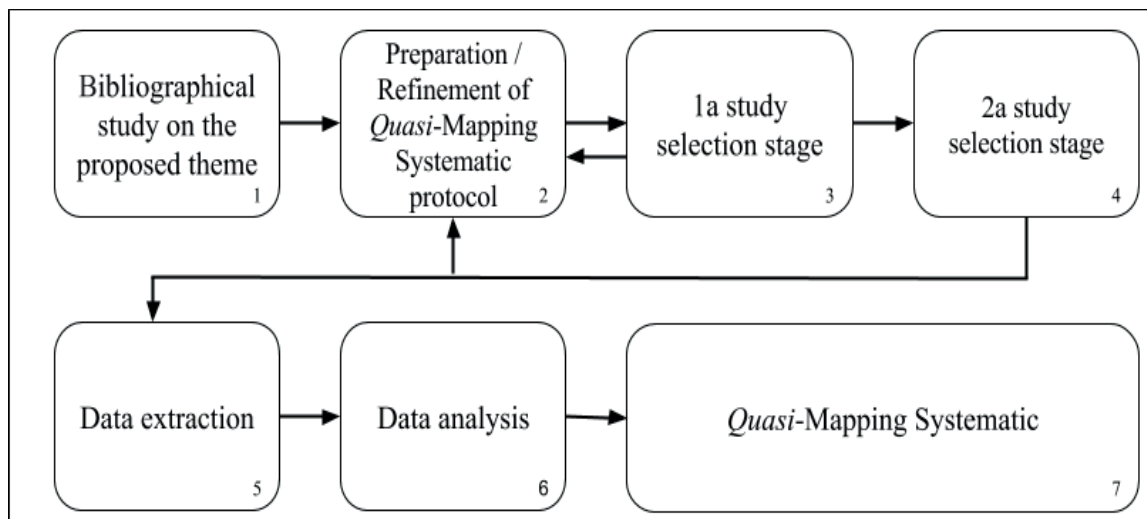


Figure 1. Research methodological steps.

## 2.2 Mapping Data Source and Search String

The search strategy encompasses well-known digital library search engines (data sources). They were chosen based on the relevance for the Computer Science Community and availability for papers downloading:

- **IEEE:** <http://ieeexplore.ieee.org>
- **ACM:** <http://dl.acm.org>
- **SCIENCE DIRECT:** <http://www.sciencedirect.com>
- **SPRINGER LINK:** <http://link.springer.com/>
- **WILEY:** <http://onlinelibrary.wiley.com/>

The search string was set up to be used with similar semantic meaning in all the search engines selected. It is important to clarify that the string was refined and validated with experts. The list below shows the search strings after the refinement in each engine 1 <https://goo.gl/vX6dE2> accessed, according by their syntax way for the ‘research string’ including.

- **IEEE:** (+practice +AND +”Software engineering” +AND +”small company” +OR +”small companies” +OR +”small teams”);
- **ACM:** (+practice +AND +”Software engineering” +AND +”small company” +OR +”small companies” +OR +”small teams”);
- **SCIENCE DIRECT:** practice AND “software engineering” AND (“small company” OR “small companies” OR “small teams”);
- **SPRINGER LINK:** practice AND “software engineering” AND (“small company” OR “small companies” OR “small teams”);
- **WILEY:** practice in All Fields AND “Software engineering” in All Fields AND “small company” OR “small companies” OR “small teams” in All Fields.

## 2.3 Primary Studies Search Strategies

This section describes the search strategy to select the primary studies. An ID was named for each paper, which is a unique identifier for each study (i.e.: P001 – First Paper selected). The selection of primary studies was conducted in four phases that are described below:

- 1) Selection of potentially relevant primary studies: reading title, keywords, and abstract.
- 2) First selection against to exclusion criteria.
- 3) Conflicts discussion
- 4) Final selection

Initially (1), only the title, keywords and abstract were taken into account for paper inclusion. It is important to stress that only papers that were clearly out of scope were excluded in this selection. For this phase, the following Inclusion Criteria (IC) were taken into account:

- **IC01** Studies dealing with the practices of software development processes in small companies, projects, or small teams.
- **IC02** Papers published from 2006 to 2016 (for checking the decade of practice).
- **IC03** Studies are full papers (minimum 7 pages).
- **IC04** Papers accessed by web (on digital libraries signed by university where the research was conducted). On the second phase (2), the Exclusion Criteria (EC) were used to keep only the papers that contain information for answering at least one RQ previously raised. During this phase, the paper was read completely. The following ECs were used:
  - **EC01** Duplicate publications.
  - **EC02** Study that does not deal with small companies, projects, or small teams.
  - **EC03** Study that do not contain best practices of SE.
  - **EC04** Secondary studies such as, literature review or systematic mapping were excluded.

It is important to clarify that the first and second selections were performed only by the student, however under the advisors' (2 assistant professors) supervision. Nevertheless, the three authors of this paper performed the conflicts discussion (the final phase of papers selection). A conflict resolution meeting was organized and the disagreements discussed. In this final phase (3) each researcher read the full paper. After this meeting, the final set of selected primary studies was composed.



## 2.4 Extraction and Data Analysis

After the final selection, the student read again the whole papers trying to extract the following information from them:

- **Authors:** Identify the names of the studies' authors
- **Year:** Publication Year
- **Publication Type:** Conference or journal or newsletter
- **Best Practices:** Software engineering practices adopted by small companies, projects, or small teams.
- **Process Model:** Software Development models adopted in small companies, projects, or small teams

## 3 | RESULT DISCUSSION

This section discusses the results found. Section 3.1 presented an overview of the mapping study, and the answers of the RQ previously raised are depicted in Section 3.2.

### 3.1 Mapping Study Overview

The selection process occurred between 02/12/2016 and 04/14/2016. The results are shown in Table 1. The first column represents the search engine identification; the second column shows the number of studies listed by each engine. The third and fourth columns indicate the number of studies that remained after the end of each selection phases.

Search Engine	Studies Listed	1 <sup>st</sup> Selection	2 <sup>nd</sup> Selection
IEEE	232	5	3
ACM	435	1	1
SCIENCE DIRECT	195	4	0
SPRINGER LINK	194	3	3
WILEY	293	5	2
<b>TOTAL</b>	<b>1349</b>	<b>18</b>	<b>9</b>

Table 1. Result of studies selection

Id	Title	Year
P001	Selection of good practices for small software development teams: a knowledge-based approach [2]	2013
P002	Practical Experience in Customization of a Software Development Process for Small Companies Based on RUP Processes and MSF [3]	2007

P004	A reduced set of RUP roles to small software development teams [11]	2012
P005	Software Process Practices in Small Software Companies in Botswana [1]	2014
P011	Understanding the gap between software process practices and actual practice in very small companies [15]	2016
P012	Software SMEs' unofficial readiness for CMMI®-based software process improvement [5]	2015
P013	Challenges and industry practices for managing software variability in small and medium sized enterprises [4]	2014
P015	Investigating the role of CMMI with expanding company size for small- to medium-sized enterprises [10]	2010
P017	An exploratory study of software process improvement implementation risks [13]	2012

Table 2. Studies Selected

Table 2 depicts the studies selected. The first column indicates the paper ID, the second column indicates the paper title, and the last column refers to year of study publication.

### 3.2 Answering the RQs

After the selection process, the information extraction was performed for answering the RQs aforementioned. The RQs are following discussed:

*RQ01: What are the best software engineering practices adopted in small companies?*

Best practices of software engineering adopted in small companies

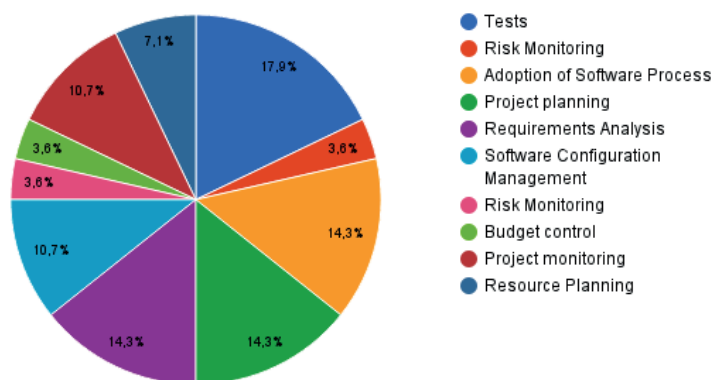


Figure 2. Best practices of software engineering adopted in small companies.

Figure 2 depicts Best Practices (BP) mentioned in the primary studies and that were found in the Guide SWEBOK. 27 BP were shown in SWEBOK Guide, and 10 out of this 27 were cited in the studies selected. The figure informs the percentage of it BP were mentioned by the studies. Table 3 presents the list of BP proposed by SWEBOK and that were found in each study selected. The first column indicates the BP identification, the second column indicates the name of the BP, and the last column shows the papers that mentioned the BP.

It is possible to note the “Application of Tests” is the most prominent BP adopted in small companies. It can evidence the importance of test, and the truth of the statement: it is impossible to deploy a software system without test, independently of the company size. On second place, the “Adoption of any kind of process model”, “project planning”, and “requirement analysis” are relevant BPs to be adopted by small companies. Consequently, it is notary that the small companies adopt a process model even that occur any adaption. This process guides the companies in the decision-making process about which BPs should be mandatorily chosen. It seems that is also occurs with BP003 (Project planning) and BP004 (Requirements Analysis), minimally.

ID	SWEBOK BP	Study ID
BP001	Tests	P011, P013, P012, P015, P017
BP012	Adoption of Software Process	P002, P011, P012, P013
BP003	Project planning	P001, P004, P005, P015
BP004	Requirements Analysis	P001, P004, P005, P015
BP005	Software Configuration Management	P004, P005, P015
BP006	Project monitoring	P001, P004, P015
BP007	Resource Planning	P001, P004
BP008	Risk Monitoring	P015
BP009	Software Construction	P001
BP010	Budget control	P001
BP011	Designing the user interface design	-
BP012	Design activities Quality Analysis and Evaluation	-
BP013	Design Structure and Software Architecture	-
BP014	Design Notations, Strategies and Methods	-
BP015	Maintenance Planning	-
BP016	Software Configuration Management	-
BP017	Activities forms of project documentation generation	-
BP018	Design Reuse	-
BP019	Software Construction Project	-
BP020	Quality and Integration	-
BP021	Software Quality Requirements	-
BP022	Technical SCM - (Software Quality Management)	-
BP023	Measurement of Software Quality	-
BP024	Software Process Assessment	-
BP025	Software Process Improvement	-
BP026	Software Metering	-
BP027	Technical Software Process Measurement	-

Table 3. Best Practices adopted in Small Companies

RQ02: What are the software engineering best practices defined by SWEBOK Guide that have been (or not) followed by the small companies?

### Adopting best practices in small companies

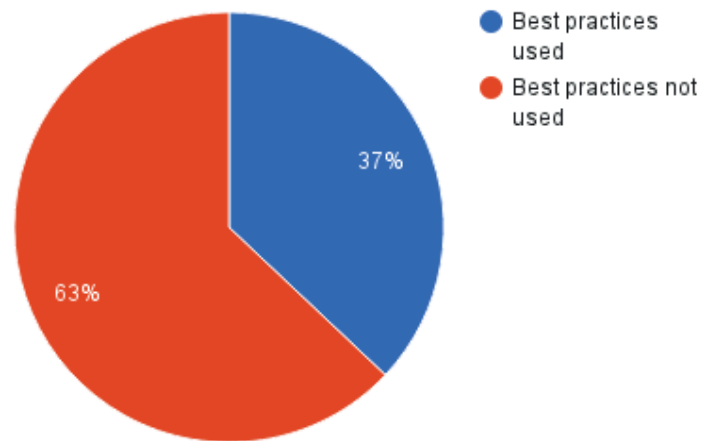


Figure 3. Adoption Scenario of Software Engineering best practices.

Despite of Table 3 demonstrates which the BP proposed by SWEBOK are used (or not) by small companies, Figure 3 also help to answer the RQ2 exposing the result found. A list of best practices not adopted by small companies and that are in accordance with the SWEBOK guide is shown in Table 3. The last column represented by the symbol “-” means that the BP was not adopted by any small company reported by the studies published by the literature during the last decade. On the other hand, the rows of the last column that contains any study ID, indicates that the BP was proposed by SWEBOK guide and followed by any small companies.

It is impressive that BP11 to BP27 were not adopted by the small companies. However, this result can be related to the company maturity level, since the major part of these BPs not adopted are related to software evolution/maintenance and software quality. These two attributes are taken into account by companies with more experience, budget, and with expert practitioners.

It is also possible to observe that the majority of SWEBOK BPs have not been adopted by small companies (63%). This is expected since these companies have a lot of limitation related to budget, project domain, and staff size. Nevertheless, it is important to highlight that this information came from reports published in academic papers along the last decade, and case studies should be performed for corroborating this results.

*RQ03: What are the reasons of the non-adoption of the software engineering best practices in small companies?*

Table 4 demonstrates the reasons mentioned by small companies for why they do not adopt some of SWEBOK BPs. In the first column is indicated the reason for not adopting the best practices, and the second column represents the study ID that contains a discussion about the reason mentioned.

Reason why do not adopt BPs	Study ID
Budget Limitation	P002 / P005 / P011 / P013
Staff Size	P011 / P012 / P015
Exhaustive Project Documentation	P005 / P011 / P012
BPs Adoption Bureaucracy	P017 / P12
Staff Expertise	P002 / P001
Non-knowledge of BPs	P005
Short Deadline	P012

Table 4. Reasons why small companies do not adopt SWEBOK BPs

As expected, “Budget Limitation”, “Staff Size”, and “Exhaustive Project Documentation” are shown as the most issues took into account by the small companies for do not adopt the BPs. It can be explained because limitation of time and money is one of the most intrinsic characteristics of small company. The small budget is an important issue because directly impact in the inadequate infrastructures, and scarce resources [12].

#### 4 | LIMITATIONS AND THREATS TO VALIDITY

Limitations and threats to validity can influence the result of any research. Thus, during this study, we tried to deal with them. An important issue to take into account in any exploratory study is how valid are the research’s results [21]. According to Wohlin, there are four main threats to data’s validity: internal, external, construct and conclusion.

This validity deals with problems that may arise due to improper research instrument designing. It means that the concept behind of what was proposed to be measured, and what is actually being measured [20] [21]. In our case, problems in the questions can lead to gather information that does not reflect the research problem’s goals. A threat to construct validity was identified when we considered the SWEBOK BPs as reference of the state-of-practice.

Maybe other books, papers, articles, guides, and documents related to SE can address BPs for small companies that were not considered for this work. However, we adopted the SWEBOK guide because it was developed and revised by numerous professionals from different countries who work in the area of software engineering with the objective of establishing a set of well defined criteria and norms for the professional application of the areas of knowledge of Engineering of Software.

Threats to internal validity are related to problems that can arise with the study’s participants or through inappropriate research instrument designing [20] [21]. The fact of only one researcher carry out the 1st and 2nd studies’ selection can be considered as a threat to internal validity. Nevertheless, it is important to clarify that 2 professors

supervised the selection process for minimizing it.

Another threat to internal validity is the using of academia's literature to build an overview of BPs adopted in industrial environment. Nevertheless, the papers published in the engines used in this work are widely accepted and followed by SE researchers and practitioners.

## 5 | CONCLUDING REMARKS

This paper presented the processes carried out in a quasi-systematic mapping aimed to map the software engineering best practices already adopted for small organizations to help other companies in decision-making process about this BPs adoption. All the research process was described, consequently, other researchers can replicate/expand this study.

Thus, during the last decade small companies have been adopted 10 BPs suggested by the SWEBOK guide. The majority of BPs adopted are related to testing, using of software process model, project planning, and analysis requirements. Another information to point out is that "Budget Limitation" and "Staff Size" were reported as causes of the non-adoption of SWEBOK BPs.

Therefore, considering that they are characteristics inherent to small companies, it is necessary the building of an instrument that allows companies estimate the approximate cost for adopting each BP. Since the cost can change in each company according by the application scope, available time, team expertise, budget, and so on, a way to make easier the calculation of these cost is demanded. We believe that through the existence of this instrument, it is possible to infer more accurately the fact of adopt or not each BP.

For future work, we intend to propose a catalog of best practices suitable to small companies. In addition, we would like to perform some case studies for checking in loco the companies' reality since we would like to build the BP catalog based on the small companies' experiences.

## REFERENCES

- [1] Ayalew, Y. and Motlhala, K. 2014. **Software Process Practices in Small Software Companies in Botswana**. In 14th International Conference on Computational Science and Its Applications, Guimaraes, 49-57.
- [2] Castro, R. M. and Braga, J. L. and Soares, L. S. 2013. **Selection of good practices for small software development teams: a knowledge-based approach**. SIGSOFT Softw. Eng. Notes 38, 6 (November 2013), 1-15.
- [3] Del Maschi, V. F. and Spinola, M. M. and Costa, I. A. and Esteves, A. L. and Vendramel, W. 2007. **Practical Experience in Customization of a Software Development Process for Small Companies Based on RUP Processes and MSF**. In PICMET '07 - 2007 Portland International Conference on Management of Engineering & Technology, Portland, OR, 2007, 2440-2457.

- [4] Ihme, T. and Pikkarainen, M. and Teppola, S. et al. 2014. **Challenges and industry practices for managing software variability in small and medium sized enterprises**. Empirical Software Engineering (2014) 19: 1144. doi:10.1007/s10664-013-9253-0.
- [5] Iqbal, J. and Ahmad, R. B. and Nasir, M. H. and Niazi, M. Shamshirband, S. and Noor. M. A. 2016. **Software SMEs' unofficial readiness for CMMI®-based software process improvement**. Software Quality Journal 24, 4 (December 2016), 997-1023.
- [6] Kalinowski, Marcos, et al. "**MPS. BR: promovendo a adoção de boas práticas de engenharia de software pela indústria brasileira**." XIII Congreso Iberoamericano en "Software Engineering"(CIBSE). Universidad del Azuay (in Portuguese), Cuenca, Equador, ISBN. 2010.
- [7] Kitchenham, B. 2004. **Procedures for performing systematic reviews**. Keele University, Tech. Report.
- [8] Kitchenham, B. and Charters, S. 2007. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. Software Engineering Group, School of Computer Science and Mathematics, Keele University, Tech. Report.
- [9] Lars, L. 2017. **Product Innovation in Small Companies: Managing Resource Scarcity Through Financial Bootstrapping**. International Journal of Innovation Management, 21(2).
- [10] Lester, N. G. and Wilkie, F. G. and McFall, D. and Ware, M. P. 2010. **Investigating the role of CMMI with expanding company size for small- to medium-sized enterprises**. J. Softw. Maint. Evol. 22, 1 (January 2010), 17-31.
- [11] Monteiro, P. and Borges, P. and Machado, R. J. and Ribeiro, P. 2012. **A reduced set of RUP roles to small software development teams**. In **International Conference on Software and System Process (ICSSP)**, Zurich, 2012, pp. 190-199.
- [12] Moreno Junior, Valter de Assis, & Gomes, Josir Cardoso. (2012). **Benefits and success factors of open-source web services development platforms for small software houses**. JISTEM - Journal of Information Systems and Technology Management, 9(3), 585-606.
- [13] Niazi, M. (2012), **An exploratory study of software process improvement implementation risks**. J. Softw. Evol. and Proc., 24: 877–894. doi:10.1002/smr.543.
- [14] Petersen, K., et al. 2008. **Systematic mapping studies in software engineering**. In 12th international conference on evaluation and assessment in software engineering. Vol. 17. No. 1. Sn.
- [15] Sánchez-Gordón, M. L. and O'Connor, R.V. 2016. **Understanding the gap between software process practices and actual practice in very small companies**. Software Quality Journal. 24(3). 549–570. doi:10.1007/s11219-015-9282-6.
- [16] SEI - SOFTWARE ENGINEERING INSTITUTE. "**CMMI for Development**, Version 1.3, CMMI-DEV v1.3, CMU/SEI Technical Report, Software Engineering Institute", 2011.
- [17] Softex (2012). **MPS - Melhoria de Processo de Software e Serviços - Guia Geral MPS de Serviços** (Portuguese). Brasília - DF: SOFTEX.
- [18] SWEBOK Version 3.0. **Guide to the Software Engineering Body of Knowledge**. Available at: <<https://www.computer.org/web/swebok>>. Accessed in: 19 apr. 2016.
- [19] Thiry, Marcello, et al. 2006. **Uma Abordagem para a Modelagem Colaborativa de Processos de Software em Micro e Pequenas Empresas** (Portuguese). In V Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software (SBQS), Vila Velha.

[20] Usman M, Mendes E, Borstler J (2015) **Effort estimation in agile software development: A survey on the state of the practice**. In: EASE '15: Proceedings of the 19th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering.

[21] Wohlin C, Runeson P, Host M, Ohlsson MC, Bjorn R, Wessln A (2012) **Experimentation in Software Engineering**. Springer-Verlag.



## INVENTORYIOT I<sup>2</sup>OT: UMA PLATAFORMA DE GERENCIAMENTO AUTOMATIZADO DE INVENTÁRIO

### Jauberth Weyll Abijaude

Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus,  
Bahia

### Péricles de Lima Sobreira

Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus,  
Bahia

### Aprígio Augusto Lopes Bezerra

Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus,  
Bahia

### Fabíola Greve

Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia

**RESUMO:** O controle patrimonial dos bens ativos de uma empresa é uma tarefa complexa. Apesar do esforço para aumentar o nível de automação, observa-se que ainda é necessária a presença do ser humano para administrar, alimentar e manter tais sistemas. Este trabalho apresenta um sistema Web, de nome *InventoryIoT*, que automatiza o controle de bens patrimoniáveis. Baseado no conceito de Internet das Coisas, propõe-se anexar aos bens ativos etiquetas RFID, outorgando-lhes o status de objetos inteligentes (OI). Para tanto, contempla-se um middleware que permite a comunicação dos OIs com o sistema Web, o qual funciona como uma rede social. O resultado é um sistema capaz de realizar a gestão inteligente e o monitoramento da movimentação dos bens dentro de uma instituição de forma automática,

reduzindo o tempo de trabalho humano e mantendo as informações atualizadas. O sistema foi implementado e validado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Internet das Coisas, Middleware, RFID, Inventário, Sistema de Gerenciamento de Patrimônio, Redes Sociais.

**ABSTRACT:** The company inventory control is a hard and complex job. Despite the effort to increase the level of automation of such tasks, it has been observed that the human presence is still necessary to manage, feed and keep them. This research presents a Web system, named *InventoryIoT*, that automates the inventory control for efficient management. Based on the concept of the Internet of Things, we propose attaching RFID tags to assets, giving them the status of Smart Objects (OI). For this purpose, this work considers a middleware that allows the communication among OIs and the Web system, which operates as a social network. The result is a platform able to perform the intelligent management and monitoring of the movement of goods within an institution in an automatic way, reducing the human labor time and keeping the information always updated. The system was implemented and validated.

**KEYWORDS** - Internet of Things, Middleware, RFID, Inventory, Asset Management System, Social Networks.

## 1 | INTRODUÇÃO

As organizações públicas e privadas têm a necessidade de controlar os seus bens patrimoniais, identificando atributos como localização, pessoa responsável e movimentação. Esse patrimônio pode ser classificado em dois tipos: os objetos que compõem os bens utilizados no dia a dia para o trabalho laboral de seus funcionários e os produtos e riqueza que a empresa produz.

No primeiro tipo estão itens como mesas, cadeiras, veículos, computadores, impressoras, etc. que são classificados como bens permanentes e por conseguinte cadastrados e inventariados. Já bens como copos plásticos, água, papel, caneta, grampeador, etc. são bens de consumo, portanto de natureza transitória. O segundo tipo representa uma classe de bens que são a atividade fim da empresa, composto por matéria-prima, produtos acabados, estoque, resíduos e produtos reaproveitáveis. Esses bens são tratados em um fluxo de entrada/saída constante que implementa o processo produtivo em si.

Obviamente, as empresas implementam um processo de controle dos bens patrimoniais, mantendo uma base de dados computadorizada, tipicamente acessível a partir de um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados Relacional. Além disso, periodicamente é necessária uma conferência do que está registrado na base de dados e o que efetivamente está disponível fisicamente. É a Conferência do Inventário. Esta conferência pode ser feita de forma manual, onde o responsável pela tarefa procura os bens e confere com algum código de identificação visual, ou pode ser feita com o uso de leitores de código de barras, substituindo a conferência do código visual por uma leitura através de um coletor de dados. Em ambos os casos, porém, exige-se considerável trabalho manual, além de haver riscos associados a inconsistências e erros. Esses fatores elevam o custo operacional do processo de conferência.

Sistemas mais modernos utilizam a tecnologia Radio-Frequency Identification (RFID). Em sistemas assim, os bens possuem etiquetas inteligentes que respondem a um estímulo de ondas eletromagnéticas. Esta resposta é a propagação de um código, também em ondas eletromagnéticas, que podem ser capturadas e identificadas. Isto permite a conferência de forma automática. Esta abordagem representa uma modificação no processo de inventário, trocando a natureza estática dos modelos manuais por uma dinâmica (Weinstein 2005). Porém, mesmo com essa nova técnica, os bens patrimoniáveis são subordinados a dois atributos imprescindíveis: O usuário responsável e o local onde permanece. Isto significa que sempre os OIs precisam possuir esta correlação, uma vez que estes identificadores são os mínimos necessários para um sistema de inventário. No caso do usuário responsável, esse relacionamento não pode ser modificado de forma automática, apenas pelo administrador do sistema, já que que esta mudança implica em responsabilidades legais e financeiras. Em relação ao local onde o bem permanece, a modificação desse atributo é feita de forma dinâmica pelo sistema construído, sem intervenção humana.

Nos últimos anos, as aplicações de Internet das Coisas (IoT) em ambientes industriais, combinadas com RFID (Xu 2014), abriu a possibilidade de se considerar uma série de novas aplicações. A IoT permite que os objetos tradicionais possuam um mecanismo eletroeletrônico que permita, dentre outras funções, publicar informações sobre tais dispositivos ou sobre os ambientes em que estes se encontram. Esses objetos, ao receber tais componentes eletrônicos, formam uma nova categoria de dispositivos, os objetos inteligentes (OIs).

Este artigo traz uma contribuição nesse sentido e apresenta um sistema de automação de gerenciamento de inventário usando os conceitos de RFID e IoT. O sistema *InventoryIoT* permite uma gestão ágil e confiável do inventário, além de inserir um grau de liberdade ao ativo - a livre mobilidade. Ele incorpora um *middleware* que, por um lado, controla as operações na camada de enlace, acionando os leitores RFID e, por outro, interage com a camada de aplicação, publicando informações em uma Rede Social de Gerenciamento de Objetos Inteligentes (OI). A rede social de OI funciona de forma análoga ao *Facebook*. O usuário tem como "amigos" os bens inventariados sob sua responsabilidade. O *InventoryIoT* foi desenvolvido e uma avaliação experimental realizada.

Este capítulo encontra-se organizado da seguinte maneira: A Seção 2 aborda algumas iniciativas para tratar o inventário usando IoT. A Seção 3 apresenta o sistema *InventoryIoT*. A Seção 4 promove a sua avaliação e, finalmente, a Seção 5 apresenta as conclusões.

## 2 | TRABALHOS RELACIONADOS

Existem iniciativas que propõem utilizar IoT em conjunto com RFID para o gerenciamento de inventário e bens ativos em ambientes de empresas, aplicações agrícolas, militares, governamentais, indústria de saúde, aeroportuários e em gestão de frotas e transporte. Em pesquisas realizadas para a confecção deste trabalho, até onde os autores puderam verificar, não foram encontrados sistemas ou propostas similares na envergadura da proposta que aqui se encontra apresentada. As iniciativas encontradas tratam o inventário com a adoção de sistemas RFID, mas sempre aliado à presença humana, não conferindo ao objeto a responsabilidade de publicar as suas informações.

Em ambientes empresariais há iniciativas que realizam a gestão de ativos usando RFID para gerenciar inventários e propor a informação através de uma base de dados e um sistema web (Wang 2015). Isto é feito através de um sistema controlado por usuários, com leitores RFID acionados de forma intermitente para emitir alarmes e disponibilizados via WEB.

Na área agrícola, existem objetivos, por exemplo, de manter o controle de qualidade de produtos agrícolas frescos (Gu 2011), monitorando o inventário, a qualidade, os distribuidores, gerando informações que possam garantir que tais

produtos sejam consumidos dentro de determinados padrões de segurança, reduzindo custos de gerenciamento e aumentando a eficiência dos canais de distribuição. Todo o processo é feito usando o padrão EPCglobal (<http://www.gs1.org/epcglobal>).

A administração pública possui diversas ações para gestão patrimonial, controle e localização dos bens móveis através da automação do procedimento de inventário. Um exemplo bem-sucedido é coordenado pela Secretaria de Administração do Estado de Pernambuco (Leão 2014) que consiste, nesta primeira etapa, na identificação e localização dos bens móveis através de RFID.

No ambiente militar também se encontram iniciativas para monitoramento e gestão de armamentos na marinha brasileira (Mosso 2014) cujo objetivo é analisar a implementação de RFID nas Fragatas Classe Niterói na cadeia de suprimentos sobressalentes. Os aeroportos precisam gerenciar uma grande quantidade de bens móveis com grande rotatividade; partidas e chegadas de aeronave; viajantes e empregados. O uso de RFID com IoT permite personalizar serviços e conteúdo para os viajantes e incrementar a produtividade e gerenciamento (Alghadeir 2016). Esta solução é dividida em 4 camadas: a) Arquitetura IoT padrão; b) Camada física de IoT, definindo os meios de transmissão suportados; c) Camada de Rede, responsável pela entrega dos pacotes, e; d) comunicação entre o servidor e os sensores, leitores RFID e dispositivos móveis.

Por fim, os sistemas de gestão de frotas e transportes possuem iniciativas que usam RFID e outros sistemas embarcados para gerenciar veículos, rotas e horários (Samadi 2013, Backman 2016).

A Tabela 1 faz um comparativo entre os trabalhos relacionados com *InventoryIoT*. Como pode-se observar, as características do *InventoryIoT* não são contempladas em outras propostas. A criação de sensores virtuais, que consiste no mapeamento das particularidades de cada sensor e a respectiva programação dessas particularidades em forma de software, é exclusiva, permitindo criar um objeto em Java que corresponde ao sensor no mundo real. Da mesma forma, o uso do conceito de redes sociais, da livre movimentação dos objetos sem a necessidade de informar ao setor de patrimônio a movimentação e a permissão dos objetos de gravarem informação no banco de dados e nas interfaces do sistema, diferenciam o trabalho apresentado dos demais, colocando-o em um patamar de inovação e ineditismo.

Características	I <sup>2</sup> oT	Wang	Gu	Mosso	Leão	Alghadeir
Aplica conceitos de IoT	X	X				
Cria sensores virtuais	X					
Interface Web	X	X				
Usa EPCGLOBAL		X				
Registros em redes sociais	X					
Objetos com livre movimentação	X					
Objetos postam informações	X					

Tabela 1 - Comparação entre sistemas com RFID

### 3 | I<sup>2</sup>OT - INVENTORY IOT

O sistema *InventoryIoT* alia conceitos de IoT, RFID e Redes Sociais. A proposta é apresentada em quatro subseções. A Seção 3.1 apresenta a arquitetura geral da proposta (visões física e lógica) e o detalhamento de sua parte lógica. A Seção 3.2 descreve as rotinas administrativas do sistema. A Seção 3.3 aborda a construção de um Middleware, cujo objetivo é auxiliar no controle do hardware e dos OIs, gerenciando os eventos criados por atores não humanos do sistema. Finalmente, a Seção 3.4 apresenta como o conceito de redes sociais é aplicado ao sistema a partir da manipulação de OIs. O foco desse artigo, em particular, é a descrição detalhada do projeto e do desenvolvimento da camada do Middleware (Seção 3.3).

#### 3.1 Descrição do Sistema

O sistema agrega os seguintes equipamentos: computadores, um conjunto de etiquetas, leitores e antenas RFID, sensores de presença infravermelho e placas Arduino. Esses equipamentos são integrados a um middleware que interage com um servidor web e um banco de dados, conforme ilustrado na Figura 1.

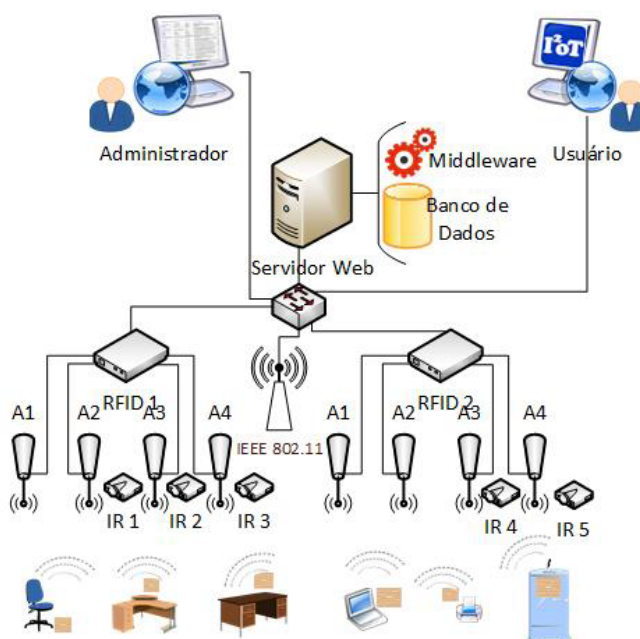


Figura 1 - Componentes para o I2oT

A seguir, apresentamos a descrição dos componentes, interações e as versões de software/hardware utilizadas na implementação do sistema. Na camada mais alta estão os clientes do sistema, formados pelo administrador e pelo usuário. O administrador é responsável pelo cadastro e manutenção de rotinas inerentes à sua função, descritas na Seção 3.2. O usuário é um funcionário que detém sob sua guarda alguns bens do patrimônio da empresa que fazem parte do inventário.

Logo mais abaixo está o servidor web, o banco de dados e o middleware. O middleware tem um papel fundamental no sistema, pois ele cria e controla uma lista de

entidades virtuais que possuem correspondentes no mundo real. Em outras palavras, cada um dos sensores ou leitores físicos é mapeado em uma classe com os respectivos atributos e instanciado. A partir desse ponto, o middleware pode então trabalhar com esse objeto instanciado na memória e replicar as modificações no objeto do mundo real. Ele também pode receber informações do mundo real, vindas dos equipamentos e atualizar o estado no respectivo objeto virtual. Este funcionamento está detalhado na Seção 3.3.

Os sensores de presença, leitores, antenas e etiquetas RFID estão distribuídos em um ambiente geográfico de forma a criar uma bolha de rádio-frequência que garanta a conexão entre esses elementos. Os sensores de presença são formados por placas e sensores de infravermelho. Quando algo corta a linha de visão do sensor, um sinal é enviado à placa que usa a rede wi-fi para informar o evento ao middleware, o qual por sua vez, pode acionar um leitor RFID para que uma antena específica entre em modo de leitura. Na implementação, foram usadas placas ESP8266, leitores RFID do modelo *Phidget* (com suporte a somente uma antena e operação em 125 KHz LF (*Low Frequency*)) e etiquetas passivas com capacidade de armazenamento de 24 bits.

### 3.2 Administração do Sistema

A administração de um sistema possui rotinas triviais, como as operações de CRUD (*Create, Read, Update e Delete*), relatórios, pesquisas e configurações de atributos globais. Aqui daremos destaque somente aos processos inerentes ao modelo apresentado e às suas peculiaridades. Nos sistemas atuais, o bem ativo, no momento de ser lançado no sistema, tem dois atributos importantes. Um desses atributos outorga a um indivíduo a responsabilidade da integridade do bem, que doravante será o detentor da sua posse. O outro atributo é referente ao local geográfico onde o bem é alocado. Esse local é fixo. Todas as vezes que um bem for transferido de lugar, o setor responsável precisa ser informado para atualizar o sistema.

O presente trabalho trata esse manejo de forma diferente. A rotina administrativa de cadastro se inicia com a geração de um código sequencial de 24 bits, armazenado em uma etiqueta RFID passiva de baixa frequência. Essa etiqueta é fixada no bem ativo, que a partir desse momento se transforma em um OI. Com essa nova característica, o OI possui agora uma identidade única dentro do universo de existência do inventário e está apto a ser cadastrado no sistema. Após esta inserção, o OI passa a ser um item do catálogo e um ator do sistema, capaz de gerar e publicar informações a seu respeito. Esse é o único momento em que um usuário humano adiciona informações sobre este OI no sistema. Doravante, o próprio objeto vai informar ao sistema a sua localização geográfica, a data e o tempo em que permaneceu naquele local.

Adota-se dois conceitos de inventário: O Inventário Lógico e o Físico. O Inventário Lógico é criado no momento que o administrador do sistema cadastra o OI na base de dados. Esse rol de OIs serve como referencial dos bens que existem no inventário até serem descartados. O Inventário Físico retrata a situação dos bens ativos em tempo

real, fornecendo em um instante de tempo  $t$  o local onde os mesmos se encontram. Os dois tipos de inventário devem sempre ter os mesmos objetos, modificando apenas a localização onde o OI se encontra. Quando ocorrer essa diferença, o inventário lógico precisa ser atualizado automaticamente para retratar a situação atual.

Uma das rotinas administrativas é identificar no sistema de inventário a localização de um ou mais bens. Isto é possível fazer para um OI específico, um conjunto deles ou todos de uma vez. Os sistemas atuais exigem que os setores responsáveis pelo patrimônio sejam informados oficialmente de qualquer movimentação de seus ativos. Com os OIs, entretanto, isso torna-se dispensável, uma vez que os próprios objetos já fazem isso de forma automática quando passam por uma zona de leitura RFID. Ao passar por esta região, em um determinado instante  $t$ , as antenas podem ou não capturar esses dados. Portanto, quando há uma movimentação desse tipo, os inventários lógico e físico podem apresentar diferenças momentâneas. Este fato então impele ao administrador do sistema, ou ao usuário, que faça uma busca física dos OIs que deseja localizar como garantia de que os dados do inventário lógico coincidam com o físico, sincronizando os dois inventários. O funcionamento desse mecanismo é explicado a seguir.

### 3.3 Middleware

Devido à complexidade em sua concepção e desenvolvimento, nesta subseção discutiremos em detalhes o cerne desta pesquisa: o middleware da arquitetura I<sup>o</sup>T. Ele foi desenvolvido a partir das tecnologias Java 8, do ambiente Eclipse Neon e dos *frameworks* RUP, JSF e *PrimeFaces*. Também, vários padrões de projeto foram utilizados de forma a melhorar a manutenibilidade e a reusabilidade deste módulo, como, por exemplo: o MVC (para a separação lógica das camadas de visão, controle e modelo da aplicação); o Factory (em nosso projeto, para a criação de instâncias de conexões ao banco de dados); o CRUD (para as operações de manipulação de dados no banco de dados); o DAO (para a separação entre as camadas lógica e de acesso ao banco de dados); e o Singleton (para a criação de instâncias únicas de algumas classes da aplicação - em nosso projeto este padrão foi utilizado na criação de instâncias únicas dos objetos 'lista de sensores de presença' e 'lista de leitores RFID').

O middleware representa a engrenagem principal que atua intermediando o hardware e o software e, por conseguinte, disparando ações sempre que determinadas condições forem alcançadas. Isto estabelece no sistema o surgimento de atores não humanos, representados pelos OIs, sensores de presença, leitores e antenas RFID, que vão se conectar e publicar informações no sistema Web, e vice-versa. Conforme visto na seção 3.2, o nascimento de um OI ocorre no momento em que ele recebe uma etiqueta RFID. Após o seu nascimento e respectivo cadastro no sistema por um usuário humano previamente autorizado, o middleware intermedeia a conexão e a publicação de informações entre os OIs e o sistema Web, e vice-versa. A partir de

uma análise de requisitos realizada com apoio de gestores de inventário, além dos trabalhos correlatos descritos na Seção 2, foram identificados treze casos de uso para o “middleware” (atuando como gestor da interação). São eles:

1 - Verificar o estado do sensor de presença: Sensores de presença são fundamentais para garantir o disparo de uma leitura quando houver movimentação em um local. Se esses disparos cessarem, como o sistema vai saber se é devido à ausência de movimentação ou a um problema no sensor de presença? Um meio de identificar o problema é executar um *ping* a cada instante de tempo  $t$ . Com isto, pode-se identificar que o sensor de presença está em atividade. Estas sondagens são gravadas no banco de dados com a resposta e respectivas data e hora.

2 - Monitorar a solicitação do sensor de presença: O sensor de presença, quando acionado, solicita ao middleware que acione uma determinada antena de um determinado leitor. Para isso, envia-se ao middleware atributos como local onde o sensor de presença está instalado, data e hora do evento, tempo de espera para acionar o leitor RFID e por quanto tempo o leitor RFID deve permanecer ligado.

3 - Solicitar a ligação da antena do leitor RFID: Os leitores RFID não precisam emitir ondas eletromagnéticas o tempo todo. Quando o caso de uso 2 ocorrer, o middleware vai receber as informações necessárias para encontrar um determinado leitor RFID cadastrado e solicitar que uma antena específica seja acionada por um período de tempo.

4 - Ligar uma antena RFID: Existem duas maneiras de acionar uma antena RFID no sistema - uma feita por um sensor de presença e outra através do usuário. Quando um leitor de presença solicita a cobertura de uma região, são executados os casos de uso 2 e 3, e em seguida encaminhados os atributos que configuram essa conexão. No caso de um usuário solicitar a ligação, o middleware aciona a antena específica, ordenando que a mesma inicie a emissão de ondas eletromagnéticas.

5 - Desligar uma antena RFID: Quando uma antena é acionada por um sensor de presença, o middleware tem, nas informações presentes na solicitação, a quantidade de tempo que esta antena deve permanecer ligada. Ao término desse tempo, uma nova solicitação é gerada, desta vez ordenando que o leitor pare a emissão na referida antena. Quando o pedido de ligação da antena é feito por um usuário, estabelece-se o tempo padrão de 5 segundos de leitura - este valor pode ser ajustado no sistema (escolhe-se 5 segundos devido a uma estimativa em relação ao posicionamento das antenas e a velocidade de caminhar de um ser humano). Ao fim desse tempo, o middleware ordena ao leitor RFID que cesse suas atividades na antena especificada.

6 - Enviar os dados lidos pela antena RFID: Durante o período que a antena emite ondas eletromagnéticas, o leitor recebe informações (lista de etiquetas lidas ou vazio) que são enviadas ao middleware para, em seguida, realizar as seguintes tarefas: a) montar um *ArrayList* [código do local, código do bem] das informações lidas; b) atualizar o inventário lógico com as informações e a data da ocorrência; c) identificar o usuário responsável pelos bens que se movimentaram, e; d) publicar a informação



na rede social, conforme descrito na seção 3.4. Aqui é necessário pontuar que existem três tipos de classificação de antenas: tipo 1 - Antenas localizadas em destinos finais, como uma sala, um escritório, um almoxarifado, uma garagem, etc; tipo 2 - Antenas que estão em corredores ou locais de fluxo de pessoas e que indicam que o bem ativo está em movimento, e; tipo 3 - Antenas localizadas em locais de descarte ou de baixa (após um bem ser lido por este tipo de antena, será considerado como descartado, tornando-se um bem inativo). Cada uma dessas antenas vai gerar uma publicação diferente na rede social e disparar um gatilho específico no middleware.

7 - Criar entidades virtuais: Este é o ponto de partida para que um elemento físico do mundo real possa se conectar ao sistema. Essa criação da entidade virtual, que espelha as propriedades do mundo real no ambiente computacional, inclui tarefas como se auto cadastrar, se auto configurar e começar a interagir com o middleware da aplicação, e que poderá, a partir de então, publicar informações. A criação de entidades virtuais começa quando o dispositivo do mundo físico, em suas configurações iniciais, encaminha ao servidor Web parâmetros indicando o seu nome, o local onde ele está instalado, o seu fabricante, o seu status (administrativamente operante ou não) e uma sequência de duplas para identificar o local que a antena monitora, bem como seu estado (ligada-desligada).

8 - Gerar inventário físico: Este caso de uso permite que o administrador do sistema verifique se o inventário lógico coincide com o inventário físico. Para ler todas as etiquetas RFID do sistema de inventário, o middleware vai acionar todos os leitores e todas as antenas seguindo a seguinte metodologia: Pega-se o primeiro leitor, aciona-se as antenas, recupera-se os dados na forma de um *ArrayList* [código do local, código do bem] e compara-se esses dados com os que estão gravados na tabela do banco de dados que representa o inventário lógico. Caso haja alguma diferença, o banco de dados é atualizado e é gerado um alerta com as inconsistências. Esse processo é repetido até que todos os leitores e todas as antenas tenham sido acionadas. Ao término desta fase, emite-se um relatório com as inconsistências encontradas e os inventários físico e lógico estarão iguais. Um caso especial merece destaque: pode acontecer casos onde um ou mais bens não sejam localizados nesta atividade. Isso não quer dizer que o bem será removido do inventário, ele terá a condição de desaparecido no inventário lógico, mas continuará sob responsabilidade de quem detém a guarda até que o mesmo apareça ou que medidas administrativas cabíveis sejam tomadas.

9 - Publicar informações do OI: Todas as vezes que o middleware receber uma informação de um OI, esta será publicada no perfil da rede social cujo usuário é o responsável pelo bem. Logo após essa publicação, a informação é persistida no banco de dados. Os OIs podem ter mobilidade dentro da organização sem a necessidade de uma comunicação ao setor de patrimônio. Sempre que houver essa movimentação, o usuário será informado quando, onde e para onde o bem sob sua responsabilidade foi movido, o caminho que percorreu e o tempo que levou para isso.

10 - Executar busca física de OIs: De acordo com o que foi explanado

anteriormente, existem duas entidades de inventário no sistema: O inventário lógico e o físico. O lógico é construído a partir do cadastro de bens no sistema, residente no banco de dados e utilizado como referência. Os bens ali cadastrados são os que efetivamente fazem parte do catálogo de ativos patrimoniáveis e possuem um atributo que identifica o local em que eles, pela última vez, foram encontrados pelo sistema. Já o inventário físico não possui registros salvos de forma eletrônica. Esta categoria de inventário está “viva” e possui um grau de liberdade - a mobilidade, inédito em outros sistemas de controle patrimonial. Esta liberdade permite ao OI se movimentar dentro de um espaço definido pelo utilizador do sistema sem informação prévia ao setor de patrimônio e sem gerar alertas ou problemas legais. Posto isto, há necessidades que impõem ao administrador e ao middleware localizar um bem físico no sistema, como por exemplo para sincronizar os inventários, localizar um ativo para ter acesso físico ou simplesmente para saber onde ele está geograficamente. Esta busca pode ser feita usando dois mecanismos diferentes: em *unicasting* ou em *broadcasting*, ambos descritos nos casos de uso 11 e 12.

11 - Executar a busca física de OIs em *unicast*: Este mecanismo de busca física é bastante simplificado. Seu objetivo é localizar um OI específico. Conforme mostra a figura 2, o processo de localização de um OI é iniciado com uma consulta ao banco de dados para que seja localizado alguns parâmetros como o local onde o OI deve ser encontrado, o leitor RFID e a antena que realizou a última leitura. De posse dessas informações, o middleware localiza este leitor e antena e solicita que os mesmos providenciem a irradiação necessária para que colem os dados. A resposta pode ser um conjunto de códigos ou nenhum retorno. No caso de um conjunto de códigos, o middleware recebe essas informações e confirma se o código do OI esperado está na lista. Em caso positivo, o retorno é verdadeiro e o objeto está localizado. Sendo falso, o sistema repete o ciclo por mais 2 vezes na tentativa de encontrar a etiqueta RFID esperada. Se não obtiver sucesso, o middleware vai informar ao usuário e realizar uma busca em broadcast, descrito no próximo caso de uso.

12 - Executar a busca física de OIs em broadcast: Este tipo de busca ocorre em situações particulares no sistema: quando o administrador deseja verificar a integridade do inventário lógico em relação ao físico ou quando um OI não puder ser encontrado em uma busca unicast (situação descrita no caso de uso 11). O procedimento a ser executado é acionar cada um dos leitores, solicitando que as antenas sejam todas energizadas de forma que a coleta seja feita em toda a região irradiada eletromagneticamente. Os leitores catalogam os resultados e encaminham para que o middleware dê o tratamento. No caso da localização de um OI em particular, que na busca unicast não tenha sido encontrado, o middleware filtra as respostas em busca de uma coincidente com a procurada.

13 - Acionar alertas: Os alertas são gerados toda vez que uma exceção ocorrer. Entre as exceções possíveis estão a possibilidade de um OI mudar de lugar, não ter sido encontrado ou até mesmo ter a posse transferida pelo administrador para

outra pessoa. Entre os alertas possíveis estão o registro na rede social das coisas, descrita na próxima subseção; uma mensagem SMS; um alerta luminoso e sonoro ou um aviso ao administrador do sistema. O registro na rede social dos OIs é um alerta de praxe e ocorre toda vez que houver captura por parte das antenas. Esses dados são sempre registrados com a data e hora em que ocorreram, independente do resultado da leitura anterior. Uma mensagem SMS ou um e-mail podem ser enviados para os endereços cadastrados toda vez que um OI ultrapasse, por exemplo um portão de saída externo, significando que o bem está sendo levado para o mundo exterior. Esse mesmo caso pode ocorrer para que seja gerado um sinal de alerta, luminoso ou um aviso ao administrador do sistema.

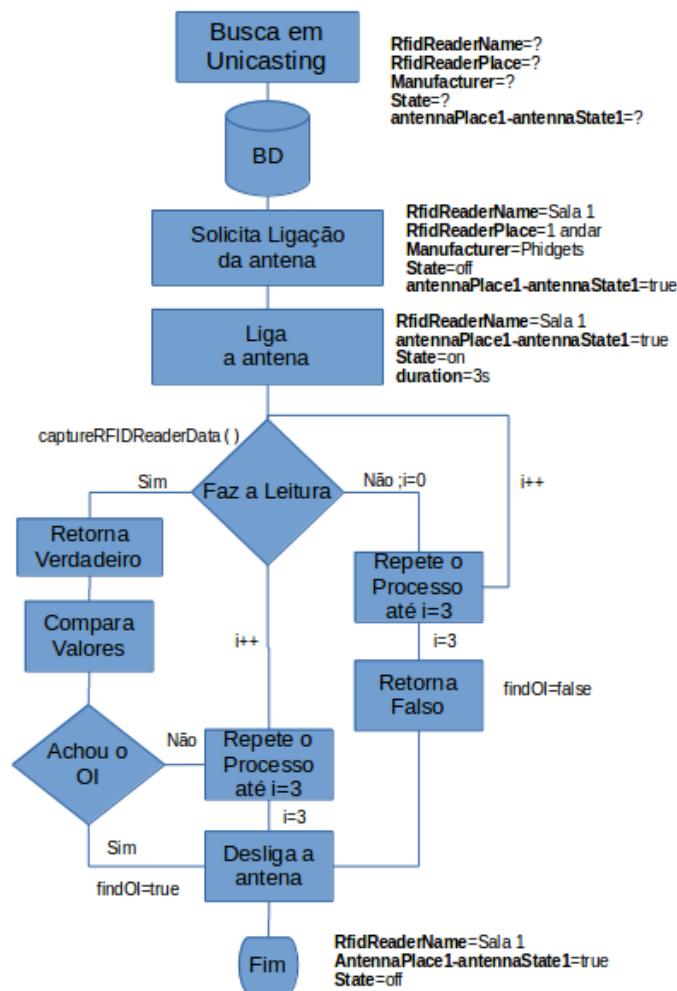


Figura 2 - Fluxo da busca de um OI específico em unicasting.

A seguir, apresentamos a Figura 3, que ilustra um Diagrama de Sequência em UML (*Unified Modeling Language*) representando o processo desde a detecção de movimento de um OI por um sensor de presença infravermelho, até a publicação das novas informações de movimentação deste OI ao seu responsável. Para isto, os requisitos 2, 3, 4, 5, 6 e 9 foram realizados.

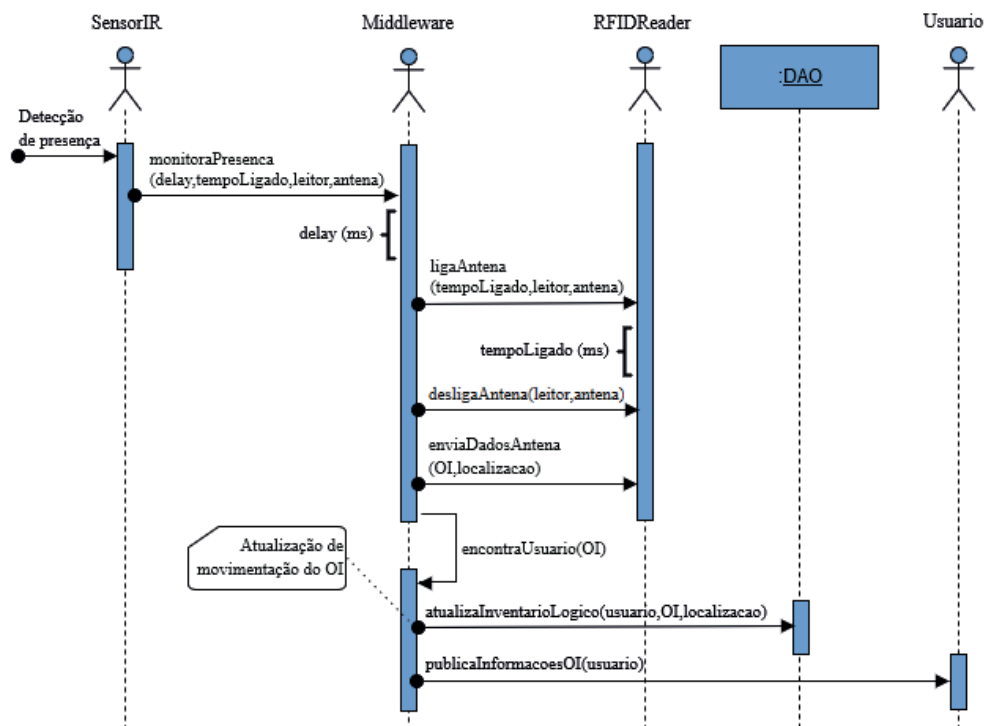


Figura 3 - Diagrama de Sequência para realização dos Casos de Uso 2, 3, 4, 5, 6 e 9.

### 3.4 Rede Social de OIs

As redes sociais são um elo de ligação entre os seres humanos que une fronteiras e culturas e permite desenvolver relacionamentos antes inimagináveis. Aproveitando este mesmo conceito, discutimos nesta subseção a proposta de “Redes Sociais de Objetos Inteligentes” na plataforma *InventoryIoT*. Como apresentado no início desta seção, o nosso objetivo neste trabalho é descrever em detalhes a concepção e desenvolvimento da camada do middleware, por este motivo, a apresentação da rede social é menos detalhada. Os OIs, conforme já explicado, possuem um grau de liberdade quanto à mobilidade, permitindo que possam se movimentar sem a anuência ou informação ao setor de patrimônio. Isso ocasiona um certo “descontrole” se os ativos em questão não tivessem a habilidade de informar quando, por onde e onde estão indo. Essa nova facilidade conferida aos bens ativos, que após etiquetados ganham uma personalidade virtual, permite promovê-los a atores do sistema, de forma que, com a estrutura de rede adequada, possam publicar informações na Internet.

Dotados com essa possibilidade, toda vez que um bem entrar em um campo coberto por uma antena ele irá fornecer a sua identidade para o middleware, que em seu nome, vai gerar uma série de procedimentos: primeiro vai verificar o local onde o OI foi lido, em seguida se há algum alarme a ser disparado, depois publica na linha do tempo do OI a sua passagem pelo local e finalmente, publica na página do usuário as informações pertinentes.

O usuário terá um perfil na “Rede Social de Objetos Inteligentes” onde receberá as postagens advindas da movimentação dos OIs pelos quais é o responsável. Enquanto em um sistema tradicional de inventário temos uma série de menus, telas e opções,

no *InventoryIoT* temos uma rede social onde são cadastrados os usuários e os bens, e em seguida estabelecida a relação de “amizade” entre eles conforme o usuário possui bens sob sua guarda. As políticas de segurança e privacidade definem quem pode visitar a página de bens inventariados sob a responsabilidade de um usuário humano e que medidas tomar quando os bens forem movimentados de um local para outro. É possível então configurar quem pode ver e qual OI pode ser visto na sua página pessoal.

## 4 | AVALIAÇÃO

A avaliação com base em cenários para trabalhos desse tipo é aceitável pela comunidade internacional (Satyanarayanan 2010, Rocha 2015), sendo assim, foi escolhido como base o cenário da UESC (Universidade Estadual de Santa Cruz) e o sistema de controle patrimonial usado pela instituição. Atualmente, a UESC usa um sistema próprio para gestão dos bens patrimoniáveis e um sistema para alimentar a base de dados do Governo do Estado da Bahia. Também se construiu um protótipo do sistema com as implementações principais do middleware.

Propõe-se com este método de avaliação verificar no sistema o grau de liberdade fornecido aos OIs, pois eles não precisam mais de autorização prévia para se movimentarem e nem de aviso posterior ao movimento para o setor de inventário. Com isso, deseja-se demonstrar que é possível localizar os objetos em tempo real, sem a necessidade de ir fisicamente até o local onde o OI se encontra. O cenário abaixo serve de contexto exemplo para essas verificações:

*“Professor Paulo é o gerente do Laboratório de Eletrônica da UESC e acabou de comprar um osciloscópio novo. O equipamento já foi entregue no setor de patrimônio, que imprimiu uma etiqueta RFID com o código, anexou ao osciloscópio, que a partir de agora passa a ser um OI, e cadastrou Paulo como responsável pelo bem no PoT. Paulo então se dirige ao setor de patrimônio, assina um termo de responsabilidade do osciloscópio e leva o aparelho para o laboratório de eletrônica. Durante o percurso, Paulo sai do prédio administrativo, caminha até o Pavilhão Jorge Amado, sobe as escadas para o primeiro andar, vira à direita e pega o corredor que dá acesso ao laboratório. Chegando no laboratório, cuja sala é 4A, põe o equipamento em cima da bancada de aulas, fecha o laboratório e vai para casa, pois já está próximo do meio-dia. No início da tarde, Professora Marta chega para ministrar aulas de Circuitos Digitais na sala 7B, no pavilhão de aulas Adonias Filho. Ao chegar na sala, se dá conta que vai precisar do osciloscópio para mostrar o funcionamento de uma placa de circuitos, então solicita a Ramon, estagiário do curso de Ciência da Computação, que lhe traga um osciloscópio. Ramon então vai até o laboratório de eletrônica no pavilhão Jorge Amado, vizinho ao Pavilhão Adonias Filho, e pega o osciloscópio que o Professor Paulo tinha deixado lá instantes antes, levando-o para a Professora Marta ministrar suas aulas. A professora Marta faz o seu trabalho, e quando termina, no final da tarde, se dá conta que Ramon já foi embora e que não tem a chave do laboratório de eletrônica, resolvendo então levar o osciloscópio consigo para casa. Ao passar pelo portão de saída da Universidade, uma luz acende e um beep toca, alarmes gerados pelo sistema. A professora Marta então lembra-se que não pode retirar equipamentos da Universidade sem permissão, então ela volta até a sua sala e deixa o equipamento guardado em seu armário. No dia seguinte Professor Paulo chega para o trabalho e ao dirigir-se ao laboratório de eletrônica não acha o osciloscópio que havia deixado no dia anterior. Antes que qualquer providência, abre o PoT no seu celular e verifica que o equipamento está na sala da professora Marta*

*e verifica também todo o percurso que o equipamento fez”.*

No I<sup>2</sup>oT pode-se observar que o cadastro do bem está referenciado apenas ao funcionário responsável pelo bem patrimonial. O local para onde o bem será levado é adicionado automaticamente pelo sistema à medida que o bem passa pelas zonas irradiadas com ondas eletromagnéticas do RFID. Então, em todos os pontos do percurso que Paulo até o laboratório de eletrônica, onde existam antenas RFID, o sistema captou o movimento do OI e lançou isso na linha do tempo do OI. Esses lançamentos são também publicados no perfil de Paulo e do Administrador do sistema. Ao final do percurso, o I<sup>2</sup>oT vai deixar registrado no banco de dados que o osciloscópio está na sala 4A.

Quando Ramon vai à sala 4A e pega o osciloscópio, o middleware do sistema recebe notificações do movimento deste OI e então inicia o lançamento no banco de dados dos novos locais por onde ele está passando. Ao se aproximar da porta de saída do Pavilhão Jorge Amado, um sensor de presença detecta a passagem de Ramon e encaminha ao middleware um pedido para que ligue a antena RFID posicionada na porta de saída do pavilhão, o que então é executado e a saída do bem é registrada. O mesmo ocorre na entrada do Pavilhão Adonias Filho. Nesses pontos de saída e entrada de pavilhões, caso fosse configurado, o middleware poderia tomar medidas protetivas como acionar um alarme, enviar um e-mail ou um SMS para o responsável pelo equipamento e para o administrador do sistema informando que o OI está saindo do pavilhão ou até mesmo acionar a vigilância patrimonial.

Como o equipamento ficou uma boa parte da tarde na sala 7A e esta foi a última movimentação dele, o local onde o OI está referenciado no sistema é a sala 7A. Ele poderia ficar lá por meses. Note que não houve a necessidade de se informar ao setor de patrimônio que determinado objeto mudou de lugar, pois o próprio OI já o fez via sistema. Quando a professora Marta termina a aula e resolve levar o equipamento consigo, por que não tem onde deixá-lo, ao tentar passar pelo portão de saída, o sensor de presença nota a movimentação e pede que a antena RFID correspondente seja ligada, detectando assim a movimentação. Como esta antena está programada para acionar um alarme, pois é a última porta da instituição, o I<sup>2</sup>oT recebe do middleware um pedido para gerar um alerta, ligando por exemplo, um buzzer e um sistema de luzes, fazendo com que a Professora Marta verifique alguma irregularidade.

Quando a Professora Marta faz essa verificação, lembra-se que não pode sair da instituição com um equipamento patrimonial sem a devida autorização, então retorna à sua sala privada e guarda o equipamento em um armário. Todo esse percurso é gravado automaticamente no sistema, inclusive a localização final do bem.

No outro dia, o Professor Paulo ao notar a ausência do equipamento, conecta seu celular, tablet ou qualquer dispositivo com acesso à Internet, autentica-se no I<sup>2</sup>oT e verifica em seu perfil da rede social onde está o seu “amigo” osciloscópio. Facilmente ele observa que está na sala 7A. Selecionando este OI na rede social, é exibido então a linha do tempo com todo o percurso feito.

Adicionalmente, acrescenta-se a esse cenário a necessidade de o administrador do sistema realizar a conferência do inventário. Em sistemas com código de barras é necessário o contato visual com o equipamento para que o leitor portátil possa ler as etiquetas. Em sistemas manuais, além do contato visual é preciso realizar anotações que serão lançadas manualmente no banco de dados através de uma interface do sistema. Para sistemas atuais que usam RFID, as coisas são um pouco mais simples, pois dispensa-se o contato visual, no entanto um ser humano precisa ir fisicamente com um coletor manual em todos os locais para efetivar a leitura. No I<sup>2</sup>oT, o sistema de inventário está sempre atualizado, pois os OIs estão sempre informando por onde passam.

## 5 | CONCLUSÕES

Este artigo apresentou o sistema I<sup>2</sup>oT. Ele permite o monitoramento do inventário patrimonial de uma instituição em tempo real através do uso da tecnologia RFID e do middleware, que instancia classes dos sensores e detectores do mundo real no mundo virtual. Dessa forma, o middleware pode comandar ações que antes eram exclusivas de seres humanos com mais eficiência. Uma conferência de inventário em sistemas tradicionais e manuais pode levar semanas. Utilizando o I<sup>2</sup>oT isso passa a ser feito em tempo real, no dia a dia. A aplicação das redes sociais de coisas traz uma inovação no processo e é possível graças ao conceito de Internet das Coisas, que usando as etiquetas RFID, transforma os bens ativos em objetos inteligentes.

Como trabalhos futuros pretende-se estabelecer critérios de privacidade e segurança para as redes sociais, verificar os casos de mobilidade dos equipamentos para planejar compras e distribuição de bens ativos no futuro e ampliar a capacidade do middleware em relação ao mapeamento de mais tipos de sensores, atuadores e detectores.

## REFERÊNCIAS

- Alghadeir, A. and Al-Sakran, H. **Smart airport architecture using internet of things**. *International Journal of Innovative Research in Computer Science & Technology*, 4(5):148–155, September 2016.
- Backman, J., Vare, J., Framling, K., Madhikermi, M. and Nykanen, O. **Iot-based interoperability framework for asset and fleet management**. In *Proceedings of IEEE 21st International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, (Berlin, September 6-9)*, pages 1–4, 2016.
- Gu, Y. and Jing, T. **The iot research in supply chain management of fresh agricultural products**. In *Proceedings of IEEE 2nd International Conference on Artificial Intelligence, Management Science and Electronic Commerce, (Dengcheng, August 8-10)*, pages 7382–7385, 2011.
- Leão, F. R. C. and Souza, G. G. **A automação do inventário patrimonial: a experiência de Pernambuco no controle e localização dos bens móveis**. In *Congresso CONSAD de Gestão Pública, (Brasília, 25-27 março)*, pages 1–24, 2014.

Mosso, M. M. **Aplicação da tecnologia RFID na cadeia de suprimento de sobressalentes: um estudo de caso em navios da Marinha do Brasil.** PUC-Rio, Rio de Janeiro, RJ, 2014.

Rocha, C., Costa, C. D. and Righi, R. **Um modelo para monitoramento de sinais vitais do coração baseado em ciência da situação e computação ubíqua.** VII Simpósio Brasileiro de Computação Ubíqua e Pervasiva, Pernambuco, 2015.

Samadi, S. **Applications and opportunities for radio frequency identification (RFID) technology in intelligent transportation systems: A case study.** *International Journal of Information and Electronics Engineering*, 3(3):341–345, May 2013.

Satyanarayanan, M. **Mobile computing: the next decade.** In Proceedings of the 1st ACM workshop on mobile cloud computing & services: social networks and beyond, page 5. ACM, 2010.

Wang, M., Tan, J. and Li, Y. **Design and implementation of enterprise asset management system based on iot technology.** In *Proceedings of 2015 IEEE International Conference on Communication Software and Networks*, (Chengdu, June 6-7), pages 384–388, 2015.

Weinstein, R. **Rfid: a technical overview and its application to the enterprise.** *IEEE IT Professional* 7(3):27–33, May-June 2005.

Xu, L. D., HE, W. and Li, S. **Internet of things in industries: A survey.** *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 10(4):2233–2243, November 2014.



## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Ernane Rosa Martins** - Doutorado em andamento em Ciência da Informação com ênfase em Sistemas, Tecnologias e Gestão da Informação, na Universidade Fernando Pessoa, em Porto/Portugal. Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pela PUC-Goiás, possui Pós-Graduação em Tecnologia em Gestão da Informação pela Anhanguera, Graduação em Ciência da Computação pela Anhanguera e Graduação em Sistemas de Informação pela Uni Evangélica. Atualmente é Professor de Informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG (Câmpus Luziânia), ministrando disciplinas nas áreas de Engenharia de Software, Desenvolvimento de Sistemas, Linguagens de Programação, Banco de Dados e Gestão em Tecnologia da Informação. Pesquisador do Núcleo de Inovação, Tecnologia e Educação (NITE).

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-048-3



9 788572 470483