



**Ernane Rosa Martins  
(Organizador)**

**FUNDAMENTOS DA CIÊNCIA  
DA COMPUTAÇÃO**

**Atena**  
Editora

Ano 2019

**Ernane Rosa Martins**

(Organizador)

# **Fundamentos da Ciência da Computação**

Atena Editora

2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação e Edição de Arte:** Lorena Prestes e Geraldo Alves

**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

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
F981	Fundamentos da ciência da computação / Organizador Ernane Rosa Martins. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019.  Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-157-2 DOI 10.22533/at.ed.572190703  1. Computação. I. Martins, Ernane Rosa.  CDD 004
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

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

A Ciência da Computação estuda as técnicas, metodologias e instrumentos computacionais, visando automatizar os processos e desenvolver soluções com o uso de processamento de dados. Este livro, possibilita conhecer os elementos básicos desta ciência por meio do contato com alguns dos conceitos fundamentais desta área, apresentados nos resultados relevantes dos trabalhos presentes nesta obra, realizados por autores das mais diversas instituições do Brasil.

Assim, são abordando neste livro assuntos importantes, tais como: desenvolvimento de sistema mobile utilizando as plataformas iOS e Android; desenvolvimento de protótipo que trabalha em cenário real de sala de aula e na comparação de algoritmos usados no reconhecimento facial; criação do jogo que explora a criptografia em um ambiente de computação desplugada; construção de simulador que mostra especificamente o comportamento do escalonador First-in First; apresentação de abordagem para orquestração do conhecimento curricular em Ciência da Computação baseado nas matérias do currículo referência para a Ciência da Computação e em estruturas curriculares de cursos de graduação.

Espero que este livro seja útil tanto para os alunos dos cursos superiores de Ciência da Computação quanto para profissionais que atuam nesta importante área do conhecimento. O principal objetivo deste livro é ajudar na fascinante empreitada de compreender a computação perante os mais diferentes desafios do século XXI. Desejo a todos uma excelente leitura e que esta obra contribua fortemente com o seu aprendizado.

Ernane Rosa Martins

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
AGENDA DO BEBÊ MODELAGEM E DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA MOBILE PARA AUXILIAR PAIS	
<i>Lucilhe Barbosa Freitas Loureiro</i>	
<i>Samuel da Cruz Santana</i>	
<i>José Irahe Kasprzykowski Gonçalves</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5721907031</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>19</b>
AGILE PROJECT-BASED LEARNING TO COPE WITH THE COMPUTER PROGRAMMING EDUCATION AT BRAZILIAN HIGHER EDUCATION: A RESEARCH PROPOSAL	
<i>Alexandre Grotta</i>	
<i>Edmir Parada Vasques Prado</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5721907032</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>29</b>
BIOMETRIA FACIAL PARA AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS ESSENCIAIS EM UM AMBIENTE EDUCACIONAL: AVALIAÇÃO DO CASO DE SALA DE AULA NAS UNIVERSIDADES	
<i>Rodrigo C. Menescal</i>	
<i>Alexandre M. Melo</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5721907033</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>40</b>
CONSTRUÇÕES IDENTITÁRIAS DAS MULHERES NA COMPUTAÇÃO. IMAGENS, APROXIMAÇÕES E DISTÂNCIAS	
<i>Pricila Castelini</i>	
<i>Marília Abrahão Amaral</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5721907034</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>50</b>
CRIPTOLAB UM GAME BASEADO EM COMPUTAÇÃO DESPLUGADA E CRIPTOGRAFIA	
<i>Débora Juliane Guerra Marques da Silva</i>	
<i>Graziela Ferreira Guarda</i>	
<i>Ione Ferrarini Goulart</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5721907035</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>62</b>
ESPAÇOS DO COMPUTAR: O HACKER E MAKER EM UMA PERSPECTIVA QUEER	
<i>Leander Cordeiro de Oliveira</i>	
<i>Marília Abrahão Amaral</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5721907036</b>	



**CAPÍTULO 7 ..... 78**

**MODELO DE SIMULAÇÃO PARA ESCALONAMENTO DE PROCESSOS NÃO  
PREEMPTIVOS**

*Jhonatan Thálisson Cabral Nery*  
*Franciny Medeiros Barreto*  
*Joslaine Cristina Jeske de Freitas*

**DOI 10.22533/at.ed.5721907037**

**CAPÍTULO 8 ..... 93**

**MÓDULO WEB DE INFERÊNCIA COM FUZZY PROPOSTA DE UM MÉTODO  
DINÂMICO FACILITADOR DE INTERAÇÃO COM CLIENTE**

*Damianos Panagiote Sotirakis Oliveira*  
*Lucas J. P. do Nascimento*  
*Alexandre M. Melo*  
*Álvaro L. R. Leitão*

**DOI 10.22533/at.ed.5721907038**

**CAPÍTULO 9 ..... 108**

**POWER CONSUMPTION USING INTERNAL SENSORS: AN ANALYSIS FOR  
DIFFERENT GPU MODELS**

*André Yokoyama*  
*Vinicius Prata Klôh*  
*Gabrieli Dutra Silva*  
*Mariza Ferro*  
*Bruno Schulze*

**DOI 10.22533/at.ed.5721907039**

**CAPÍTULO 10 ..... 122**

**PROBLEMAS EM ABERTO NA COMPUTAÇÃO E NA MATEMÁTICA QUE  
VALEM PRÊMIOS**

*Suzana Lima de Campos Castro*  
*Ana Luisa Soubhia*  
*Ronaldo Barbosa*

**DOI 10.22533/at.ed.57219070310**

**CAPÍTULO 11 ..... 135**

**UM ALGORITMO PARA ENCONTRAR UM POLITOPO MAXIMAL DE VÉRTICES EM  
 $Z^n$  INSCRITO EM UMA HIPERESFERA EM  $R^n$**

*Yuri Tavares dos Passos*  
*Eleazar Gerardo Madriz Lozada*

**DOI 10.22533/at.ed.57219070311**

**CAPÍTULO 12 ..... 141**

**UMA ABORDAGEM PARA ORQUESTRAÇÃO DO CONHECIMENTO COMO  
SUPORTE AO PLANEJAMENTO CURRICULAR EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

*Anderson Felinto Barbosa*  
*Ulrich Schiel*

**DOI 10.22533/at.ed.57219070312**

**CAPÍTULO 13 ..... 157**

**UMA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UMA REDE DE SENSORES SEM FIOS EM RELAÇÃO AO POSICIONAMENTO DO NÓ SINK**

*César Alberto da Silva*

*Melissa Bonfim Alcantud*

*Andrea Padovan Jubileu*

*Linnyer Beatryz Ruiz Aylon*

**DOI 10.22533/at.ed.57219070313**

**SOBRE O ORGANIZADOR ..... 162**

# CAPÍTULO 1

## AGENDA DO BEBÊ MODELAGEM E DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA *MOBILE* PARA AUXILIAR PAIS

### **Lucilhe Barbosa Freitas Loureiro**

Centro Universitário UniRuy - Wyden  
Salvador - Bahia

### **Samuel da Cruz Santana**

Centro Universitário UniRuy - Wyden  
Salvador - Bahia

### **José Irahe Kasprzykowski Gonçalves**

Instituto de pesquisas Gonçalo Muniz - Fiocruz  
Bahia  
Salvador - Bahias

**RESUMO:** Atualmente, existem modernos avanços tecnológicos, sobretudo na área da tecnologia, que permitem atenuar as responsabilidades ou auxiliar as tarefas dos pais. Outrossim, é perceptível a importância de um ou mais sistemas computacionais que contribuam nas tarefas dos pais em relação ao desenvolvimento dos filhos. É possível então, notar uma relação entre a maternidade e os APPS. Levando em consideração ainda, que ultimamente as pessoas estão mais atarefadas e com o tempo corrido, todos precisam de auxílio para lembrar-se de executar suas tarefas cotidianas. Diante do assunto apresentado, destaca-se a seguinte questão: O que é necessário para desenvolver um sistema mobile que possa auxiliar aos pais em especial aos de “primeira viagem”? Assim, propõe-se o desenvolvimento de um aplicativo, utilizando

as plataformas iOS e Android. Tendo como finalidade a concepção de um aplicativo que auxilie, como uma agenda virtual, aos usuários através da organização e lembretes de tarefas que são importantes para o desenvolvimento da criança. O aplicativo proposto foi entregue em funcionamento, dentro do prazo previsto no cronograma, apresentando as principais funcionalidades para uma agenda virtual. Sendo respondida assim, à questão que foi outrora indagada no objetivo desse projeto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aplicativos móveis. Agenda Virtual. iOS. Android. Maternidade.

**ABSTRACT:** Nowadays, there are several technological advances that attenuate parental responsibility and help with their tasks. Furthermore, the importance of one or more computational systems that contribute to parental tasks is sensible. Therefore, is possible to notice a relation between motherhood and applications. Whereas, in present times, people are more and more busy and have less and less time, everyone needs aid to remember and execute everyday tasks. Thereby, the question: what is necessary to develop a mobile system that can help parents, in special first time ones? Stands out, therefore we propose the development of an application, using iOS and Android platforms to help as a virtual scheduler to users, through organizationing and reminding



tasks that are important to children's development. The proposed app was delivered working properly within the foreseen deadlines with the main functionalities of a virtual scheduler. Thereby, solving the question previously proposed in this project objectives. **KEYWORDS:** Mobile Applications. Virtual Scheduler. iOS. Android. Motherhood.

## 1 | INTRODUÇÃO

A maternidade é a experiência pessoal de dar à luz, “o desejo de ter um filho, isto é, o desejo de ter o falo, é algo bastante forte no inconsciente feminino” (FREUD, 1931). Também pode-se expressar a maternidade como a maneira em que os pais se integram em definitivo com os filhos, “para tanto, o primeiro cuidado, instrumentalizado com informações e orientações poderá propiciar meios para que esse bebê se desenvolva plenamente” (ANAUATE; AMIRALIAN, 2007). A maternidade influencia a própria mulher a qual passa para uma nova fase de desenvolvimento (LIDZ, 1983), neste desenvolvimento é normal que a mulher sinta a constante necessidade de ter mais responsabilidade, agindo como adulta. Mas há casos em que por ser jovem ou por outros problemas sociais, econômicos ou psicológicos não há uma responsabilidade e compromisso (DESSER, 1993). Mas a maternidade envolve muitas emoções, tensões, atitudes e estados de pensamentos conflitantes (OBERMAN; JOSSELSON, 1996). Se para Oberman e Josselson (1996), a maternidade é uma matriz de tensões, Molina (2006) atenta para o fato de que, a maternidade da sociedade pós-moderna aumenta as exigências em torno da mulher, a qual passa a ter sentimentos de insuficiência frente às responsabilidades. Atualmente, modernos avanços tecnológicos, sobretudo na área de sistemas computacionais, permitem atenuar as responsabilidades ou auxiliar nas tarefas dos pais, sobretudo da mãe, a qual passa por uma cobrança maior desde sua gestação (LIDZ, 1983).

Como visto anteriormente, é perceptível a importância de um ou mais sistemas computacionais como elemento nas tarefas dos pais em relação ao desenvolvimento dos filhos. É possível também chamar estes sistemas de programas de computador ou *Softwares*.

Com base no que foi visto, é possível notar uma ligação entre a maternidade e os *APPS*, para auxiliar nas mais diversas atividades do cotidiano. Um aplicativo pode ser vital no auxílio para a maternidade, uma vez que os pais podem ser alertados dos eventos marcados anteriormente e salvar informações sobre o cotidiano do recém-nascido e os deveres, tais como: vacinações, banho, pediatra, dentre outros.

Atualmente as pessoas estão cada vez mais atarefadas e com o tempo corrido. Tendo em vista esse aspecto, todos precisam de auxílio para lembrar-se das tarefas, ainda mais os pais de primeira viagem que estão se adaptando ao estilo de vida com um bebê. O que resulta na viabilidade da pesquisa. É notório que com a evolução e popularização dos *Smartphones*, a utilização de aplicativos móveis, com o intuito de

obter auxílio nas tarefas do dia a dia, tem se elevado no decorrer dos anos.

É observado o crescimento de uso de dispositivos móveis no mundo inteiro, incluindo principalmente o número crescente de celulares também no Brasil onde já existem mais celulares do que habitantes brasileiros (ANATEL, 2010). Celulares estão cada vez mais poderosos com melhores processadores e telas maiores. Esses celulares são conhecidos como *Smartphones* e já possuem mais de 12 milhões de usuários no Brasil (ANATEL, 2010). A partir de 2005, os *Smartphones* começaram a ganhar mercado, trazendo uma experiência mais atrativa ao usuário (CONSTANTINOU, CAMILLERI e KAPETANAKIS, 2010). Diante do assunto apresentado, destaca-se a seguinte questão: O que é necessário para desenvolver um sistema *mobile* que possa auxiliar aos pais no início de “primeira viagem”?

Para responder à questão levantada, foi proposta a investigação de como desenvolver um aplicativo para provimento de uma agenda virtual, em ambiente *mobile*, utilizando a plataforma *iOS* e *Android*, que tem como finalidade auxiliar, como uma agenda virtual, aos usuários, que geralmente são pais pela primeira vez, através da organização e lembretes de tarefas que são essenciais para o desenvolvimento da criança.

Tendo em vista todas as possibilidades de mobilidade, a utilização de computação móvel na área doméstica, especificamente na parte de maternidade, pode ser vista como elemento interessante para agilidade na hora de organizar e obter lembretes das atividades que precisam ser realizadas para um desenvolvimento saudável de uma criança.

Através desse trabalho será possível também ao aluno do curso de tecnologia da informação obter uma maior visão e também maior conhecimento sobre os dispositivos móveis e a sua aplicabilidade como um recurso para auxílio na maternidade. Embora se saiba que já existem aplicativos para auxiliar na maternidade, esse trabalho propõe o desenvolvimento de um aplicativo com o foco na agenda virtual.

## 2 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa bibliográfica é de suma importância e pode-se compreender sua importância e também sua definição através da explicação abaixo:

A pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de *WEB sites*. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. Existem, porém, pesquisas científicas que se baseiam unicamente na pesquisa bibliográfica, procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta (FONSECA, 2002, p. 32).

Essa pesquisa será efetuada a partir de registros disponíveis, decorrentes de pesquisa anteriores sobre o tema, em artigos, monografias e projetos científicos, publicados na *Internet* além de livros disponibilizados na biblioteca da Faculdade Ruy Barbosa.

Também, trata-se de uma pesquisa explicativa, pois pretende explicar o processo de desenvolvimento do aplicativo.

Para realizar a modelagem e também toda a documentação do aplicativo será empregado o uso de ferramentas de modelagem *UML* como: diagramas de caso de uso e de atividades.

### 3 | DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO

O aplicativo desenvolvido foi denominado Agenda do Bebê. E funciona como um aplicativo para provimento de lembretes aos usuários, especificamente para tarefas do dia a dia de uma criança. Como, por exemplo, lembrar da vacinação, remédios e consultas.

#### 3.1 Documento de Visão

Todo o escopo e não escopo do projeto, como os requisitos do aplicativo, as restrições de design, foram explanados nos subtópicos que se seguem, para que assim fosse mais claro compreender o aplicativo que desenvolvido.

##### 3.1.1 Escopo

O escopo do projeto contemplará o desenvolvimento do Aplicativo de Agenda Virtual que tem como finalidade auxiliar, como uma agenda virtual, aos usuários que geralmente são pais de primeira viagem. Através da organização e lembretes de tarefas que compõem uma rotina essencial para o correto desenvolvimento da criança. Esta solução deverá ser composta tanto pela plataforma **WEB** quanto **Mobile**:

- Permitir manter perfis personalizáveis para mais de uma criança;
- Possibilitar agendar consultas e remédios;
- Notificar as consultas e os remédios;
- Permitir criar e acompanhar cadernetas de vacinação;
- Cadastrar a data da imunização e agendando da próxima vacinação;
- Calcular, a partir da inserção da primeira vacina no calendário, quando o usuário deve comparecer ao posto de vacinação para uma nova imunização;
- Enviar um lembrete por mensagem;

- Possibilitar enviar calendários de vacinação cadastrados no aplicativo, via *e-mail*;
- Detalhar todas as vacinas disponibilizadas pelo SUS;
- Sincronizar as informações por todos os dispositivos, podendo ser acessado de qualquer aparelho;

### 3.1.2 Não Escopo

Funcionalidades/Negócios não relacionados no item “1. Escopo” deste documento. Como por exemplo:

- controlar de amamentação e sono;
- consultar *on-line* as bulas de medicamentos;
- Informar dados de crescimento e peso com gráficos;
- controlar temperatura corporal;
- informar quantidade de trocas de fraldas.

### 3.1.3 Visão Geral do Produto

A Agenda do Bebê – Aplicativo de Agenda Virtual do Bebê - será concebida visando facilitar e agilizar o processo organização e lembretes de tarefa das datas e horário de consultas marcadas, remédios e vacinações a serem tomadas.

O aplicativo deverá permitir o cadastramento de múltiplas crianças. Para que os usuários possam receber as notificações de quantas crianças forem necessárias. A partir desse cadastramento, o aplicativo exibirá um painel específico para cada perfil, contendo as funções para manter novos horários de consultas, de tomada de remédio ou vacina.

Ao cadastrar uma nova consulta, o aplicativo exibirá na tela uma lista com as principais clínicas de pediatria da cidade de Salvador, para que ao receber o alerta o nome da clínica também apareça na mensagem. Caso não seja encontrada a clínica de preferência, o aplicativo permitirá a inclusão do nome de uma nova clínica.

O aplicativo irá permitir manter os horários e datas para recebimento de notificações para a tomada de remédios, podendo ser cadastrado por um período de tempo como: diário, semanal, mensal. Possibilita ainda repetir duas ou três vezes ao dia, visto da necessidade de não precisar cadastrar o mesmo remédio duas vezes, por ser necessário tomar de 8 em 8 horas, por exemplo.

No item vacinas, será possível manter uma caderneta de vacina com as datas e horários das próximas vacinas a serem tomadas. Ao inserir a primeira data de uma vacina, o aplicativo irá calcular e adicionar automaticamente a estimativa das próximas

datas para a mesma vacina que foi adicionada, podendo esta ser alterada pelo usuário. Quando a data da vacina chegar, o aplicativo enviará um lembrete via mensagem e/ou notificação do celular.

Após o cadastro das vacinas, o aplicativo possibilitará enviar os calendários de vacinação cadastrados no aplicativo, via *e-mail* para uma possível impressão. No item Descrição das Vacinas devem poder ser visualizados os descritivos das principais vacinas disponibilizadas pelo SUS, onde haverá um filtro para buscar o nome da vacina de forma mais fácil. Será possível sincronizar as informações por todos os dispositivos, podendo ser acessado de qualquer aparelho, através do *login* do usuário.

### 3.1.4 Outros Requisitos do Produto

#### Requisitos de Tecnologia

- Linguagem de desenvolvimento: *framework Ionic3* e *Bootstrap*. Ou seja, *HTML5*, *Java Script*, *AngularJS* e *SCSS*.
- Sistema Operacional: *iOS* e *Android*.
- Banco de dados: *Firebase*.

#### Requisitos de Qualidade

##### Funcionalidade/Segurança de Acesso

- O acesso às funcionalidades do aplicativo deverá ser controlado através de *login* e senha, podendo ainda ser integrado com o *Google*, *Facebook* ou *Twitter*, para que dessa forma o usuário seja identificado no momento da conexão.
- O aplicativo deve bloquear o acesso de pessoas não autorizadas.

##### Usabilidade/Apreensibilidade e Operacionalidade

- A interface do aplicativo deverá ser desenvolvida com *layout* atrativo para facilitar o Agendamento. Seguindo as normas definidas nas Heurísticas de Nielsen.

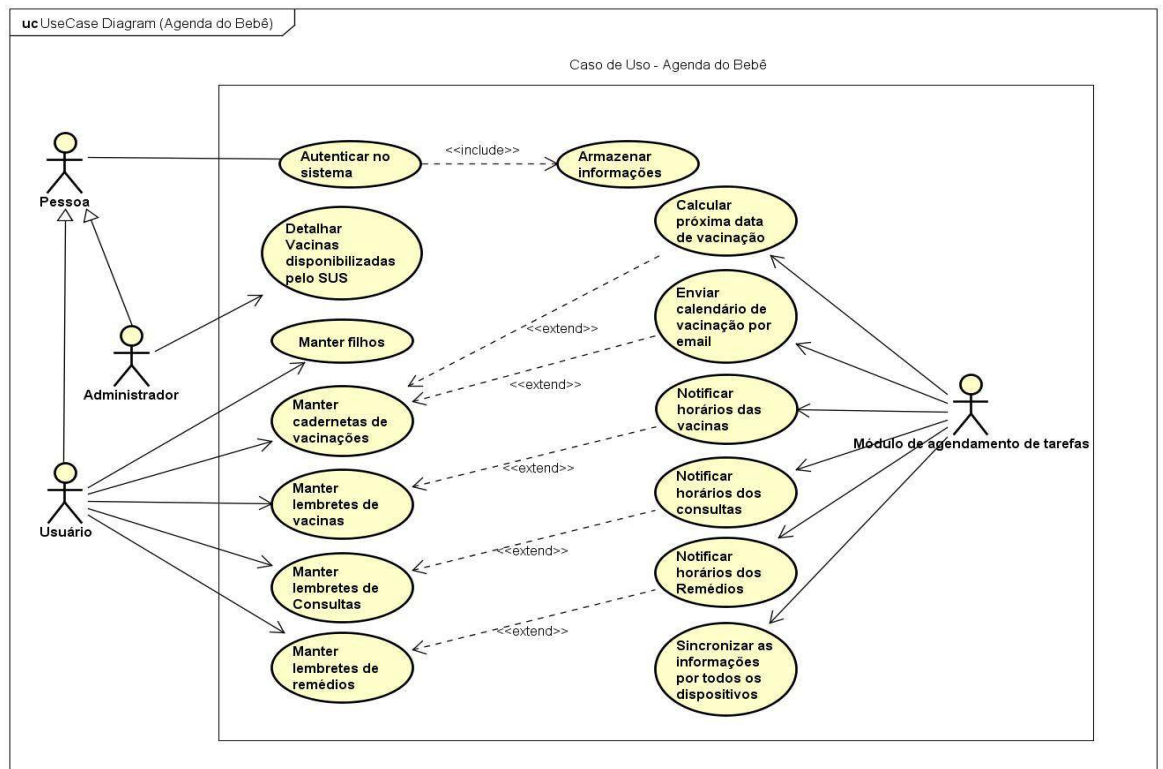
## 3.2 Modelagem do Aplicativo

Para o processo de análise e projeto desse aplicativo empregou-se os seguintes diagramas da linguagem de modelagem *UML (Unified Modeling Language)*: diagrama de casos de uso, diagrama de classes, diagrama de sequência e diagrama de atividades. Para BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON (2006), a *UML* é uma linguagem-padrão para elaborar a estrutura de projeto de *Softwares* que pode ser aplicada desde a visualização, a especificação, construção e documentação de artefatos que façam

uso de sistemas complexos de *Software*.

### 3.2.1 Diagrama de Casos de Uso

A Figura 1 ilustra o Diagrama de Casos de Usos do aplicativo.



powered by Astah

Figura1: Diagrama de Casos de Uso da Agenda do Bebê

Fonte: Elaborada pelos autores.

Ao visualizar a Figura 1, são observadas as funcionalidades que foram propostas para o desenvolvimento do aplicativo.

### 3.2.2 Diagrama de Atividades

Para esse fluxo foram elaborados dois diagramas: o primeiro contendo o fluxo realizado por um usuário dentro do aplicativo. E o segundo, contendo o processo da rotina de notificação que o aplicativo realiza.

#### Diagrama de Atividades do usuário iniciando a Agenda do Bebê

A Figura 2 ilustra o mapeamento do todo fluxo do processo que é iniciado pelo usuário no aplicativo, demonstrando através do diagrama de atividades.



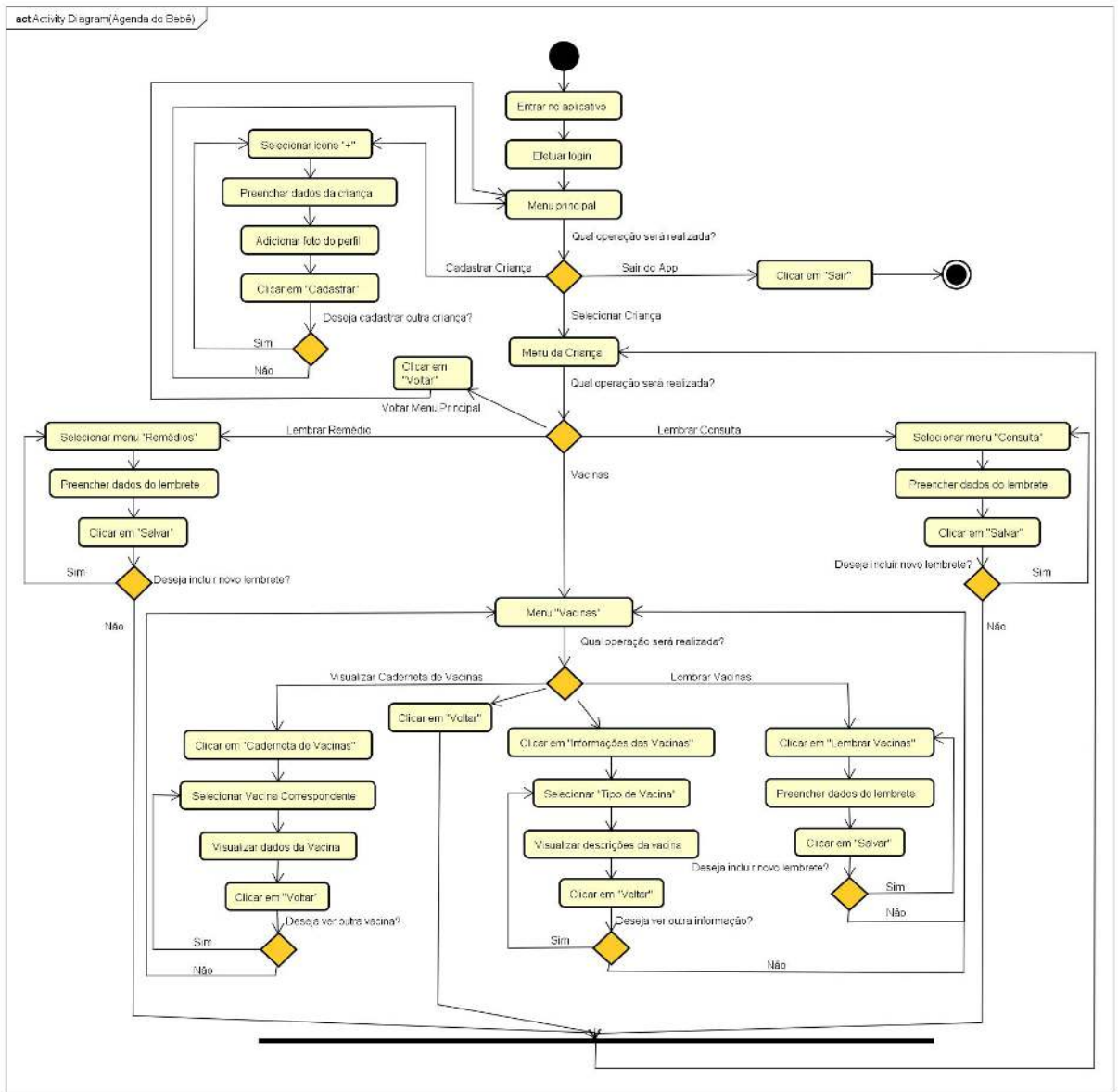
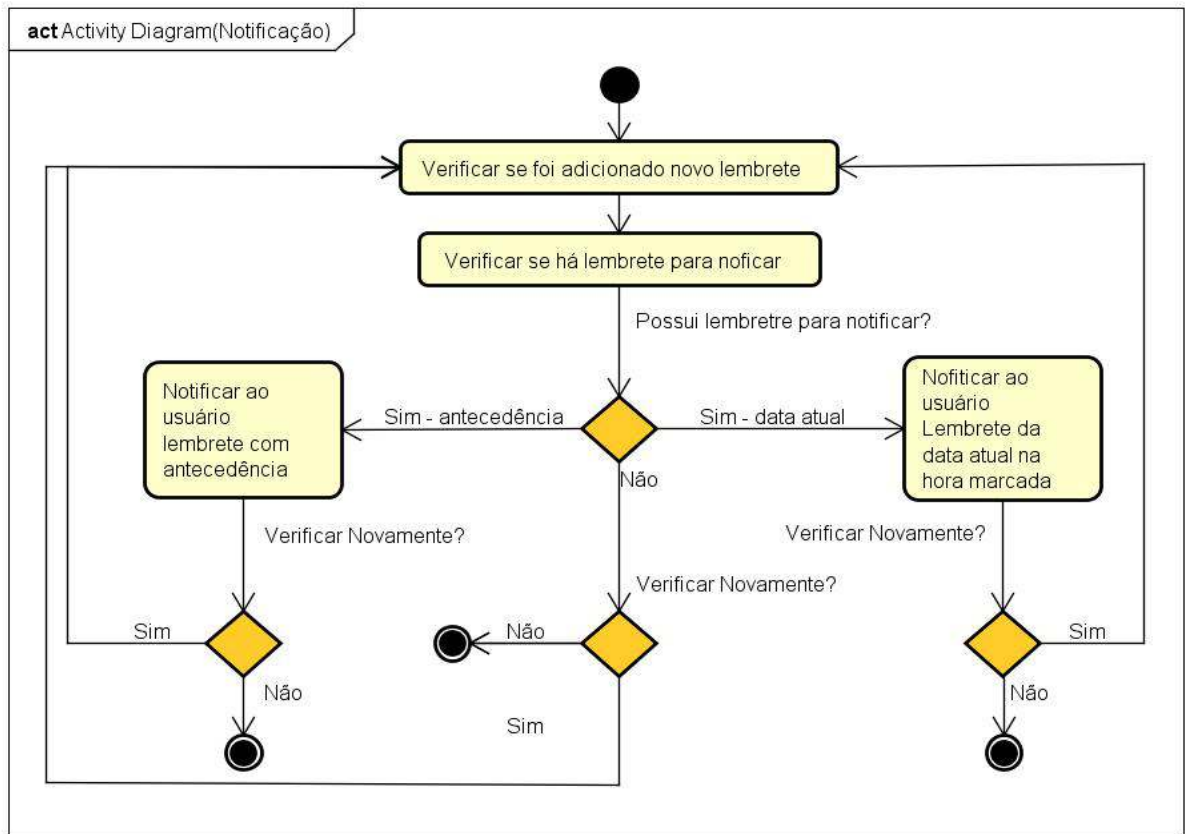


Figura 2: Diagrama de Atividades do usuário iniciando a Agenda do Bebê  
 Fonte: Elaborada pelos autores.

### Diagrama de Atividades – Rotina de notificação do aplicativo

Na Figura 3 é demonstrado o fluxo da rotina que o aplicativo realiza para notificar um determinado lembrete.



powered by Astah

Figura 3: Diagrama de Atividades da rotina de notificação do aplicativo

Fonte: Elaborada pelos autores.

Nesse fluxo é demonstrado como é realizado o processo que o aplicativo efetua para verificar se há notificações para serem realizadas e dessa forma fazê-la, caso tenha, ou não se não houver nenhuma notificação no momento.

### 3.3 Protótipos do aplicativo

Foram desenvolvidos os protótipos das telas dos aplicativos para uma melhor visualização de suas funcionalidades, como pode ser visto abaixo:



Figura 4: Tela inicial



Figura 5: Tela cadastro filhos



Figura 6: Tela lista de filhos



Figura 7: Tela do menu

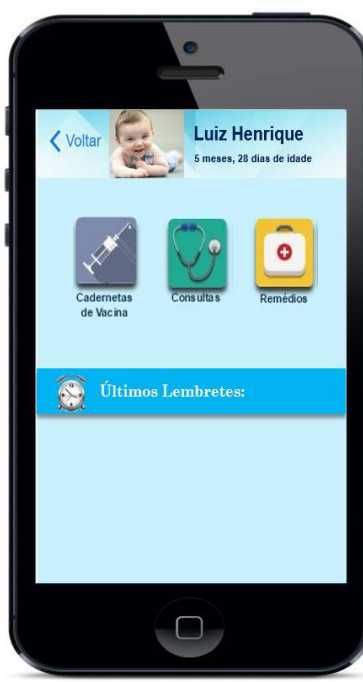


Figura 8: Tela de funções

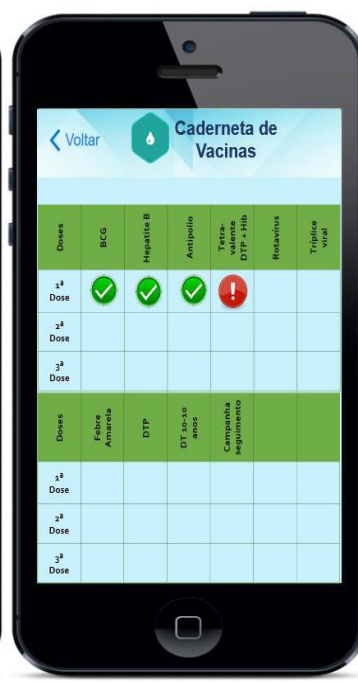
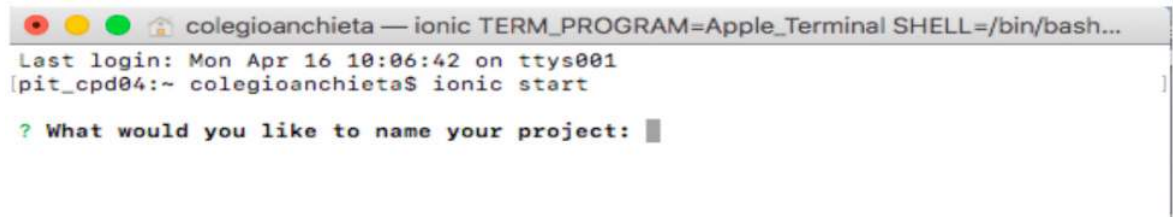


Figura 9: Tela caderneta

De acordo com Góes (2014, p. 47), a prototipação “[...] é utilizada para demonstrar as interfaces do sistema com o usuário, capturar os requisitos, testar as interfaces do sistema antes de ele ser finalizado, facilitar a compreensão dos usuários, reduzir ambiguidades e inconsistências”.

### 3.4 Arquitetura, tecnologias utilizadas e implementação do aplicativo

O aplicativo foi desenvolvido utilizando o *framework Ionic*, onde é possível criar aplicativos de forma *WEB* e nativos para as principais lojas de aplicativos, com base em um único código. O aplicativo foi criado por meio da *interface* de linha de comando (*CLI*), além de utilizado o Cordova para criar e implantar como um aplicativo nativo. Isso significa que foi necessário instalar alguns utilitários para desenvolver.



```
colegioanchieta — ionic TERM_PROGRAM=Apple_Terminal SHELL=/bin/bash...
Last login: Mon Apr 16 10:06:42 on ttys001
[pit_cpd04:~ colegioanchieta$ ionic start
? What would you like to name your project: █
```

Figura 10: Exemplo de interação com *CLI*

Fonte: Elaborada pelos autores.

O Cordova envolve os códigos do aplicativo (*HTML / JavaScript*) em um contêiner nativo para que possa acessar as funções nativas de várias plataformas.

```
100 loadEventThisMonth() {
101     this.eventList = new Array();
102     var startDate = new Date(this.date.getFullYear(), this.date.getMonth(), 1);
103     var endDate = new Date(this.date.getFullYear(), this.date.getMonth()+1, 0);
104     this.calendar.listEventsInRange(startDate, endDate).then(
105         (msg) => {
106             msg.forEach(item => {
107                 this.eventList.push(item);
108             });
109         },
110         (err) => {
111             console.log(err);
112         }
113     );
114 }
```

Figura 11: Utilizando plugin nativo *Calendar*

Fonte: Elaborado pelos autores.

Foi utilizado o *Angular* para desenvolver o aplicativo, o *Angular* é uma plataforma que facilita a criação de aplicativos *WEB*. Combinando modelos decorativos, injeção de dependência, ferramentas e integração.

```

40 import { NgxErrosModule } from '@ultimate/ngxerrors';
41 import { AuthService } from '../services/auth.service';
42 import { firebaseConfig } from '../config';
43 //Notification
44 import { LocalNotifications } from '@ionic-native/local-notifications';
45 import { VacinaPage } from '../pages/vacina/vacina';
46
47 export function createTranslateLoader(http: HttpClient) {
48   return new TranslateHttpLoader(http, './assets/i18n/', '.json');
49 }
50
51
52 @NgModule({
53   declarations: [
54     MyApp,
55     HomePage,
56     SignupPage,
57     StartPage,
58     AddchildrenPage,
59     AddEventPage,
60     MychildrenPage,
61     BbcalendarPage,
62     AddmedicinePage,
63     GoogleLoginComponent,
64     EditEventPage,
65     VacinaPage
66   ],
67   imports: [
68     BrowserModule,
69     NgxErrosModule,
70     AngularFireAuthModule,
71     HttpClientModule,
72     AngularFireDatabaseModule,
73     AngularFirestoreModule, // imports firebase/firestore, only needed for database features
74     AngularFireModule.initializeApp(firebaseConfig.fire),
75     TranslateModule.forRoot({
76       loader: {
77         provide: TranslateLoader,
78         useFactory: (createTranslateLoader),
79         deps: [HttpClient]
80       }
81     }),
82     IonicModule.forRoot(MyApp, {
83       monthNames: ['janeiro', 'fevereiro', 'mar\u00e7o', 'abril', 'maio', 'junho', 'julho', 'agosto', 'setembro', 'outubro', 'novembro', 'dezembro' ],
84       monthShortNames: ['jan', 'fev', 'mar', 'abr', 'mai', 'jun', 'jul', 'ago', 'set', 'out', 'nov', 'dez' ],
85       dayNames: ['domingo', 'segunda-feira', 'ter\u00e7a-feira', 'quarta-feira', 'quinta-feira', 'sexta-feira', 's\u00e1bado' ],
86       dayShortNames: ['dom', 'seg', 'ter', 'qua', 'qui', 'sex', 's\u00e1b' ],
87     })
88   ],
89   bootstrap: [IonicApp],
90   entryComponents: [

```

Figura 12: Utilizando *Angular*

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 12 mostra os módulos e páginas importados para utilizar no aplicativo. Alguns módulos necessitam ser inicializados com o aplicativo, como por exemplo: *FirebaseAuth* (módulo de autenticação do *Firestore*).

### 3.4.1 Exemplo da tela de login

*Login* é o processo de autenticação do usuário para acessar o aplicativo. O aplicativo utiliza o *Firestore* para validar os dados do usuário.

A Figura 13, representa o código de autenticação do usuário.

```

36 login() {
37   let data = this.loginForm.value;
38
39   if (!data.email) {
40     return;
41   }
42
43
44   let credentials = {
45     email: data.email,
46     password: data.password
47   };
48   this.auth.signInWithEmail(credentials)
49     .then(
50     () => {
51       this.fire.auth.currentUser.emailVerified ? this.navCtrl.setRoot(StartPage) : this.confirmEmail(credentials.email),
52       error => this.loginError = error.message
53     });
54 }
55

```

Figura 13: Código de autenticação do aplicativo

Fonte: Elaborado pelos autores.

O aplicativo envia o *e-mail* e senha para o *Firebase*, que por sua vez, pode retornar um dos códigos abaixo:

- ***auth/invalid-e-mail***

Lançada se o endereço de *e-mail* não for válido.

- ***auth/user-disabled***

Lançada se o usuário correspondente ao *e-mail* fornecido tiver sido desativado.

- ***auth/user-not-found***

Lançada se não houver usuário correspondente ao *e-mail* fornecido.

- ***auth/wrong-password***

Lançada se a senha for inválida para o *e-mail* fornecido, ou a conta correspondente ao *e-mail* não tiver uma senha definida.

### 3.4.2 Exemplo tela de cadastro

Conforme visto na Figura 15, o usuário poderá clicar no botão inferior (Cadastre-se) para criar o perfil então fazer *login* no aplicativo.

Para criar uma conta para o usuário basta enviar o *e-mail* e senha para o servidor do *Firebase*.



```

32 | signup() {
33 |   let data = this.form.value;
34 |   let credentials = {
35 |     email: data.email,
36 |     password: data.password
37 |   };
38 |
39 |
40 |   this.auth.signup(credentials).then(
41 |     () => this.navCtrl.setRoot(HomePage),
42 |     error => this.signupError = error.message
43 |   );
44 |
45 |
46 | }
47 |
48 |

```

Figura 14: Código para criar um usuário com *e-mail* e senha

Fonte: Elaborada pelos autores.

a Figura 15, o usuário coloca seus dados e então clica no botão inferior da tela: Pronto.

Figura 15: Tela de cadastro de usuário

Fonte: Elaborada pelos autores.

Em caso de erro é emitido uma mensagem:

- ***auth/e-mail-already-in-use***

Lançada se já existir uma conta com o endereço de *e-mail* fornecido.

- ***auth/invalid-e-mail***

Lançada se o endereço de *e-mail* não for válido.

- ***auth/operation-not-allowed***

Lançada se as contas de *e-mail* / senha não estiverem ativadas.

- **auth/weak-password**

Lançada se a senha não for forte o suficiente.

```
25 <ion-grid>
26
27   <ion-row>
28     <ion-col>
29       <div style="text-align:center">
30         Ao nascer
31       </div>
32     </ion-col>
33   </ion-row>
34
35 </ion-grid>
36
37 <ion-row (click)="listafilho? clicaGrid(listafilho, 'BCGID', 'BCG - ID'): '' " [class.vacinaok]="BCGID">
38   <ion-col>
39     BCG - ID
40   </ion-col>
41   <ion-col>
42     Dose única
43   </ion-col>
44 </ion-row>
45
46 <ion-row (click)="listafilho? clicaGrid(listafilho, 'Hepatite', 'Hepatite B'): '' " [class.vacinaok]="Hepatite">
47   <ion-col>
48     Hepatite B
49   </ion-col>
50   <ion-col>
51     Dose ao nascer
52   </ion-col>
53 </ion-row>
54
55 </ion-grid>
56
57
58
59
60 <ion-grid>
61
62   <ion-row>
63     <ion-col>
64       <div style="text-align:center">
65         ? macac
```

Figura 16: Código da tela de vacinas

Fonte: Elaborada pelos autores.

Para elaboração desta tela, foi utilizada uma malha formada pela interseção de um conjunto de linhas horizontais e um conjunto de linhas verticais do *Ionic*.

### 3.5 Outras telas Desenvolvidas

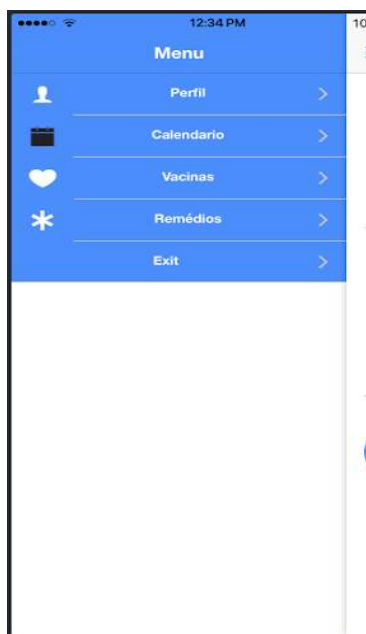


Figura 17: Tela de menu

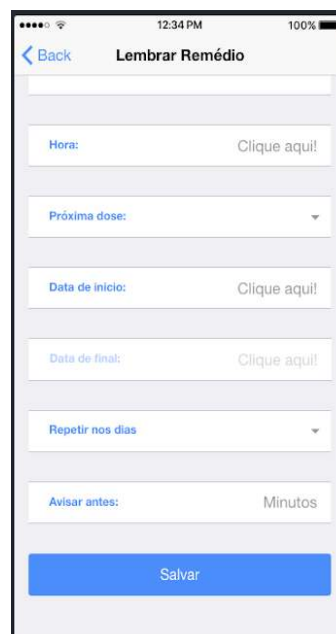


Figura 18: Tela do cadastro de remédio

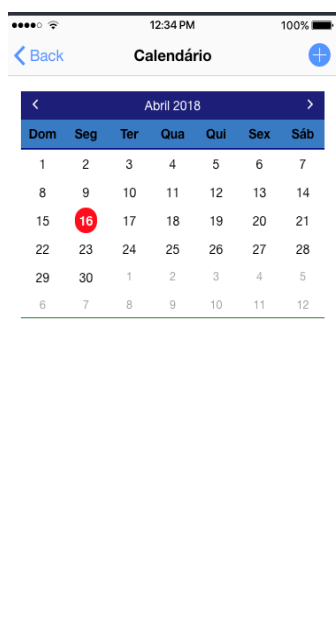


Figura 19: Tela do calendário

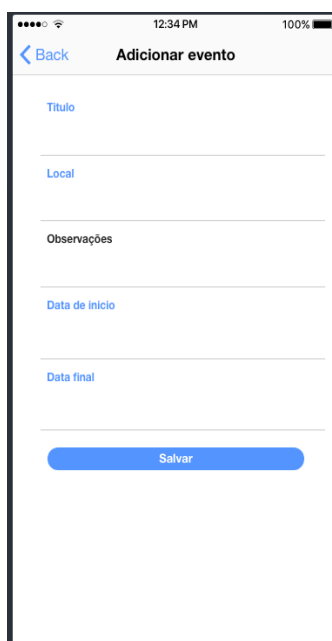


Figura 20: Tela de eventos



Figura 21: Tela da caderneta

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao término da realização de todo o estudo e análise dos assuntos que foram abordados no referencial teórico, obteve-se uma maior abrangência de todas as ferramentas que foram abordadas durante o processo de desenvolvimento do *Software*, sendo esse finalizado atendendo as expectativas dentro do prazo estipulado.

A pesquisa bibliográfica teve um grande papel no aprofundamento dos estudos das ferramentas que são necessárias no desenvolvimento desse aplicativo. Além de

correlacionar assuntos como maternidade, Metodologia Ágil e Kanban, dentre outros.

Foi possível notar como é o funcionamento dos *frameworks* através do respaldo realizado dentre as pesquisas dos assuntos que envolvem a área de desenvolvimento de *Software*. Nota-se a grande relevância que esses assuntos demonstram para o profissional de desenvolvimento, visto que assim, obtém-se maior conhecimento das tecnologias empregadas em um desenvolvimento de um aplicativo *mobile* específico.

Com isso, foi possível concluir com êxito todos os objetivos específicos que foram definidos anteriormente. Além do objetivo principal desse trabalho que era o desenvolvimento de um aplicativo, utilizando a plataforma *iOS* e *Android* para responder a seguinte questão: O que é necessário para desenvolver um sistema *mobile* que possa auxiliar aos pais em especial aos de “primeira viagem”?

Respondendo essa pergunta, é notório que mesmo existindo muitos facilitadores para um desenvolvimento de *Software*, com é o caso dos *frameworks*, é imprescindível realizar todo um planejamento antes de iniciar qualquer processo de desenvolvimento de um aplicativo, para que esse possa ser entregue com êxito ao final do prazo. Além disso, é preciso efetuar levantamento e análise de requisitos e criação de regras de negócios, para construir um aplicativo que atenda às necessidades específicas. A realização de uma modelagem tanto *UML*, quanto de banco de dados se faz necessária para dessa forma, obter uma melhor representação e visualização de como será o funcionamento do aplicativo, e para assegurar o armazenamento dos dados cadastrados.

Não menos importante, a tecnologia para o aplicativo precisa ser proposta com cuidado, igualmente a metodologia utilizada durante o desenvolvimento, para que assim o aplicativo seja possível de ser desenvolvido e entregue dentro do prazo.

Um das finalidades dos autores com esse trabalho foi também mostrar que o desenvolvimento de um aplicativo pode ser de certa forma complexo, entretanto, esse pode vir a ser executado e servir de auxílio às pessoas, quer seja aos pais, ou a qualquer outra necessidade que haja no mercado.

#### 4.1 Limitações e Sugestões de Novas Perspectivas para Pesquisa

Alguns itens definidos no escopo não puderam ser implementados visto o curto tempo de pesquisa, que são as funcionalidades de enviar por *e-mail*. Entretanto, as funcionalidades não atendidas eram apenas requisitos desejáveis, sendo assim, esses requisitos não atrapalham no funcionamento do sistema, sendo apenas um bônus para o mesmo, podendo ser implementado posteriormente.

O objetivo principal desse trabalho foi cumprido, onde foi realizado o desenvolvimento de um sistema em ambiente *mobile*, utilizando a plataforma *iOS* e *Android*, tendo como principal público alvo, usuários que possuem filhos, como pais de “primeira viagem”, por exemplo. Esse aplicativo tinha como foco o provimento de uma agenda virtual, para auxiliar seus usuários através de lembretes de tarefas que são importantes no desenvolvimento de crianças.

Contudo, perspectivas relevantes propostas é a implementação de funcionalidades que permitam ao usuário poder comprar remédios pelo próprio aplicativo através de parcerias com uma farmácia inicialmente, podendo expandir para mais farmácias posteriormente. Além disso, possibilitar incluir imagens de receitas de remédios tanto para a compra de remédios quanto para sua visualização em uma consulta com o médico ou quando houver outra necessidade. Tendo ainda, a avaliação de usabilidade e *user experience* (UX) do sistema, uma continuação da pesquisa, para que dessa formar possa ser colhido um melhor *feedback* do produto além de analisar e ajustar as dificuldades que surjam durante o seu uso, visando oferecer uma melhor experiência ao usuário.

## REFERÊNCIAS

ANATEL. **Brasil ultrapassa um celular por habitante**. 2010. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br>>. Acesso em: 12/09/2017.

ANAUATE, C.; AMIRALIAN. **A importância da intervenção precoce com pais de bebês que nascem com alguma deficiência**. Curitiba: Educar, 2007.

BOOCH, G; RUMBAUGH, J; JACOBSON, I: **UML, Guia do Usuário**: Rio de Janeiro, Campus, 2006.

CONSTANTINO, A.; CAMILLERI, E; KAPETANAKIS, M. **Mobile Developer Economics 2010 and Beyond**. Londres: Visionmobile, 2010.

DESSER, N. A. **Adolescência, sexualidade e culpa**: um estudo sobre a gravidez precoce nas adolescentes brasileiras. Rio de Janeiro: Rosa dos Tempos, 1993.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

GÓES, W. M. **Aprenda UML por Meio de Estudos de Caso**. São Paulo: Novatec, 2014.

LIDZ, T. **A pessoa**: seu desenvolvimento durante o ciclo vital. Porto: Artes Médicas, 1983.

MOLINA, M. E. **Transformaciones Histórico Culturales Del Concepto de Maternidad y sus Repercusiones em la identidad de La Mujer**. Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile, 2006.

OBERMAN, Y.; JOSSELSON, R. **Matrix of tensions**: A model of mothering. *Psychology of Women Quarterly*, 1996.

## AGILE PROJECT-BASED LEARNING TO COPE WITH THE COMPUTER PROGRAMMING EDUCATION AT BRAZILIAN HIGHER EDUCATION: A RESEARCH PROPOSAL

**Alexandre Grotta**

Universidade de São Paulo  
São Paulo, SP, Brasil

**Edmir Parada Vasques Prado**

Universidade de São Paulo  
São Paulo, SP, Brasil

**RESUMO:** A educação em programação de computadores (ED-PROG) é fundamental para o curso de Sistemas de Informação e áreas afins. No entanto, ensinar programação por meio de métodos tradicionais tem se tornado muito desafiante. Há mudanças na maneira de aprender das novas gerações e há novas máquinas computacionais para se programar. Neste contexto, a Aprendizagem Baseada em Projeto (PjBL) possui potencial para beneficiar o ED-PROG, principalmente a Aprendizagem Baseada em Projeto Ágil (APjBL). Por outro lado, foram encontrados poucos estudos relevantes relatando a utilização de PjBL no contexto nacional e latino-americano para a ED-PROG. Assim, esta pesquisa propõe analisar os benefícios de um método APjBL com relação ao método tradicional de ensino. Como método APjBL, se propõe uma versão adaptada do AMoPCE (*Agile Model for Projects in Computing Education*). Como critérios de comparação, propõe-se medir o rendimento escolar, a motivação para aprender, a comunicação e o

aspecto profissional dos estudantes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Programação de Computadores. Método de Ensino. Aprendizagem baseada em projeto. Aprendizagem baseada em projeto ágil.

**ABSTRACT:** Computer programming education (ED-PROG) is a fundamental subject to System Analysis Bachelor and related graduation courses. In general, teaching programming using traditional methods has become much more challenging due to many reasons, such as changes in the manner new generations are prone to learn and the arising of new programmable devices like robots and intelligent ambient. In this context, Project-Based Learning may offer potential benefits to ED-PROG, mainly Agile Project-Based Learning (APjBL). However, there are a few relevant studies relating PjBL and ED-PROG in Brazilian. Therefore, we propose to analyze the benefits of the APjBL when compared to the traditional Brazilian teaching method. We also propose the Agile Model for Projects in Computing Education (AMoPCE) as the APjBL teaching method, which was originated from previous researches and that we adapted to this context. As the comparison criteria, we propose to evaluate the benefits to students' grades, motivation to learn, communication, and profession.

**KEYWORDS:** Computer Programming.



## 1 | INTRODUCTION

Recent studies have reported challenges at Information Systems (IS) higher education and related courses at both developed and underdevelopment countries. Challenges such as the high evasion or falling rates and the lack of interest by new entrants. Part of these challenges is related to computer programming education (ED-PROG). Within this context, in order to enhance the ED-PROG, there are at least three relevant aspects: (i) the teaching methods, (ii) the students' grade and (iii) the student's motivation to learn. Improvements on the teaching methods are known to be related with improvements in students' performance. Thus, Project-Based Learning (PjBL) might be used as an alternative teaching method, given its effectiveness when compared to the traditional teaching methods. Among different PjBL approaches, the Agile Project-Based Learning (APjBL) tends to be more effective given its simplicity, adaptability and its origins related to the software development (SILVA FILHO et al., 2007; MONETT, 2013; VEGA; JIMÉNEZ; VILLALOBOS, 2013; SHANNON; WARD, 2014; GANNOD et al., 2015; SEMESP, 2015; LISTON; FRAWLEY; PATTERSON, 2017).

Although APjBL may help students to improve the ED-PROG, including but not limited to, student's grades and motivation, this research identified via a systematic literature review (SLR) that a few relevant reports came from Latin America or Brazilian context. Therefore, this research proposes the following leading objective: to analyze the main benefits of the APjBL teaching method when compared to a traditional teaching method, mainly the students' academic performance, motivation to learn, verbal communication and vocational inquiry aspects. As a comparison criterion, we propose to evaluate the students' academic performance, motivation to learn, verbal communication and vocational inquiry aspects. We also propose the Agile Model for Projects in Computing Education (AMoPCE) as the APjBL teaching method, which was originated from previous researches and that was adapted to this context. This research will adopt an experimental approach via a quasi-experiment at the System Development and Analysis higher education course, during the first semester of 2018.

The remaining of the research proposal is as follows. Section 2 describes the research problem. Section 3 presents the proposed solution. Section 4 addresses the solution evaluation. Section 5 reports the partial results. Section 6 presents the research conclusion.

## 2 | PROBLEM DESCRIPTION

ED-PROG is still considered very challenging for both students and educators.

Students might experience difficulties to learn computer programming due to many reasons, given it is considered a very complex and mentally demanding process. It requires a long learning curve. All these challenges might result in high evasion rate, such as those found at introductory programming courses (ABDOOL; POORANSINGH, 2014; AUTHORITY, 2017; GIRAFFA; MORAES; UDEN, 2014; ISKANDER, 2008; QUEIRÓS, 2014; VEGA; JIMÉNEZ; VILLALOBOS, 2013).

PjBL classes are bounded by real-world challenges and also by collective knowledge. Besides, PjBL might help students to deal with a second foreign language, such as the context found in Latin America IS courses. There were also reports that PjBL enhances students' grades and motivation in computer programming contexts (GOULDING, 2013; QUEIRÓS, 2014; THOMAS, 2017; ZOUGANELI et al., 2014).

However, applying PjBL to the ED-PROG may not be a standard or straightforward process. Therefore, we propose to join three different aspects, as follows: #1, the education aspect; #2, the project management aspect and #3 the PjBL outcomes and benefits. Thus, the original study (GROTTA; PRADO, 2018a) was adapted to this book chapter, and merged with another study (GROTTA; PRADO, 2018b), including the adaptation of Figure 1 as follows:

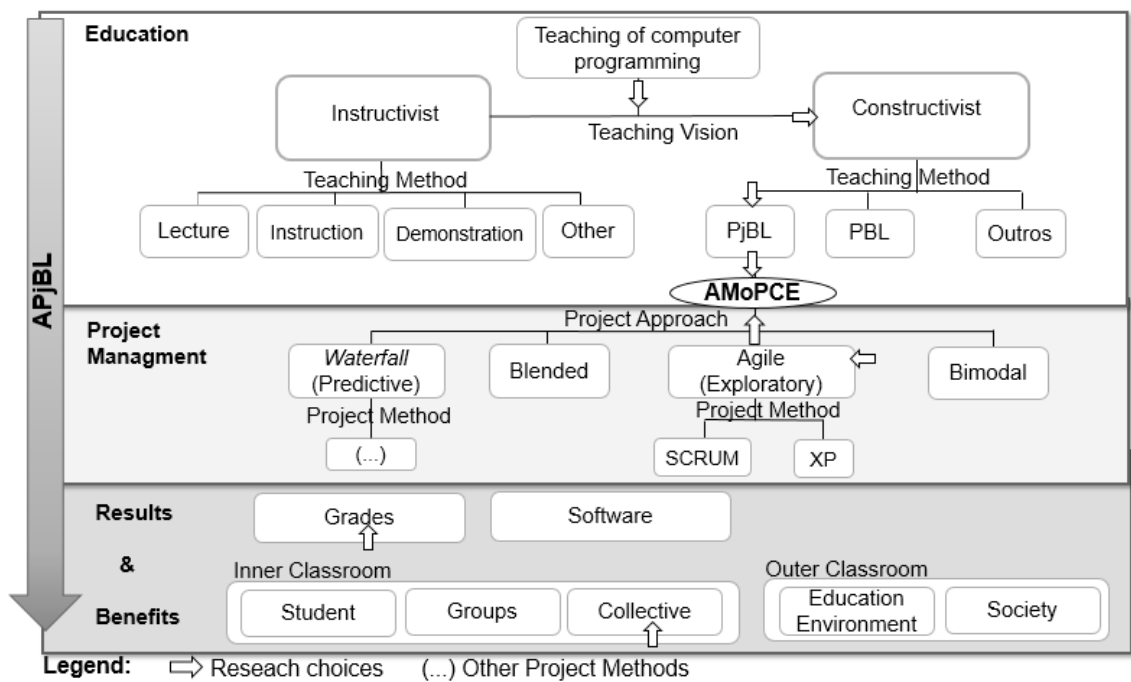


Figure 1. Research base concepts

Source: Adapted from GROTTA and PRADO (2018a, 2018b)

In figure 1, the first lane is education. In the need of defining traditional and non-traditional education, we chose to classify teaching methods under two distinct education visions: the instructivist and the constructivist visions. Instructivist vision is also known as a professor-centric approach, in which knowledge is mainly passed via instructions to the students, such as lectures. The constructivist vision states that students construct their own knowledge, such as PjBL or problem-based learning (PBL)

methods. Anyhow, the education processes are usually a gradient set into middle points of this *continuum* (PAYNE, 2009; BIGGS; TANG, 2011; PORCARO, 2011; GUZMAN-RAMIREZ; GARCIA, 2013; BELL C., 2016).

The second aspect relates to the project management, in which there are both project methods and project approach. Many of them were created asides the education environment such as project approaches (Agile, Waterfall or Blended) and its related project methods. Thus, choosing APjBL as teaching education method implies the need to bind the process of project management and education (TARNE, 2007; PMI, 2017a; AXELOS, 2018).

The third aspect relates to outcomes & benefits, come from both education and business projects lanes. Regarding education projects, students' grades are the most common outcomes from any course. Other additional students' outcome might relate to non-grades measures, such as motivation (GROTTA; PRADO, 2018b).

### 3 | PROPOSED SOLUTION

This work adopts the causal research with quali-quantitative analysis (also known as mixed analysis). This choice was based on the interest of understanding the phenomenon - PjBL - and its relations with the benefits variables, such as students' grades and motivation. This approach is relevant to multidisciplinary contexts, where qualitative and quantitative data give each other mutual support. Thus, this research adopts the educational quasi-experimental to be executed at a real university and a real semester (BELL, 2005; SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2006; CRESWELL, 2009) J.W. (2014).

The main objective of this research was split into four specific objectives. Specific objective 1: Identify and describe the project methods and project approaches that are related to the ED-PROG, including the most suitable method to the Brazilian context. Specific objective 2: Identify the impact on students' grades and motivation after the use of PjBL as an alternative programming teaching method. Specific objective 3: Identify the students' benefits of PjBL. Specific objective 4: Compare the APjBL teaching method to the traditional programming teaching method in Brazilian Information System higher education, by analyzing the benefits to students' grades, motivation to learn, verbal communication and vocational inquiry aspects.

Based on findings produced by an SLR (Systematic Literature Review) (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007) conducted by this research, AMoPCE (ROMEIKE; GÖTTEL, 2012; KASTL; KIESMÜLLER; ROMEIKE, 2016) was selected as the most suitable APjBL method to this research. AMoPCE is a teaching method that simplified Agile most relevant principles and applied them to computer education, thus resulting in a supportive teaching method. All principles were adapted from the original studies are described in figure 2:

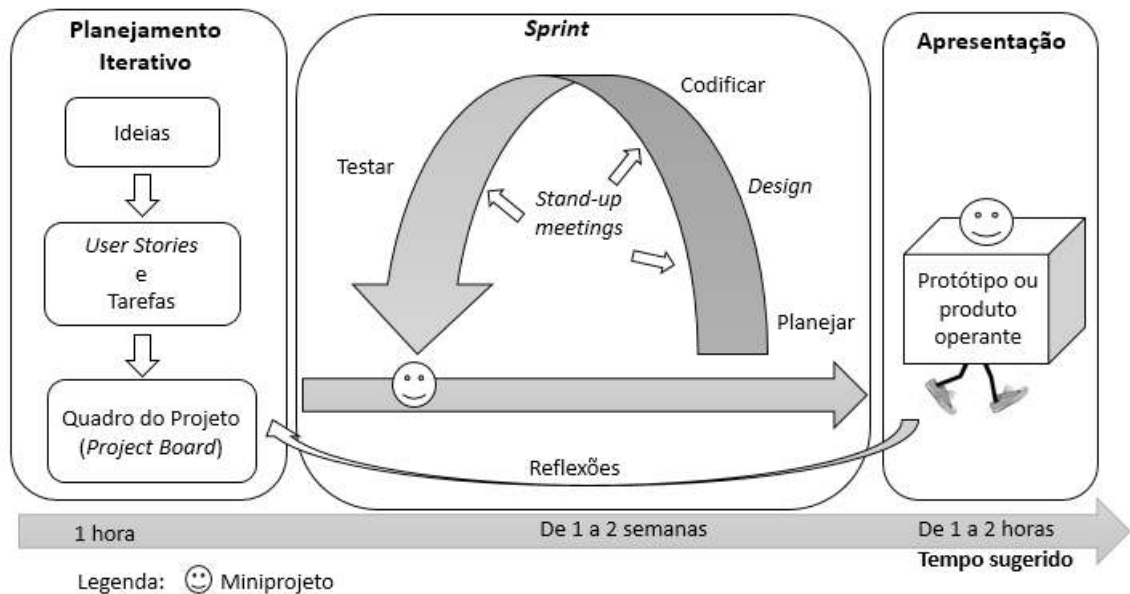


Figure 2. Adapted version of AMoPCE

Source: Adapted from ROMEIKE and GÖTTEL (2012) and KASTL, KIESMÜLLER, and ROMEIKE (2016)

At this research, professors will be able to adapt the most suitable principles of agile project-based learning to their programming courses to cope with the computer programming education. In order to make principles easier to be understood and applied by the professors, the original 14 principles (ROMEIKE; GÖTTEL, 2012; KASTL; KIESMÜLLER; ROMEIKE, 2016) were consolidated into seven Agile principles as follows:

(1) **Collaborative planning:** lane that includes the planning activities of AMoPCE: generation of ideas, planning of the user stories and their related tasks. Tracking tasks and deliverable by a project board.

(2) **Iteration:** The iteration is considered a core value from AMoPCE. This is a small chunk of time, usually between one and two weeks, in which it occurs the development of the planned software. The activities follow the plan, design, code, and test sequence.

(3) **Standup meeting:** this Agile principle is a short 10 to 15 minutes meeting, in which all members stand up to report what they did, what they plan to do today, and what are the issues and difficulties;

(4) **Pair programming:** Agile principle the two people join together to solve a programming task or challenge. One person leads the computer programming task, while the other one gives directions and suggestions. After a certain point, they change position.

(5) **Keep it simple:** Principle of doing the simplest solution to achieve the objective, such as learning from the simplest topics first as much as possible.

(6) **Planning poker:** a quick collective game in which all participants give their best estimate to a challenge, usually the estimation of tasks during the planning phase.

(7) **Presentation**: mini-project should be reviewed collaboratively whenever as possible. Additionally, based on Agile principles, it is encouraged the inclusion of non-punitive assessments named as reflections.

The SLR also indicated that the main benefits of the PjBL to students are grades, motivation, communication and the professional aspect.

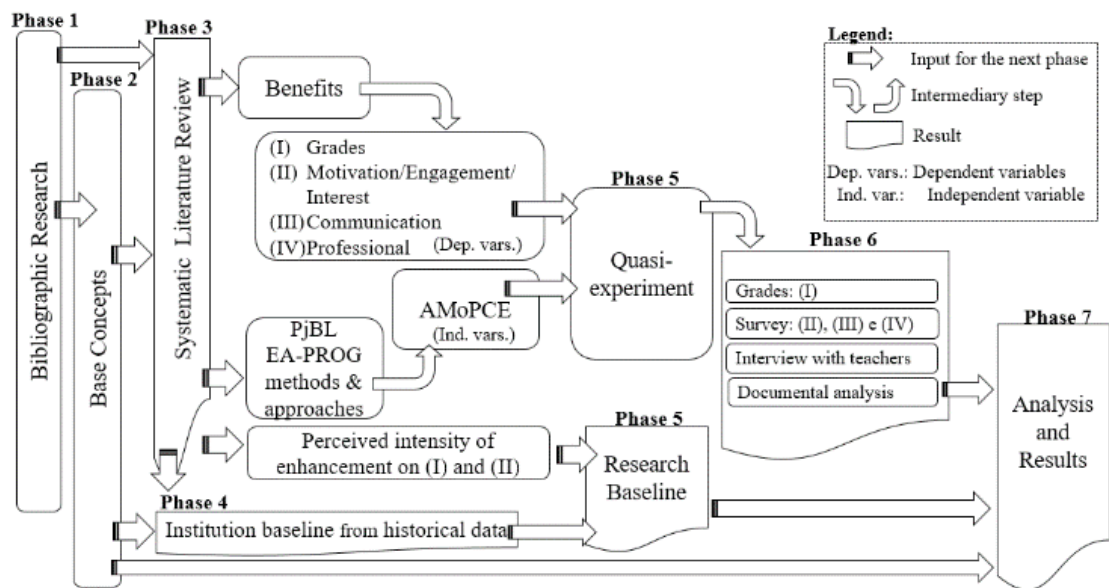


Figure 3. Research phases diagram.

Source: Adapted from GROTTA and PRADO (2018a)

Given the base concepts, this study narrowed down these benefits into four leading hypotheses, and their respective research variables, as follows. **H1**: AMoPCE benefits students' grades. **H2**: AMoPCE benefits students' motivation to learn. **H3**: AMoPCE benefits students' verbal communication and **H4**: AMoPCE benefits students' vocational exploration, according to figure 3:

Phase 4 will provide historical data collected from past courses to support the research analysis. On phase 5, there will be two groups participating to the quasi-experiment: first, the experimental group will be subjected to APjBL principles; second, the comparison group will learn computer programming according to the Institution traditional ED-PROG. On phase 6, it will be collected students, professors, and historical data. On phase 7, it will occur the analysis and the result reporting of this research.

## 4 | SOLUTION EVALUATION

The researched Institution is located at San Paulo state, Brazil. Given the resources and time constraints that are naturally applied to a Master Thesis, the scope of this proposal is limited to a single site only. The scope might be extended to the Brazilian and Latin America contexts in a near future during a Doctoral phase. Additionally, the Researched Institution has other *campi* across San Paulo state, which may support

possible future researches.

The programming courses are part of a higher education program named Information Systems Analyses and Development. In order to evaluate these impacts, AMoPCE will be applied to programming courses by professors who may voluntarily give their contribution to this research. Given the time and resources constraints, a suggested by (KASTL; KIESMÜLLER; ROMEIKE, 2016), collective and individual workshops will be conducted with the professors, in addition to the research documentation. And each professor will be supported constantly by the researcher during the entire research.

On phase 6, data will be collected from the students, from the professors and from historical data. Students' data will be collected via an electronic survey, as close as possible to the end of each course. The data will be acquired from both the experimental and comparison groups. Surveys will be adapted from the following studies: motivation to learn (BORUCHOVITCH, 2008); verbal communication (MORIMOTO, 2016) diversity has been becoming a big trend among Japanese companies. As a result, a high level of communication skills is required of employees. The mainstream information technology (IT; vocational exploration (TEIXEIRA; BARDAGI; HUTZ, 2007), been one of the intended contributions of this work. Students' data will result in quantitative measures. On the other hand, professors' perspectives, including their observations about the three non-grading measures, will be collected via a semi-structured interview, thus resulting in qualitative data.

Phase 7 will have descriptive and inferential results based on phase 6 data. The evaluation will occur in four steps. First, the quantitative data will subject to descriptive statistic; content analysis will address the qualitative data. Second, it will be used Analysis of Variance (ANOVA). Third, the qualitative data professor interview will be analyzed via context analysis. Fourth, the final results will be consolidated and published.

## 5 | COMPLETED ACTIVITIES

Phases 1 and 2 were mainly developed in 2017 as part of the Master Thesis, and are the research base concepts. Phase 3 was an SLR (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007), in which the specific objectives were achieved. Phases 4 and 5 are planned to start in Mar 2018 and the research is planned to end in July 2019. Based on preliminary studies on phase 4, for procedural classes (ANDERSON et al., 2001), it was found a relation between constructivist teaching method and students' grades enhancement but it was not found impact on students' frequency.

## 6 | CONCLUSION

IS higher education has been challenged by new generations towards innovative



and flexible teaching methods, as well as by the arising of new programmable devices, such as smartphones, robots, and intelligent ambient. Within this context, APjBL may offer potential benefits to the students. This research proposes to investigate the benefits of AMoPCE, an APjBL teaching method, mainly the students' academic performance, motivation to learn, verbal communication and vocational inquiry aspects, at the Brazilian Information System higher education, when compared to the traditional computer teaching method. In finding benefits to students, AMoPCE might be applied in similar contexts and benefit other students. But even if the research points to similar benefits, AMoPCE might be considered an alternative computer programming teaching method which brings the Agile approach closer to the academic routines. Future researches might investigate the impact of APjBL in developing countries on other particular settings. After all, the revolutionary Agile methods were created to better support software programming.

## REFERENCES

ABDOOL, A.; POORANSINGH, A. An Industry-Mentored Undergraduate Software Engineering Project. In: IEEE FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE (FIE), 44., 2014, Madri. **Proceedings...** Madri: IEEE, 2014. Disponível em: <<https://www.computer.org/csdl/proceedings/fie/2014/3922/00/07044180-abs.html>>. Acesso em: 2-set-2017.

ANDERSON, L. W. *et al.* **A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives.** Pennsylvania: Longman, 2001.

AUTHORITY, H. E. **A Study of Progression in Irish Higher Education.** Dublin: [s.n.]. Disponível em: <<http://hea.ie/assets/uploads/2017/06/A-Study-Of-Progression-in-Irish-Higher-Education-201213-201314.pdf>>. Acesso em: 22-ago-2017.

AXELOS. **What Is PRINCE2? The Definition, History & Benefits.** Disponível em: <<https://www.prince2.com/usa/what-is-prince2>>. Acesso em: 29 jan. 2018.

BELL, J. Abordagens de Pesquisa. *In:*\_\_\_\_\_. **Projeto de Pesquisa: guia para pesquisadores iniciantes em educação, saúde e ciências sociais.** 4. ed. São Paulo: Artmed Editora, 2008. p. 21–22, 135-148.

BIGGS, J. B.; TANG, C. S. Effective teaching and learning for today's universities. *In:*\_\_\_\_\_. **Teaching for quality learning at university.** New York, USA: McGraw-Hill Education, 2011. p. 1–16. (SRHE and Open University Press Imprint, 4).

BORUCHOVITCH, E. Escala de Motivação Para Aprender de Universitários: Propriedades Psicométricas. **Avaliação psicológica**, v. 7, n. 2, p. 127–134, 2008.

CHAN MOW, I. T. Issues and difficulties in teaching novice computer programming. *In:* ISKANDER, M. (Ed.). **Innovative Techniques in Instruction Technology, E-Learning, E-Assessment, and Education.** Dordrecht: Springer Netherlands, 2008. p. 199–204.

CRESWELL, J. W. Mixed Methods Procedures. *In:*\_\_\_\_\_. **Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches.** 3. ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2009. p. 203–226.

GANNOD, G. et al. Agile Way of Educating. In: FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE, 2015, New York: IEEE, 2015. p. 10–12.

GARTNER [*website*]. Implementing Bimodal IT - Delivering on the Promise. Disponível em: <[https://www.gartner.com/it/content/3123400/3123418/october\\_21\\_implementing\\_bimodal\\_smingay.pdf?userId=94941060](https://www.gartner.com/it/content/3123400/3123418/october_21_implementing_bimodal_smingay.pdf?userId=94941060)>. Acesso em: 16-maio-2017.

GIRAFFA, L. M. M.; MORAES, M. C.; UDEN, L. Teaching Object-Oriented Programming in First-Year Undergraduate Courses Supported By Virtual Classrooms. **Springer Proceedings in Complexity**, p. 15–26, 2014.

GOULDING, T. A first semester freshman project: The enigma encryption system in C. **ACM Inroads**, v. 4, n. 1, p. 43–46, 2013.

GROTTA, A.; PRADO, E. Principles of agile project-based learning to cope with the computer programming education at Brazilian Information System higher education. In: WORKSHOP DE TESES E DISSERTAÇÕES EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO, 11., 2018, Caxias do Sul. **Anais...Caxias do Sul - RS**: jun. 2018a. Disponível em: <<http://natal.uern.br/eventos/csbc2018/anais/Anais%20WEI%202018.pdf>>. Acesso em: 01-out-2018.

\_\_\_\_\_. Um ensaio sobre a experiência educacional na programação de computadores: a abordagem tradicional versus a aprendizagem baseada em projetos. In: WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (WEI), 26., 2018, Natal - RN. **Anais...Natal, RN**: ago. 2018b. Disponível em: <<http://portaldeconteudo.sbc.org.br/index.php/wei/article/view/3496>>. Acesso em: 01-out-2018.

HERNANDEZ-BARRERA, A. Teaching introduction to robotics: Using a blend of problem- and project-based learning approaches. In: IEEE SOUTHEASTCON, 2014, Lexington. **Proceeding...** Lexington: IEEE, 2014. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/6950686>>. Acesso em: 02-set-2017.

KASTL, P.; KIESMÜLLER, U.; ROMEIKE, R. Starting out with projects - Experiences with agile software development in high schools. In: WORKSHOP IN PRIMARY AND SECONDARY COMPUTING EDUCATION, 11., 2016, Münster. **Proceedings...** New York: Association for Computing Machinery, 2016. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84994322700&doi=10.1145%2F2978249.2978257&partnerID=40&md5=fcbaa46e95d7d0cdbfaf1b0fc3b78c3f>>. Acesso em: 02-set-2017.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**. Keele, UK: [s.n.].

LANG, G. Agile Learning: Sprinting through the Semester. **Information Systems Education Journal**, v. 15, n. 3, p. 14–21, maio 2017.

MONETT, D. Agile Project-Based Teaching and Learning. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING RESEARCH AND PRACTICE, 13., 2013, Las Vegas. **Proceedings...** Las Vegas: 2013 Disponível em: <<https://search.proquest.com/docview/1629366456?accountid=14643>>. Acesso em: 02-set-2017.

MORIMOTO, C. Improvement of IT Students' Communication Skills using Project Based Learning. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORTED EDUCATION, 8., 2016, Rome. **Proceedings...** Rome: SciTePress, 2016

PAYNE, C. R. Constructivism and Progressive Higher Education in the World of Information Technology. In: \_\_\_\_\_. **Information Technology and Constructivism in Higher Education: Progressive Learning Frameworks**. Hershey, PA: IGI Global, 2009. p. 1–29.

PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide)**. 5th. ed. Newtown Square: Project Management Institute, Inc., 2013.

PORCARO, D. Applying constructivism in instructivist learning cultures. **Multicultural Education & Technology Journal**, v. 5, n. 1, p. 39–54, 2011.

QUEIRÓS, R. **Innovative Teaching Strategies and New Learning Paradigms in Computer Programming**. Hershey, PA: IGI Global, 2014.

ROMEIKE, R.; GÖTTEL, T. Agile projects in high school computing education - Emphasizing a learners' perspective. In: WORKSHOP IN PRIMARY AND SECONDARY COMPUTING EDUCATION, 7., 2012, Hamburg. **Proceedings...** New York: Association for Computer Machinery, 2012. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84878432904&doi=10.1145%2F2481449.2481461&partnerID=40&md5=e6aed2496246addce0589ef1a04f1111>>. Acesso em: 02-set-2017.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. Modelos de Pesquisa. In: \_\_\_\_\_. **Metodologia de pesquisa**. 3a. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006. p. 152–223.

SCHWABER, K. **About I Scrum.org**. Disponível em: <<https://www.scrum.org/about>>. Acesso em: 16 maio. 2017.

SILVA FILHO, R. L. L. E *et al.* A evasão no ensino superior brasileiro. **Cadernos de Pesquisa**, v. 37, n. 132, p. 641–659, 2007.

TARNE, B. **Combine Agile and Traditional Project Management Approaches**. Disponível em: <<https://www.pmi.org/learning/library/combine-agile-traditional-project-management-approaches-7304>>. Acesso em: 16 maio. 2017.

TEIXEIRA, M. A. P.; BARDAGI, M. P.; HUTZ, C. S. Escalas de exploração vocacional (EEV) para universitários. **Psicologia em Estudo**, v. 12, n. 1, p. 195–202, 2007.

THOMAS, M. Project-Based Language Learning with Technology: Learner Collaboration in an EFL Classroom in Japan. New York: Taylor & Francis, 2017. p. 43–47. (Routledge Studies in Applied Linguistics)

VEGA, C.; JIMÉNEZ, C.; VILLALOBOS, J. A scalable and incremental project-based learning approach for CS1/CS2 courses. **Education and Information Technologies**, v. 18, n. 2, p. 309–329, 2013.

ZOUGANELI, E. *et al.* Project-based learning in programming classes – the effect of open project scope on student motivation and learning outcome. **IFAC Proceedings Volumes**, v. 47, n. 3, p. 12232–12236.

## BIOMETRIA FACIAL PARA AVALIAÇÃO DE COMPETÊNCIAS ESSENCIAIS EM UM AMBIENTE EDUCACIONAL: AVALIAÇÃO DO CASO DE SALA DE AULA NAS UNIVERSIDADES

**Rodrigo C. Menescal**

Programa de Iniciação Científica - Estácio – FAP  
Belém, Pará

**Alexandre M. Melo**

Programa de Iniciação Científica - Estácio – FAP  
Belém, Brasil

**PALAVRAS-CHAVE:** Reconhecimento facial, Processamento de imagem, Visão computacional, Rede Neural Convolutiva.

### 1 | INTRODUÇÃO

**RESUMO: Introdução** – Nesse trabalho é apresentado um protótipo de reconhecimento facial, baseado em métodos matemáticos, desenvolvido para atuar no registro e identificação dos alunos em sala de aula.

**Objetivo** – Para analisar esses problemas, este artigo desenvolve um protótipo que trabalha em cenário real de sala de aula e na comparação de algoritmos usados no reconhecimento facial. **Métodos** – Ele se utiliza de um processo de reconhecimento no qual busca-se extrair informações relevantes de uma imagem, para, em seguida codificá-las e compará-las com outras imagens de faces armazenadas em um banco de imagens. **Resultados** – A partir dos dados quantitativos gerados, realça o uso de Rede Neural Convolutiva, para o problema proposto, pois apresenta maior acurácia comparadas aos métodos tradicionais de Visão Computacional. **Conclusões** – Os resultados mostram a eficiência no reconhecimento dos alunos, apresentando como alternativa aos métodos de identificação.

O reconhecimento automático de imagens faciais oferece vantagens aos métodos biométricos, visto que podem ser realizados sem qualquer ação ou participação explícita do usuário uma vez que as imagens faciais podem ser adquiridas a distância por uma câmera segundo [1]. A síntese do esboço facial correspondente é altamente desafiadora, pois as imagens faciais geralmente exibem uma ampla variedade de poses, expressões e escalas, e têm diferentes graus de iluminação e / ou oclusão [2]. Quando os usuários estão em um cenário não controlado em particular, o problema se torna ainda mais complexo. No entanto a aplicação do uso de bons algoritmos e o pré-processamento propício pode compensar o ruído, variações na orientação e correção da iluminação, conforme [1].

Para analisar esses problemas, este artigo desenvolve um sistema automático que trabalha em cenário real de sala de aula, baseado em um protótipo desenvolvido e na comparação de algoritmos usados em aplicações de

reconhecimento facial segundo estado da arte.

O sistema proposto executa três procedimentos em cascata, nomeados, 1) Detecção; 2) Normalização e 3) Reconhecimento. Nestas fases podendo ser utilizadas diversas técnicas, como o uso de visão computacional e inteligência artificial.

No entanto, a abordagem de avaliar o uso do reconhecimento facial em ambiente real com uso do protótipo proposto neste artigo, testa com precisão o reconhecimento independente da forma facial, podendo ser utilizados em diversos problemas como o reconhecimento de faces, expressões, estimação da pose e rastreamento de faces produzindo relatórios sintetizados realistas sem a necessidade de recuperar pontos de recursos ocluídos ou para restaurar as informações de imagens confundidas ou perdidas como resultado de condições de iluminação desfavoráveis.

Neste cenário trabalhado em estudo de campo realizado em ambiente acadêmico, a utilização do reconhecimento facial, é empregada e analisada com a identificação dos usuários pelo sistema de reconhecimento integrado com as câmeras, sem a necessidade de interação das pessoas com o sistema. Assim, o presente trabalho tem como objetivo primeiramente fundamentar a revisão literária quanto a análise dos algoritmos de reconhecimento combinado, eficiente e preciso para o uso em ambiente real para orientar o método do trabalho, de acordo com o estado da arte realizado, afirmando que as imagens faciais contêm uma grande quantidade de informações redundantes, o que afeta negativamente o desempenho dos sistemas de reconhecimento.

Neste contexto, este artigo propõe uma aplicação em ambiente real para o reconhecimento de características faciais a partir de descritores e análise de algoritmos, aplicado em um cenário acadêmico para informações como identificação de alunos, registro de frequência e colaboração, do ponto de vista da otimização dos processos de gestão, para supervisão na coleta de dados, em especial o item segurança na identificação de usuários e otimização do tempo de coletas de dados.

De maneira geral, considerando o problema de reconhecimento facial, em sistemas computacionais, existem duas principais técnicas, para efeito de comparação abordaremos a Visão Computacional e Rede Neural Convolutacional.

Desta forma a justificativa do trabalho é apresentada, visto que o reconhecimento facial nos dias de hoje é uma prática utilizada em vários âmbitos, tais como: educacional, segurança, análises médicas, entre outras [2]. É sabido que, existem trabalhos que exploram o reconhecimento de face com estes objetivos. No entanto ainda nada existe em termos de aplicação ou produto comercial, no âmbito de gestão e colaboração com sistemas acadêmicos e sim a partir de informações apenas de dados inseridos em formas de texto e a imagem captada por fotografia. O que justifica o uso do protótipo com reconhecimento facial, encontrado em diversos cenários por se tratar de um método de identificação biométrica não intrusivo, sem a necessidade da interação entre os indivíduos e os sistemas convencionais.

Desse modo, este artigo tem como objetivo principal propor e avaliar um

protótipo de reconhecimento facial testado em cenário real sem a interação do usuário. Objetiva-se que o protótipo proporcione segurança e controle automatizado, entre outras questões, que envolvem identificação e mapeamento de informações contidas nas imagens. Em um primeiro momento foram feitos testes com tarefas simples de reconhecimento de imagens padrões para trabalhos de reconhecimento facial, os resultados quantitativos destes testes foram utilizados para identificar qual o melhor algoritmo a ser trabalhado.

Uma vez definido os algoritmos e o cenário, os dados para o reconhecimento foram inspirados em descrições de especialistas/ envolvidos no contexto educacional como professores, técnicos da administração e gestores, cujos os dados coletados podem auxiliar na confirmação das seguintes hipóteses:

**H1** – A quantidade de ações no ambiente (movimentos) é menor quando se utiliza o smartphone;

**H2** – O tempo para concluir uma tarefa é menor, uma vez que o usuário não precisará usar o sistema de chamadas online durante a interação;

**H3** – A margem de erros permitida no reconhecimento na interação com o cenário, oferece risco de segurança ao usuário;

**H4** – A aplicação melhora a experiência do usuário utilizando o sistema acadêmico da IES.

O restante do trabalho está organizado da seguinte forma. Seção II apresenta alguns Trabalhos Relacionados, que demonstram as abordagens para reconhecimento facial, assim como, trabalhos que ajudaram no desenvolvimento da avaliação dos dados, exemplos de motivação de algoritmos propostos e definições de termos. A Seção III apresenta a Metodologia de avaliação aplicada no trabalho, descrevendo o desenvolvimento da aplicação e a análise do algoritmo e a modelagem utilizada na proposta. A Seção IV apresenta a Análise dos resultados, com a discussão dos resultados encontrados, e comparação com as avaliações qualitativas selecionadas; por fim, a Seção V conclui o artigo com as conclusões e recomendação de trabalhos futuros.

## 2 | TRABALHOS RELACIONADOS

A utilização de reconhecimento facial para identificação de indivíduos apresenta como principais propostas a escolha de algoritmos e sistemas computacionais de processamento de imagem.

Em relação ao problema de reconhecimento facial diversos trabalhos propuseram arquiteturas específicas para a tarefa. Em [3] utilizou redes convolucionais com múltiplos estágios de filtros para detecção de pedestre. Para [4] apresenta como alternativa o uso de Rede Neurais Artificiais (RNA) para reconhecimento de caracteres manuscritos. [5] emprega a técnica de processamento de imagens e classificação de padrões para



o reconhecimento de dígitos apresentados no contador de consumo de medidores de gás natural. Em [6] propõe para detecção facial o uso de SVN.

A literatura contém muitas propostas para esquemas de síntese de esboço facial, desde os métodos relativamente simples apresentados em [7] e [8] até os algoritmos baseados em exemplos mais sofisticados propostos em [9], tendo como objetivo traduzir uma imagem de entrada em esboços específicos ou estilos de caligrafia. Em [10], [11].

Considerando os trabalhos relacionados apresentados, e as considerações feitas sobre os mesmos, este trabalho apresenta a proposta e análise do algoritmo mais adequado para o protótipo de reconhecimento facial no contexto acadêmico.

Neste trabalho, as simulações foram feitas através dos seguintes algoritmos, *HAAR* [12], *HOG* [13], *CNN* [14], utilizando juntos a bibliotecas *Dlib* [8] e *Opencv* [9], disponível em python, a escolha foi devido a disponibilidade do mesmo, sendo ambas *open-source* (código aberto).

### 3 | METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

A avaliação foi feita com base nos aspectos quantitativos e qualitativos dos testes sobre a base de dados obtidas junto a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, pois os testes envolviam imagens aleatórias em ambiente de sala de aula resultando em uma base de imagem própria, onde foram usadas como suporte para treinamento e reconhecimento, conforme a **figura 1**.

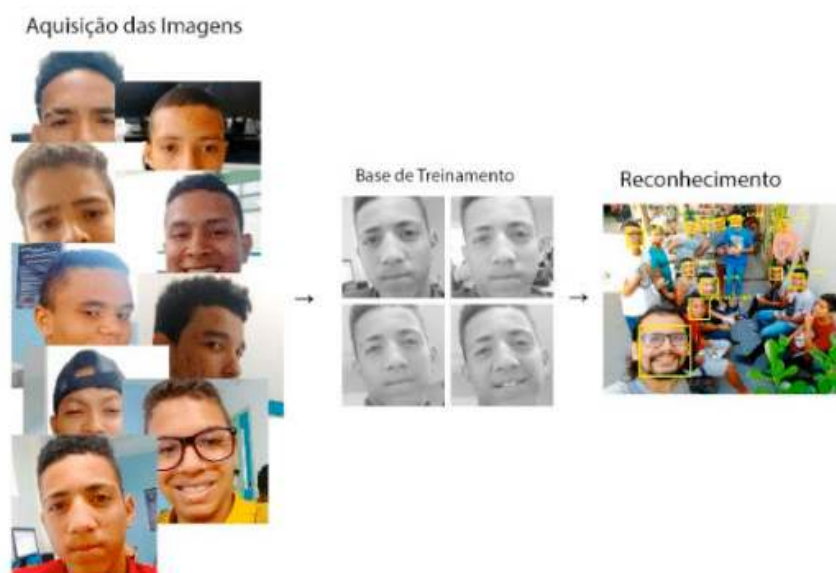


Figura 1. Conjunto de faces usadas deste a aquisição até o reconhecimento facial.

O processo de reconhecimento facial resume-se em três fases: Detecção, Normalização e Reconhecimento, conforme a **figura 2**.



Figura 2. Pipeline Reconhecimento Facial.

O início do processo de reconhecimento facial é dado a parti da detecção facial em que consistem em isolar a área referente a face, sendo realizada com base em vários atributos: formato do rosto, boca, nariz, olhos [12].

Após a detecção ocorre a normalização, ou seja, é separada a área de interesse, que neste caso é a face, descartando o restante da imagem. As imagens são normalizadas e corrigidas para melhorar o reconhecimento da face, passando por correções na dimensão, iluminação e convertidas para escala de cinza.

Na sequência é realizado o reconhecimento por meio de um conjunto pré-definido de faces em que se busca por meio de modelos matemáticos a análise e comparação das características afim de obter a que se mais aproxima da face em questão.

O sistema de reconhecimento facial proposto consiste na execução das seguintes etapas: (a) Imagem de entrada, (b) Detecção de Faces, (c) Pontos faciais, (d) Treinamento, (e) Reconhecimento e (f) Imagem de saída. Apresentado na **figura 3**.

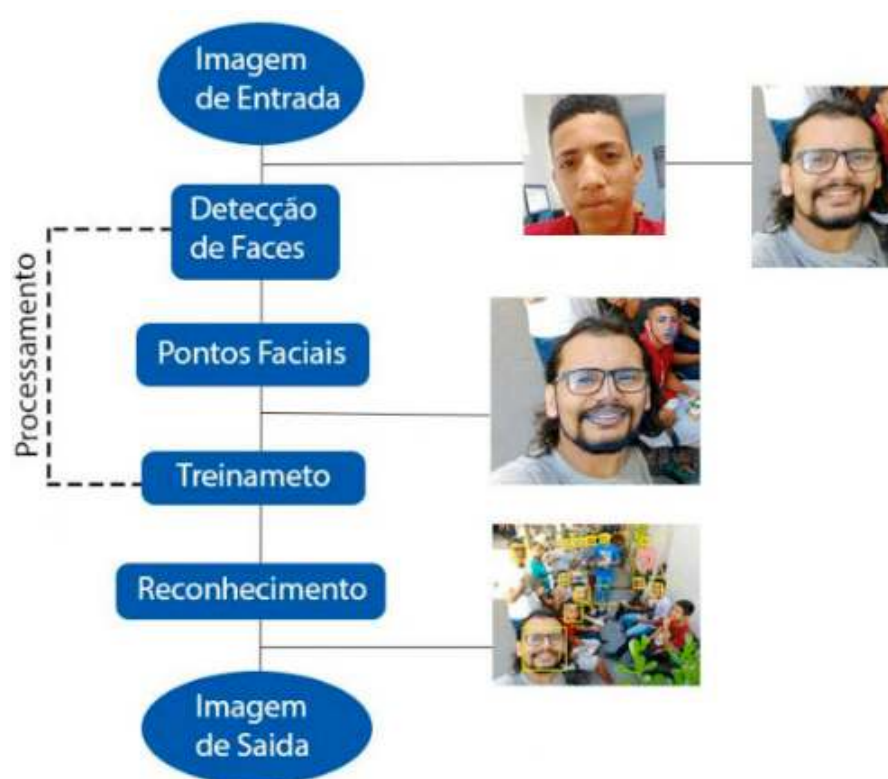


Figura 3. Sistema Proposto

A figura 3 apresenta o modelo utilizado no reconhecimento facial no qual consiste em uma imagem de entrada usada como início para o sistema de reconhecimento. Após aquisição é necessário verificar a existência de uma ou mais faces na imagem de entrada, cuja é uma matriz  $M \times N$  em que seus respectivos índices identificam um ponto na imagem [15]. Ao adquirir as imagens, deve-se levar em consideração a qualidade,

pois imagens de má qualidade refletem negativamente as próximas etapas.

Para a realização da detecção facial deste trabalho, foi aplicado os seguintes algoritmos: Haar, Hog e CNN, como ilustra a **figura 4**

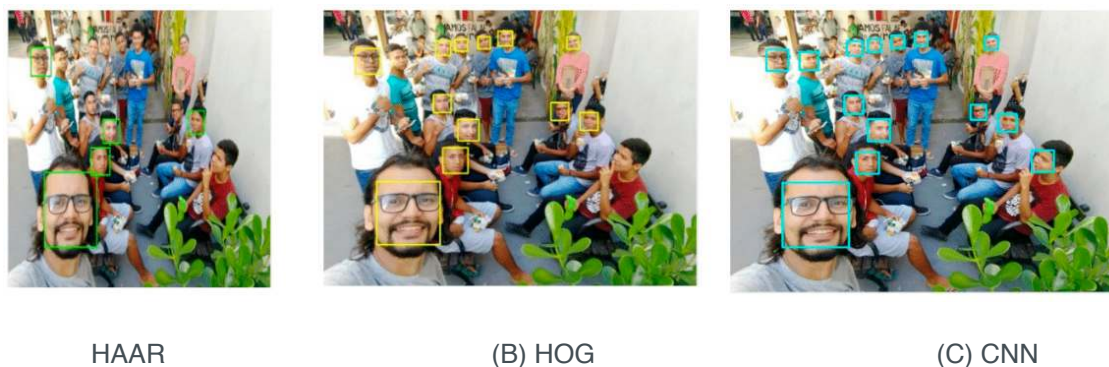


Figura 4. Demonstração dos algoritmos apresentados.

O método HAAR proposto por [12], usando classificadores baseados em recursos *HAAR*, é um método em cascata de detecção de objetos, neste caso, faces em imagem, usados em aprendizagem de máquina.

A detecção é realizada combinando diferentes recursos do tipo *HAAR*, sendo definido como a diferença da soma dos pixels das áreas dentro do retângulo [12]. Os valores indicam as características, dado uma área específica da imagem, os recursos selecionados em cada região da imagem são obtidos pelo algoritmo AdaBoost, usado em aprendizagem de máquina, para encontrar as melhores características [12]. Um exemplo é mostrado na **figura 5**. Ao combinado em cascata podem ser utilizados para identificar bordas, linhas e círculos com diferente intensidade de cor. Este conjunto são usados na técnica de detecção de faces apresentado em [12].

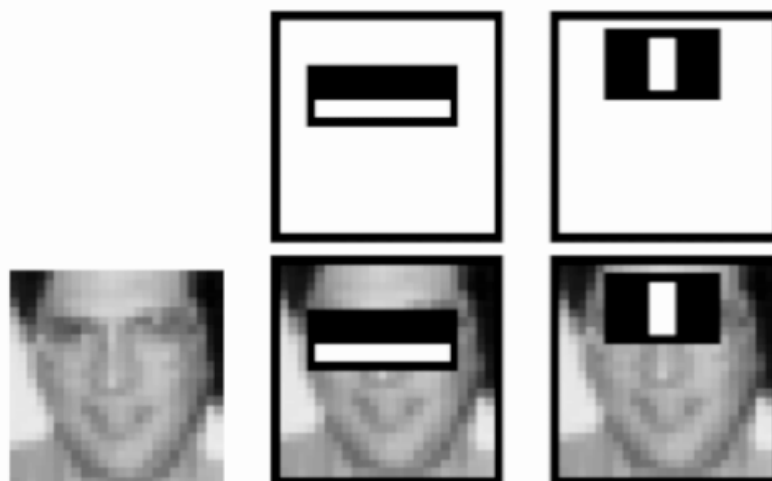


Figura 5. HAAR. Fonte[12]

O segundo método utilizado, *HOG* (Histograma de Gradientes Orientados). O algoritmo baseia na ideia de que a forma e a aparência de um objeto em uma imagem podem ser descritas através da distribuição dos gradientes de intensidade dos pixels

ou pelas direções das bordas. [16].

E por fim, *CNN* (Rede Neural Convolutacional) em que são inspiradas no processo biológico, sendo uma variação das redes Perceptron de Múltiplas Camadas. De maneira semelhante as técnicas tradicionais de visão computacional, uma *CNN* é capaz de aplicar filtros em dada imagem, mantendo a relação de vizinhos entre os pixels ao longo do processamento da imagem [14].

Após a detecção da face, é utilizado *HOG* combinado com *SVN* (Support Vector Machine) para detecção de *landmark* considerado uma adaptação do modelo Viola-Jones. Trata-se de uma versão robusta incorporando a teoria de Análise de Componentes Principais (PCA) [17]. Esta técnica consiste na extração das informações relevantes presente na imagem a ser analisada.

Na fase de treinamento, os vetores de característica (descritores) são extraídos de cada uma das imagens do subconjunto de treino. Estes vetores são utilizados para treinar a Rede Neural Convolutacional, gerando um classificador em que é discriminado cada uma das classes de objetos.

Em seguida o reconhecimento da face. Nesta fase analisamos a imagem a ser reconhecida, comparando-o com a coleção de dados (faces) de treinamento.

A avaliação da eficácia dos algoritmos envolveu a adição de métricas para análise dos dados. Estas métricas encontram-se nos aspectos quantitativos e qualitativos da pesquisa, sendo os dados quantitativos sendo coletados de forma automatizada através de logs gerados pelo protótipo durante a interação com os cenários apresentados.

Para o aspecto quantitativo, as métricas utilizadas foram: A distância, confiança e os parâmetros padrões.

Para o aspecto qualitativo dos dados, foi usado um questionário em escala Likert com cinco perguntas, sendo a última mais aberta ao usuário

## 4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para esta pesquisa o objetivo, após os estudos das técnicas para validar o reconhecimento facial, é a criação do protótipo para testar a eficácia dos métodos e poder compará-las, isso foi possível por meio das seguintes bibliotecas Dlib e OpenCV.

O processo é iniciado na aquisição das imagens no qual será capturado por meio de câmera IP, podendo ser utilizado um webcam ou smartphone. Consequente à captura, o próximo passo será a averiguação da existência ou não de uma ou mais faces na imagem. Desta forma, dando sequência a identificação da face, ocorre a segmentação, extração das características, e finalmente o reconhecimento por meio da classificação.

Para obtenção dos resultados foram obtidas 43 imagens usadas para o treinamento formando um banco de dados próprio, dispondo de 4 imagens em média por indivíduo de diferentes posições com tamanhos de 320x320 de 12 indivíduos,

apresentadas na **figura 6**.



Figura 6. Fotos de 4 alunos, em 4 poses distintas

Quanto aos resultados coletados foram separados especificamente em duas sessões: dados quantitativos referentes aos dados coletados automaticamente pelo log e dados qualitativos que se referem aos dados que foram coletados através de questionário e entrevistas com professores.

#### **Dados Quantitativos**

Ao analisar os dados coletados, tem como finalidade, comparar a eficiência de cada um dos métodos proposto.

A **figura 7** apresenta os resultados de cada abordagem utilizada no reconhecimento facial. Como pode ser observado na **figura 7**, a utilização de Rede Neural Convolutacional obteve excelentes resultados para o problema de reconhecimento facial no domínio educacional.

Com base nos dados apresentados na Figura 4, pode-se determinar que o método proposto apresenta maior acurácia comparado aos métodos tradicionais, visto que, o número de falso positivos encontrados são menores.





Figura 7. Comparativo dos métodos proposto no trabalho, HAAR, HOG, CNN

### Dados Qualitativos

A **Tabela 1** mostra as respostas dos professores. A avaliação varia de 1 a 5, onde 1 é a pior avaliação e 5 é a melhor. Ao analisar esta tabela, percebe-se visualmente que abordagem do protótipo teve notas melhores em todos os quesitos, em relação os métodos atuais.

	Sistema atual				Sistema Proposto			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
Usuário1	3	4	3	3	4	4	4	4
Usuário2	2	3	2	1	4	4	4	4
Usuário3	4	3	2	2	5	4	4	4
Usuário4	2	5	5	5	5	5	5	4
Usuário5	4	5	3	5	5	5	5	5
Usuário6	1	2	4	1	5	5	5	5
Usuário7	3	3	1	2	4	4	4	4
Usuário8	5	2	2	3	5	5	5	5
Usuário9	2	2	2	4	5	4	5	5
Usuário10	4	4	4	4	4	4	4	4
Média	3	3,3	2,8	3	4,6	4,4	4,5	4,4
Q1 - Otimização								
Q2 - Privacidade								
Q3 - Segurança								
Q4 - Autenticidade								

Tabela 1 – Mapa de calor das respostas dos questionários

De acordo com a tabela 1, os questionários foram elaborados tendo em vista os seguintes temas: Otimização, Privacidade, segurança e autenticidade. Visto que, são temas bastante difundidos no contexto educacional. A otimização do processo é levada em consideração o tempo usado para realização da frequência, uma vez que, o professor leva em média 30 minutos em uma turma com proximamente 50 com alunos. A privacidade segundo relatos de professores não é violada pois, o sistema só registra a frequência. Para alguns professores o tópico segurança e autenticidade é



visto como mais importante permitindo que apenas alunos inscritos na disciplina possa frequentá-la, evitando problemas tanto na ordem jurídica, quanto disciplina.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho buscou realizar uma avaliação sobre a utilização de reconhecimento facial no âmbito educacional e análise dos algoritmos usados em reconhecimento facial.

Em um segundo momento, realizou-se um teste em um cenário real inspirado em ambiente acadêmico sem necessidade de controle de usuários.

Os resultados mostram a eficiência no reconhecimento dos alunos, apresentando com alternativa biométrica aos métodos de identificação.

Como trabalhos futuros, será realizada uma avaliação em um cenário real, tornando a mesma uma extensão para utilização em larga escala pelos usuários finais.

Outro aspecto que será efetivado nos trabalhos futuros, está a coleta dos usuários, esta ferramenta realizará a coleta de dados automatizada dos usuários que estejam utilizando uma interação, sendo possível adquirir melhores estratégias de avaliações futuras.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Faculdade Estácio - Fap pelo espaço cedido à pesquisa, assim como à equipe do laboratório CASTA, pelo esforço dedicado à conclusão do trabalho. Agradecem à UNESA pelo financiamento do projeto de iniciação científica através de bolsas aos pesquisadores/autores envolvidos.

## REFERÊNCIAS

S. Alex Lima And Marcos E. Cintra. “Reconhecimento De Padrões Faciais: Um Estudo. ”. Semantic Scholar, 2015.

M. Szarvas ; A. Yoshizawa ; M. Yamamoto ; J. Ogata. “Pedestrian Detection With Convolutional Neural Networks”. IEEE Proceedings. Intelligent Vehicles Symposium, 2005.

Vargas Ana Carolina, Paes Aline, Montenegro and Vasconcelos Cristina. “Pedestrian Detection using Convolutional Neural Networks”. IEEE Proceedings. Intelligent Vehicles Symposium, 2005.

Menezes Clariane Silva, Almeida Leandro Luiz, Silva Francisco Assis, Pazoti Mário Augusto, Artero Almir Olivette, “REDES NEURAIS CLASSE MODULAR APLICADAS NO RECONHECIMENTO DE CARACTERES MANUSCRITOS”, Colloquium Exactarum, v. 6, n.2, Jul-Ago. 2014, p.170 – 183. DOI: 10.5747/ce.2014.v06.n2.e083.

Gonçalves Júlio Cesar, Centeno Tania Mezzadri, “Use of Image Processing Techniques and Pattern Classification in the Recognition of Digits in

Images of Natural Gas Consumption Meters”, Abakós, Belo Horizonte, v. 5, n. 2, p. 59-78, maio. 2017 - ISSN: 2316-9451

Araújo Gabriel M., S. Júnior Waldir S., Silva Eduardo A. B., Goldenstein Siome K., “Detecção de Landmarks Faciais Usando SVN”, XXIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TELECOMUNICAÇÕES - SBR’11, 02-05 DE OUTUBRO DE 2011, CURITIBA, PR

H. Koshimizu, M. Tominaga, T. Fujiwara, and K. Murakami, “On KANSEI facial processing for computerized facial caricaturing system PICASSO,” in Proc. IEEE Int. Conf. Syst., Man, Cybern., 1999, vol. 6, pp. 294–299.

Y. Li and H. Kobatake, “Extraction of facial sketch based on morphological processing,” in Proc. IEEE Int. Conf. Image Process, 1997, vol. 3, pp. 316–319.

[9] S. E. Librande, “Example-based character drawing,” M.S. thesis, MIT Press, Cambridge, MA, 1992.

H. Chen, Y. Q. Xu, H. Y. Shum, S. C. Zhu, and N. N. Zhen, “Example-based facial sketch generation with non-parametric sampling,” in Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Vis., Jul. 2001, pp. 433–438.

H. Chen, Z. Liu, C. Rose, Y. Xu, H. Y. Shum, and D. Salesin, “Example-based composite sketching of human portraits,” in Proc. 3rd Int. ACM Symp. Non-Photorealistic Animation Rendering, 2004, pp. 95–153.

Viola, P. and Jones, M. “Robust Real-Time Face Detection”. Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. CVPR 2001

Dalal, N., Triggs. B. “Histograms of oriented gradients for human detection”. Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2005

Jafri, Rabia and Arabnia, R. Hamid. “A Survey of Face Recognition Techniques”. Journal of Information Processing Systems, Vol.5, No.2, June 2009 41

[15] Santana. Luciana Maria Queiroz, Gomes. Fábio Rocha, Santos. Thiago S. Reis. “Uma Análise do Processo Reconhecimento Facial”. Ciências exatas e tecnológicas, Aracaju, v. 2, n.2, p.49-58, 2014.

Santana. Luciana Maria Queiroz, Gomes. Fábio Rocha, Santos. Thiago S. Reis. “Uma Análise do Processo Reconhecimento Facial”. Ciências exatas e tecnológicas, Aracaju, v. 2, n.2, p.49-58, 2014

Araújo, Gabriel M., Júnior, Waldir S. S., Silva, Eduardo A. B., Goldenstein, Siome K., “Detecção de Landmarks Faciais Usando SVN”, xxix Simpósio Brasileiro de Telecomunicações – sbrt 11, 02-05, 2011.

“Página oficial do projeto Dlib,” <http://dlib.net/>

“Página oficial do projeto OpenCv,” <http://opencv.org>, 2016.

Apêndice:

Menescal Rodrigo C., “e-Jambu”. Disponível em: <https://github.com/RodrigoMenescal/e-Jambu>

## CONSTRUÇÕES IDENTITÁRIAS DAS MULHERES NA COMPUTAÇÃO. IMAGENS, APROXIMAÇÕES E DISTÂNCIAS

### **Pricila Castelini**

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Sociedade - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Av. Sete de Setembro, 3165 - CEP 80230-901 - Curitiba – PR  
pricilacas@hotmail.com,

### **Marília Abrahão Amaral**

Departamento Acadêmico de Informática - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Av. Sete de Setembro, 3165 - CEP 80230-901 - Curitiba – PR  
mariliaa@utfpr.edu.br

**RESUMO:** Este capítulo analisa as construções identitárias na divulgação do Programaê. O Programaê, como intuito de apresentar a área de computação, divulga imagens que constroem discursivamente representações de estilos e identidades formadas social, cultural e historicamente que reforçam os binarismos homem/mulher, masculino/feminino. Nessa perspectiva, são apresentadas três imagens do corpus (N=50) para discutir como é apresentada a área de computação para jovens.

**PALAVRAS-CHAVE:** Programaê. Mulheres. Computação.

**ABSTRACT:** This chapter examines the construction of identity in Programaê. Programaê, as an effort to introduce computing

area, publish images that build discursively styles representations and identities formed social, cultural, and historically that reinforces man/women, male/female binarism. In this perspective, we present three images of our corpus (N=50) in order to discuss how computing area is presented for young people.

**KEYWORDS:** Programaê. Women. Computing.

### 1 | CONTEXTO INICIAL

Este texto foi primeiramente publicado no Congresso *Women in Information Technology* (WIT, 2017) com o título: “Construção identitária das mulheres no campo da computação. Imagens reforçadas, distâncias ampliadas”. Programaê trata-se de um espaço para mostrar e mobilizar ao mundo que a programação é para todas as pessoas. Para isso, sua proposta reúne estratégias para aprender e ensinar a programar. Todas elas são gratuitas, em português e não exigem nenhum conhecimento prévio em programação. O propósito é “agregar ideais, soluções e dicas de gente experiente e inspiradora” (PROGRAMAÊ, 2017). A proposta do Programaê é aproximar a computação do cotidiano de jovens. A proposta é dita inclusiva, para todas as pessoas, porém exclui aquelas que não se identificam com a representação

dos personagens que o programa propõe.

O Programaê se utiliza de redes sociais a fim de atingir seu público. Até a análise deste trabalho, foram disponibilizadas 962 imagens, em grande parte criação própria, bem como vídeos com pessoas contratadas com objetivo de popularizar suas ações na área de computação. O *corpus* deste artigo é composto de 50 imagens e oito vídeos.

A área de computação tem um histórico de não reconhecimento das atuações de mulheres, além de reforçar espaços normativos a partir de valores e estereótipos relacionados ao masculino, que afastam as pessoas que não se identificam com esses padrões vigentes (2013). Esses padrões androcêntricos se fortalecem pelos discursos, aumentando as desigualdades cultural e socialmente.

A pesquisa de Lima (2013) identifica que a imagem de uma pessoa que é profissional da área de computação é associada ao masculino, branco, heterossexual. Isso reforça a representação cultural e histórica masculina da área e cria barreiras para as mulheres se aproximarem, tendo em vista que esses valores e práticas são consolidados no imaginário social e cultural.

O contexto em relação a área de computação, com representações predominantemente masculinas, advém do histórico da área, que associado às ‘ciências duras’ aproxima os homens e afasta as mulheres. As áreas normativas, nos termos de Woolf (2013), passaram a ser questionadas a partir dos movimentos sociais e do feminismo, já que as mulheres conquistaram certos direitos de acesso e decisões sobre a vida pública, política e também sobre que áreas queriam atuar profissionalmente.

De acordo com Silva (2000), as pessoas tendem a associar a imagem de uma área com o estereótipo que a identifica e essa tendência em associar estereótipos é uma forma de cristalizar e fixar identidades, “como dados ou fatos da vida social diante dos quais se deve tomar posição” (SILVA, 2000, p. 1). Portanto, cultural e historicamente eram formas de separar as pessoas do contexto privado e público.

Essa imagem estereotipada na área de computação, nos termos de Lima (2013), é produto simbólico da construção histórica e cultural de dominação masculina. Esses discursos permeiam a vida das pessoas e influenciam no modo de agir e pensar e são, em geral, perpetuados nos espaços de convivência (escola, igreja, família, mídia, ciberespaço, web). Esse contexto é devido ao fato da masculinidade ser construída em torno da associação simbólica de “objetividade, racionalidade, distância emocional (neutralidade) do objeto” (LIMA, 2013, p. 801) e as representações das mulheres são construídas de formas diferentes das masculinas.

Neste contexto inicial, este capítulo está dividido em três seções: a primeira traz o cenário da área de computação em relação a participação de mulheres e os estereótipos que reforçam a área como normativa; a segunda analisa imagens do Programaê que apresenta a computação para jovens e reforça estereótipos binários e androcêntricos; e, por fim, a terceira apresenta algumas aproximações e distâncias em

torno das representações de mulheres nas imagens disponibilizadas no Programaê e na cultura da computação.

## 2 | CONSTRUÇÕES IDENTITÁRIAS NA ÁREA DE COMPUTAÇÃO

As manifestações contra preconceito e discriminação das mulheres começaram a adquirir visibilidade com o “sufragismo”, um movimento para estender o direito ao voto para as mulheres. Esse movimento ganhou amplitude no Ocidente e foi reconhecido como a “primeira onda do feminismo” [LOURO, 1998, p. 15]. No final da década de 1960, o feminismo se preocupava com questões políticas, sociais, legais, criticando a noção de mulher como ser universal. Foi um momento de estudos e lutas do movimento feminista, exigindo o reconhecimento das diferenças e denominado como a “segunda onda do feminismo” (LOURO, 1998, p. 15).

Com esses debates envolvendo estudiosas, militantes, críticos e críticas, e considerando a importância de expandir o feminismo para um grupo diversificado de pessoas com um conjunto de identidades variadas, é problematizado o conceito de gênero que faz parte da chamada “terceira onda” do feminismo (LOURO, 1998, p. 15). Embora considere de real importância o posicionamento de “terceira onda”, este trabalho tem como recorte a imagem das mulheres em espaços da área de computação, questiona a cultura normativa da área e aponta para a desconstrução dos binarismos e caráter identitário a fim de considerar as intersecções.

Na área de computação, por exemplo, essa tendência de fixar identidades e estereótipos é associada ao imaginário *nerd*, e isso, por consequência constrói formações discursivas com imagens que associam a pessoa da área com essa marca. Os estereótipos em torno das pessoas nos termos de Hall (2006b) são fatores sociais, culturais e também políticos. Essas representações corroboram com as desigualdades e binarismos na computação.

Para Connell (2015), os estereótipos são baseados em relações de poder sobre o gênero. Primeiramente, com questões identitárias, marcadas pelos binarismos homem *versus* mulher, masculino *versus* feminino, em que as mulheres são associadas às áreas de cuidados pessoais, tarefas como cuidar e organizar a casa, construir uma família e ter filhos; e aos homens, o trabalho duro fora da casa, o sustento do lar nos termos de Woolf (2013). Esse contexto do século passado, ainda é visível em alguns espaços, como por exemplo, na área de computação, ainda normatizada.

Turkle e Papert (1990), indicam que a computação tem um histórico de preconceito e discriminação contra mulheres. A pesquisa de Wajcman (2006), considera que o deficit em relação ao gênero envolve uma combinação de socializações políticas, culturais, sociais e principalmente de oportunidades.

Esses estereótipos de gênero que marcam a área de computação, por exemplo, são um dos fatores que Wajcman (2006) diz contribuir para o baixo número de mulheres nas áreas em torno da tecnologia. A autora ainda considera que a área de

computação é identificada como espaço em que os homens desenvolvem/produzem artefatos tecnológicos para as mulheres usarem e não com as mulheres, ou seja, elas não participam do processo, o que leva a uma visão masculinizada no produto e/ou software final.

No livro *Unlocking the Clubhouse: Women in computing*, Margolis e Fisher (2002) escrevem sobre a “quase ausência de vozes femininas no mercado de trabalho e em áreas em torno de modelos culturais predominantemente masculinos” (MARGOLIS; FISHER, 2002, p. 2, tradução nossa). Abbate (2012) também evidencia a predominância de homens nos cursos da área computação e relata que a participação das mulheres envolve suposições generalizadas sobre habilidades técnicas que afetaram a inclinação das mulheres para escolher a computação.

García e Sedeño (2002) identificam em sua pesquisa que existem esforços para aproximar meninas e mulheres das áreas que envolvem a tecnologia. Um exemplo no Brasil é o Workshop WIT (*Women in Information Technology*), evento no Congresso da Sociedade Brasileira de Computação que até o momento contou com três edições (2016, 2017 e 2018). No WIT são destacadas diversas ações de pesquisa, extensão e projetos que fortalecem a participação de mulheres na área de computação.

De acordo com Castelini (2018), em análise quali-quantitativa das publicações das edições de 2016 e 2017 do WIT, identificou-se que os trabalhos apresentados no evento “envolvem trazer mulheres para a área, reconhecer as histórias delas, fortalecer as políticas de incentivo, ampliar formas de engajamento e atração de jovens, no ponto de vista do mercado de trabalho e de alfabetização digital”.

Os discursos representados nas análises dos artigos do WIT, edições de 2016 e 2017, segundo Castelini (2018), relacionam-se com as imagens que são divulgadas no website do Programaê. Isso ocorre pelo processo definido como relação de sentidos, em que um discurso se sustenta em outro discurso, que circulou antes em outro lugar e retorna como memória (Pêcheux, 1982). Essa noção de memória para o Pêcheux (1982) é o já dito no discurso, são os efeitos de sentido entre interlocutores tendo em vista que as relações de sentido no discurso e na semântica possuem uma formalização dialogável.

Na análise dos artigos do evento de 2016 e 2017, realizada por Castelini (2018), foram elencadas 4 categorias de investigação: “título do trabalho, local, abordagem e comentário”. Desta forma, foi possível identificar que apenas 10 dos 51 trabalhos discutem equidade e quebras de normatizações na área de computação. Em relação as edições analisadas, o evento baseia-se em ações para aproximar mulheres da área, mas não questionam as normatizações, preconceitos que envolvem questões de gênero e intersecções, a fim de manter as pessoas, para que tenham espaços na educação, no mercado de trabalho e, principalmente, que sejam reconhecidas socialmente.

Sobre a pesquisa de Lima (2013), a autora ressalta que essas características estereotipadas na área, reproduzidas por meio de imagens, por textos verbais e não-



verbais ou em grupos exclusivos de um gênero contribuem para um menor interesse das mulheres permanecerem na área. Tendo em vista que, quando uma área tem maior predominância de mulheres, por exemplo, ela torna-se feminilizada e inferiorizada. Para a autora, esse contexto precisa ser questionado, pois aproximar as mulheres da área é imprescindível para quebrar os mitos construídos no imaginário social e as barreiras em relação a gênero na sociedade.

Portanto, a análise das imagens da próxima seção, foi realizada com base em uma perspectiva pós identitária, extrapolando o foco de aproximar mulheres da área, mas tentando quebrar os estereótipos, as normatizações que hierarquizam as diferenças e intersecções. O desafio que é apresentado nessa pesquisa envolve uma postura ética de não hierarquizar diferenças, compreender que não deve existir grupos exclusivos que consideram que alguém é melhor ou pior do que o outro, de modo que as diferenças sejam respeitadas, que sejam consideradas as diversidades, os diversos modos de ser e participar da área de computação.

### 3 | ANÁLISE DAS IMAGENS DE DIVULGAÇÃO DO PROGRAMAÊ

As interpretações das imagens, nos meios de comunicação, são condicionadas política, social e culturalmente. Magalhães (2005), enfatiza que “os produtores dos textos publicitários moldam as identidades dos leitores mediante as percepções da realidade que são comuns entre ambos; apenas o que valoriza a auto-identidade do leitor e da leitora é considerado” (MAGALHÃES, 2005, p. 241).

As imagens<sup>1</sup> aqui analisadas produzem e instituem informações que “não apenas educam homens e mulheres, meninos e meninas, mas atuam na construção de suas identidades culturais” (FURLANI, 2009, p. 132–133). Os diversos conteúdos atuam também na construção identitária dos indivíduos, pois reforçam estereótipos da área em torno do homem, nerd, branco, heterossexual, e em torno das mulheres como princesas, associadas a beleza e feminilidades.



Figura 1: Exemplo de estereótipo feminino



Figura 2: Mensagem reforçando estereótipo masculino

1 Fonte: Website: <http://programae.org.br/> ; Facebook: <https://www.facebook.com/programaebrazil/> ; Instagram: <https://www.instagram.com/programaebrazil/>

A personagem mulher na **Figura 1** é loira, branca, com estereótipo de feminilidade associada a beleza, que exclui mulheres e meninas que não se identificam com tal identidade. A afirmação destas identidades, de princesa para as mulheres e guerreiros para os homens, marca as formas de representações estereotipadas e reforçadas no imaginário social, conforme Louro (2001) explicita em sua discussão sobre uma perspectiva pós identitária. Nesta perspectiva, é importante reconhecer as imagens estereotipadas para questionar as fronteiras e valorizar outras representações, como exemplo, imagens de pessoas cientistas, professoras, estudantes, que também podem aprender a programar e seguir carreira na área de computação.

Na **Figura 2** o personagem homem é branco, guerreiro, como todas as figuras que representam homens na divulgação das comunicações do Programaê. Comentários como: “Alguns programadores não comentam seus códigos...” reforçam a exclusão de mulheres pela mensagem verbal. Por que não utilizar, neste caso programadoras? Ao singularizar sexo e gênero, as figuras escondem e omitem intersecções entre gênero e identidade social. Demonstam estereótipos que associam e reforçam modelos normatizados de masculino, de certo modo ocultando a cultura, a política, a história.

O personagem homem, branco da **Figura 2** é representado em 15 das imagens analisadas via web pelo Programaê. A figura de um homem e o texto verbal remetem-se a imagem de nerd. As características das pessoas *nerd* está marcada no imaginário da computação e no imaginário popular atrelado à figura masculina. Essas representações estereotipadas para Lima (2013) naturalizam a área com comportamentos associados ao imaginário *nerd* como adequado ao contexto da área e de certo modo norteiam as atribuições de gênero pelas pessoas que se aproximam de uma formação em computação.

Entre repetições e apagamentos, o termo *nerd* associado à imagem da pessoa programadora existe porque há uma relação entre enunciado e sujeito constituída pelo histórico, e, deste modo, pela memória. A memória é para Pêcheux (1998) crucial para compreender a relação com o discurso, pois no processo de repetição a imagem é formada e instaurada no imaginário social, e quando apagada, ou seja, quando não é enunciada pelos sujeitos no ato de fala é esquecida. Tal esquecimento é temporário, toda vez que o termo aparece retorna como memória as construções sociais, culturais e ideológicas associado à imagem construída, neste caso, a relação entre o nerd e a computação.

A **Figura 3** apresenta uma das personagens que circula nas ferramentas de comunicação do Programaê. Essa Figura traz a representação de uma princesa que também é personagem do jogo frozen, criado para ensinar aspectos da programação de modo lúdico. Entre as poucas mulheres que são representadas nas imagens, está uma princesa.



Figura 3: Princesa programadora

Uma personagem princesa acompanhada de um texto verbal: “Aquele momento em que você descobre que a princesa é de exatas” reforça o imaginário de que as meninas estereotipadas como princesas podem estudar na área de computação. De fato é uma forma de identificação, porém, ao utilizar uma personagem princesa como representação, afasta as mulheres que não se identificam com tal construção e reforça estereótipos de feminilidades, submissão que fixa identidades.

Muito embora as **Figuras 1 e 3** apresentem imagens referentes ao feminino, elas ameaçam a representação de imagem de mulheres que não se identificam com esse estereótipo de feminilidade. Assim, Lima (2013) contribui para a discussão de que duas figuras denotam exemplos de modelos de beleza e não valorizam as diferentes identidades que podem questionar os estereótipos e as normatizações.

Seria a linguagem então um meio para legitimar (ou não) a construção histórica de uma sociedade sexista, misógina, machista? Nos termos de Furlani (2009) a linguagem é aspecto central da problematização sobre assuntos sociais e culturais. Neste contexto, a linguagem é analisada como verbal e não-verbal, pois as representações de personagens possuem sentidos, os textos das propagandas e outras mídias, ensinam como as pessoas devem relacionar-se com o mundo, e quais valores devem ser aceitos socialmente para cada pessoa. E desse modo, sugerem certos modelos, comportamentos que excluem, que contribuem, reforçam, mantêm e regulam regras sociais.

Apesar de a proposta do Programaê ser de inclusão de todos e todas na área de computação, ela ainda é contraditória, pois reforça estereótipos de mulheres como princesas e reforça também o conceito de que pessoas que atuam na computação são majoritariamente homens, brancos e heterossexuais, já que descartam outros personagens, como por exemplos, mulheres que não se identificam com a personagem princesa, negros e negras e pessoas com deficiência. Para Lima (2013, p. 801) “os corpos constantemente operados em mulheres pelos discursos do que deve ser e como deve agir a mulher entram em constante disputa com os valores e práticas projetadas pela cultura da ciência”.

As propagandas e imagens que são compartilhadas na cultura de massa, como exemplo, a plataforma do Programaê, alcançam uma parte considerável da sociedade

auxiliam a difundir identidades e modelos fixos que associam as mulheres a beleza e fragilidade. Neste sentido, reforçam modelos para tentarem uma aproximação de jovens meninas da área de computação, no entanto, excluem outras representações e contribuem para reforçar estereótipos e identidades hegemônicas.

As plataformas comunicacionais do Programaê ainda utilizam-se das imagens analisadas acima como personagens de jogos, porém modificaram alguns discursos verbais e não verbais. No website, um texto inicial apresenta que a computação envolve práticas pedagógicas e, além disso, considera a participação dos estudantes como protagonistas do processo.

As imagens recentes divulgadas no instagram da empresa trazem pessoas que utilizam-se do programa, mulheres, jovens e crianças. Após a submissão deste artigo, o programa fez mudanças em suas comunicações. Um fato positivo, que vale ser destacado, é envolver as pessoas como representantes de seus personagens, pessoas que utilizam-se do programa, reconhecendo a área de computação de outras maneiras, assim extrapolando o fato de aproximar mulheres para a área, mas questionando os estereótipos, os padrões e normas que hierarquizam as diferenças e intersecções.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os desdobramentos das representações por discursos verbais e não verbais reforçam uma computação normativa e acentuam que a computação é um espaço de predominância da figura masculina, não somente nos meios comunicacionais, mas também em dados do Censo da Educação Superior (2017) sobre a área de computação. Essa discussão também foi apresentada nas pesquisas de Lima (2013) e Castelini (2018):

Há disparidades de gênero, de acesso e permanência, que envolvem: pré julgamento; assédio; sentimento desfavorável por ser mulher na área que é predominantemente composta por homens; desconhecer a área antes de entrar na graduação; falta de representatividade; reconhecimento; estereótipos e desistências (CASTELINI, 2018, p. 89).

As imagens analisadas e disponibilizadas no Programaê, apontam para que os e as participantes venham conhecer e desenvolver a computação, mas de certa forma excluem sujeitos que não se identificam com os estereótipos formados nos personagens.

Os desdobramentos dessas representações nas imagens constroem e reforçam que a computação ainda é um espaço de predominância da figura masculina, e para as mulheres se aproximarem da área são estereotipadas com papéis de princesas e vídeos que as associam à beleza. As representações das imagens do Programaê produzem maneiras de ser, agir e pensar ao demonstrar homens e mulheres e quais

os valores que são aceitos socialmente para cada um e uma.

É importante notar que desde a publicação do artigo Castellini e Amaral (2017) até o atual momento, o Programaê abriu os horizontes para a participação de docentes e ampliou algumas representações envolvendo a participação de estudantes. Porém, é preciso fomentar a diversidade de pessoas e intersecções também nos espaços de interação e participação de jovens, por meio de atividades práticas. Por exemplo, ao mesmo tempo que modificaram a divulgação de imagens de docentes e discentes, ainda reafirmam nos jogos disponibilizados algumas representações estereotipadas de personagens como as **Figuras 1 e 3** que reforçam, regulam normas e materializam identidades nos discursos verbais e não verbais do programa.

O Programaê, em sua proposta nova, abre espaço para docentes aprenderem como aproximar a computação do cotidiano da sala de aula. Aponta para que os e as participantes conheçam e desenvolvam seu espaço na área de computação. Uma estratégia que caminha para aproximar mais pessoas da área, pois não restringe gênero, muito embora ainda utiliza-se de personagens com marcas estereotipadas as quais repetem e reiteram, constantemente normas identitárias.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado devido ao financiamento da pesquisa no período do mestrado de março de 2016 à fevereiro de 2018 pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## REFERÊNCIAS

ABBATE, Janet. **Recoding gender: women's changing participation in computing**. [S.l]: MIT Press, 2012.

CASTELINI, Pricila. **Mulheres na computação: percepções, memórias e participação de estudantes e egressas**. Dissertação de Mestrado em Tecnologia e Sociedade. Curitiba, Paraná, 2018. 125p. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/handle/1/2944> Acesso em: 11 out. 2018.

CASTELINI, Pricila; AMARAL, Marília Abrahão. **Construção identitária das mulheres no campo da computação. Imagens reforçadas, distâncias ampliadas**. 11o (WIT) Women in Information Technology 2017. Disponível em: <http://csbc2017.mackenzie.br/public/files/11-wit/7.pdf> Acesso em: 10 out de 2018.

CSBC. **Anais do XXXVII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação: #ComputaçãoParaTudoeParaTod\*s** [recurso eletrônico] / organizadores: Luciano Silva, Maria Amelia Eliseo, Nizam Omar – Dados eletrônicos – São Paulo: Sociedade Brasileira de Computação, 2017. Disponível em: <http://csbc2017.mackenzie.br/> Acesso em: 15 out de 2018.

CONNELL, Raewyn. **Hégémonie, masculinité, colonialité. Genre, sexualité & société** [en ligne], 13 printemps 2015. Disponível em: <http://gss.revues.org/3429> Acesso em: 15 out 2018.

HALL, Stuart. **Da diáspora: identidades e mediações culturais**. [S.l.]: Editora UFMG, 2006b.

LOURO, Guacira Lopes. **Gênero, sexualidade e educação: uma perspectiva pós-estruturalista**. Petrópolis: Editora Vozes: CNTE, Confederação Nacional dos Trabalhadores em Educação, 1998.

LOURO, Guacira Lopes. **Teoria queer – uma política pós-identitária para a educação**. Revista Estudos Feministas. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ref/v9n2/8639.pdf> Acesso em 16 out 2018.

FURLANI, Jimena. **Representações da mulher e do feminismo na mídia impressa brasileira - desconstruindo significados na Educação Sexual**. Sexualidade / Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. Departamento de Diversidades. Núcleo de Gênero e Diversidade Sexual. – Curitiba : SEED – Pr. Curitiba: [s.n.], 2009. p. 216.

GARCÍA, Marta I. González; SEDEÑO, Eulalia Perez. **Ciencia, tecnología y género**. Nº 2. Enero-abril 2002. Disponível em: <https://www.oei.es/historico/revistactsi/numero2/varios2.htm> Acesso em: 10 out 2018.

INEP. **Censo da Educação Superior**. Brasília, DF. 2017. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/guest/inicio> Acesso em: 11 out. 2018.

LIMA, Michele Pinto. **As mulheres na Ciência da Computação**. Estudos Feministas, Florianópolis. Set-Dez 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/ref/article/view/S0104-026X2013000300003> Acesso em: 11 de out de 2018.

MAGALHÃES, Izabel. **Análise do discurso publicitário**. v. 4, n. 1 e 2, p. 231–260, 2005.

MARGOLIS, Janet; FISHER, Allan. **Unlocking the clubhouse: women in computing**. 2002. [S.l.:S.n.].

PÊCHEUX, Michel. **Ler o arquivo hoje**. Gestos de leitura: da história no discurso. 1994. ed. São Paulo, SP: Editora da Unicamp, 1982. p. 55–66.

PROGRAMAÊ. **Website da empresa de programação para jovens do Brasil**. 2017. Disponível em: <http://programae.org.br/>. Acesso em: 02 de abril de 2017.

TURKLE, Sherry; PAPERT, Seymour. **Epistemological Pluralism and the Revaluation of the Concrete**. Journal of Mathematical Behavior. v. 11, n. 1, 1991, 1990 1990. Disponível em: <<http://www.papert.org/articles/EpistemologicalPluralism.html>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

WAJCMAN, Judy. **El tecnofeminismo**. Tradução de Magalí Martínez Solimán. Ediciones Cátedra. Madrid. 2006.

WOOLF, Virginia. **Profissões para mulheres e outros artigos feministas**. Porto Alegre, RS: L&PM, 2013.



## CRIPTOLAB UM GAME BASEADO EM COMPUTAÇÃO DESPLUGADA E CRIPTOGRAFIA

### **Débora Juliane Guerra Marques da Silva**

Universidade Católica de Brasília (UCB) -  
Departamento de Computação (Curso de Ciências  
da Computação)  
Brasília – DF

### **Graziela Ferreira Guarda**

Universidade Católica de Brasília (UCB) -  
Departamento de Computação (Curso de Ciências  
da Computação)  
Brasília – DF

### **Ione Ferrarini Goulart**

Área de Informação e Comunicação – Campus  
Brasília  
Brasília – DF

**RESUMO:** O projeto de pesquisa chamado Logicamente foi criado com o objetivo de ensinar conteúdos de computação com enfoque nas diretrizes do pensamento computacional para crianças e adolescentes da educação básica. Dentre as atividades previstas, se idealizou a realização de oficinas lúdicas com o propósito de fixar conteúdos trabalhos durante os encontros. Neste contexto, surgiu o jogo CriptoLab que explora a criptografia em um ambiente de computação desplugada. O presente artigo consiste em relatar as experiências acerca da aplicação do jogo em questão que tem por objetivo a travessia de um labirinto cujo percurso será realizado através de montagem

de sequências lógicas baseadas nos comandos do aplicativo do MIT - Scratch.

**ABSTRACT:** The research project called Logicamente was created with the aim of teaching contents of computation focused on the guidelines of computational thinking for children and adolescents of basic education. Among the planned activities, it was idealized the realization of play workshops with the purpose of fixing contents work during the meetings. In this context, came the game CriptoLab that explores encryption in a disrupted computing environment. The present article consists in reporting the experiences about the application of the game in question that has as objective the crossing of a labyrinth whose course will be realized by means of assembly of logical sequences based on the commands of the application of MIT - Scratch.

### 1 | INTRODUÇÃO

Os jogos, são uma atividade rica e de grande efeito que respondem às necessidades lúdicas, intelectuais e afetivas. Estimula a vida social e representa, uma importante contribuição na aprendizagem. Através destes, crianças desenvolvem capacidades, conhecimentos, atitudes e habilidades, entre elas, se destacam:

o favorecimento da mobilidade, a imaginação, a diversão, a aceitação de regras, o desenvolvimento do raciocínio lógico, entre outros.

Utilizar novos recursos didáticos no contexto educacional é primordial especialmente em um momento em que o uso das tecnologias da informação e conhecimento (TIC's) se faz tão presente no cotidiano desse público infantil (Unesco, 2015). Neste sentido, pode ser destacado o lúdico, como uma maneira de contribuir para motivar os estudantes a buscar, pesquisar, gerar novos conhecimentos, trabalhar de forma cooperativa como uma estratégia para manter o educando na escola, não por obrigação, mas por motivação.

Em paralelo, a criptografia pode ser compreendida como um conjunto de métodos e técnicas para cifrar ou codificar informações legíveis por meio de um algoritmo, convertendo um texto original em um texto ilegível, sendo possível mediante o processo inverso a recuperação das informações originais. (Simon, 1999). Incorporar a criptografia aos jogos lúdicos é algo interessante pois irá despertar nos estudantes o interesse por conteúdos de computação que são fundamentais nos dias atuais.

O presente artigo visa contribuir para a construção de um processo de ensino-aprendizagem gamificado, no qual o desenvolvimento do raciocínio lógico e computacional são estimulados através de práticas que abordam a criptografia com uso de sequências lógicas de forma estruturada amparada pela computação desplugada.

O jogo foi uma das atividades realizadas pelo projeto de pesquisa chamado Logicamente que visa contribuir para a construção de um processo de ensino-aprendizagem gamificado, no qual o desenvolvimento do raciocínio lógico e computacional são estimulados com o intuito de contribuir para a melhoria do rendimento escolar dos estudantes no contexto das ciências exatas. As atividades do projeto se baseiam na realização de oficinas em laboratório de informática apoiado pelo uso dos jogos digitais educativos, bem como, por atividades lúdicas – foco do presente trabalho – com o propósito de estimular o desenvolvimento do raciocínio lógico sob a ótica do Pensamento Computacional (PC).

O artigo está dividido da seguinte maneira: a seguir, na Seção 2, é apresentada uma explicação sobre o jogo e a metodologia utilizada, bem como, sua organização estrutural. Os resultados parciais são descritos na Seção 3. Por fim, os objetivos e metas desta experiência serão destacados na Seção 4, de forma a concluir o propósito do jogo diante dos resultados já obtidos, bem como, relatar a perspectiva de resultados futuros e melhorias que poderão ser integradas posteriormente.

## **2 | PROPOSTA E METODOLOGIA**

A ideia do jogo surgiu oriunda da necessidade de dar continuidade, de maneira prática, a assuntos que foram temas trabalhados pelo projeto Logicamente.

Neste aspecto, o presente jogo tem por objetivo aplicar os conceitos de criptografia e lógica de programação relacionado as habilidades do PC como:

Abstração – capacidade de filtrar informações essenciais e descartar as informações desnecessárias em um determinado contexto; Decomposição – dividir um problema grande em partes menores, facilitando sua solução; Coleta de Dados – localizar dados necessários para resolver um problema; e Construção de Algoritmo – sequências de passos ordenados para se atingir um determinado objetivo (Pessoa *et al*, 2017).

O jogo foi estruturado em cinco partes. As quatro primeiras abrangeram as mesmas orientações: sortear e responder uma questão de raciocínio lógico, decodificar uma mensagem, procurar uma ficha e montar partes de um código fonte – programa desplugado – baseado na linguagem do aplicativo *Scratch*.

Esse processo foi repetido quatro vezes, pois o código foi propositalmente dividido a fim de exercitar mais as capacidades desenvolvidas pelo PC de decomposição.

Após conclusão dessas quatro primeiras partes, era possível simular a passagem pelo labirinto impresso numa folha de papel A4, que se refere a quinta parte do jogo conforme demonstrado na Tabela 1 a seguir.

	<b>Parte 1:</b>	<b>Parte 2:</b>	<b>Parte 3:</b>	<b>Parte 4:</b>	<b>Parte 5:</b>
<b>Etapa 1</b>	Responder questão	Responder questão	Responder questão	Responder questão	Atravessar o labirinto
<b>Etapa 2</b>	Decodificar mensagem	Decodificar mensagem	Decodificar mensagem	Decodificar mensagem	-
<b>Etapa 3</b>	Buscar a ficha e trocar pelo envelope	Buscar a ficha e trocar pelo envelope	Buscar a ficha e trocar pelo envelope	Buscar a ficha e trocar pelo envelope	-
<b>Etapa 4</b>	Montar trecho do código	Montar trecho do código	Montar trecho do código	Montar trecho do código	-

Tabela 1. Esquema das Fases do Jogo.

O lúdico foi realizado em uma sala de aula – Figura 1. O público-alvo foram estudantes dos 5º e 6º ano do ensino fundamental de uma escola particular do Distrito Federal (DF). Preliminarmente, dezesseis fichas foram entregues para quatro funcionários da escola que se encontravam em localizações bem conhecidas pelos estudantes, sendo 4 fichas para cada funcionário referente a cada uma das 4 etapas (Tabela 1).

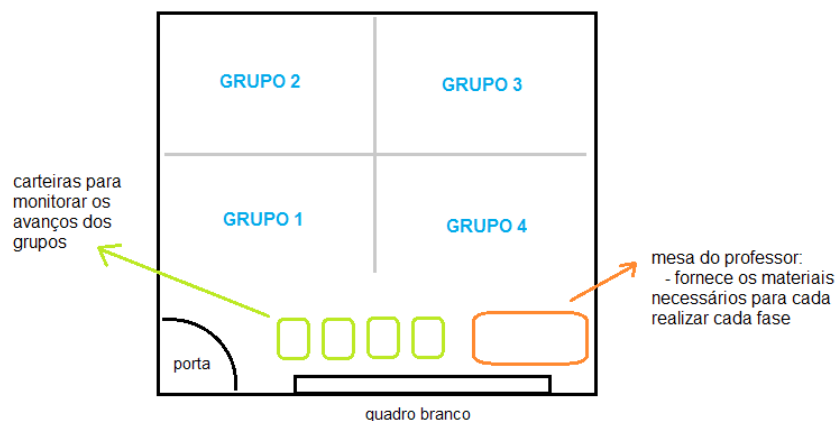


Figura 1. Organização do Ambiente Utilizado.

A turma foi dividida em quatro grupos compostos por quatro a cinco estudantes cada. Cada grupo se reuniu em um canto da sala conforme o exposto na Figura 1 e, antes do jogo começar, cada um deles escolheu um representante para sortear as questões e outro para exercer a função de “corredor” - o corredor tinha a responsabilidade de correr atrás dos funcionários da escola que estavam com as fichas para recolhê-las.

Posteriormente, as fichas seriam trocadas pelos envelopes que continha trechos de código baseado no aplicativo *Scratch*, que seriam utilizadas na etapa seguinte conforme demonstrado na Figura 2 - a esquerda acima os envelopes, a esquerda abaixo parte de trechos de código e a direita, o um exemplo de esquema lógico montado por uma das equipes.

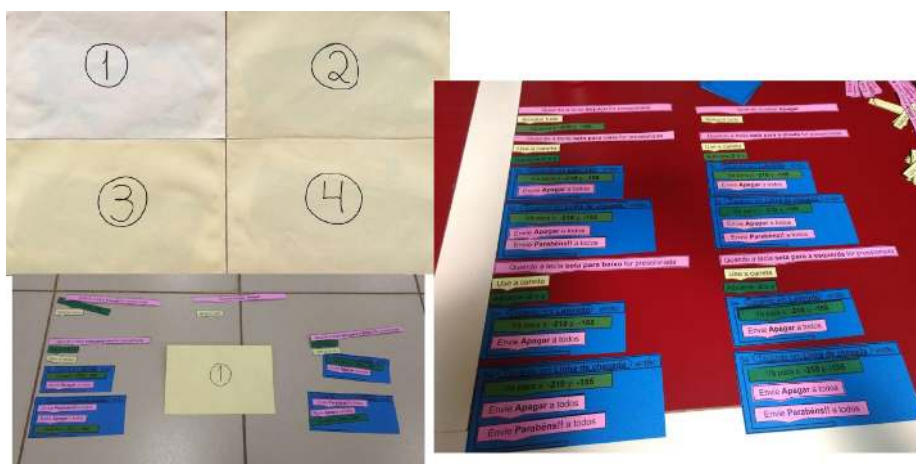


Figura 2. Etapas do Jogo.

Os responsáveis pela aplicação e monitoramento do jogo ficaram reunidos na mesa do professor (Figura 1), onde ocorreram os sorteios das questões, as correções das mesmas e as decodificações das mensagens, assim como, ficaram responsáveis pelo recebimento das fichas que dava acesso os envelopes com os trechos de código necessários para que a travessia pelo labirinto fosse possível. No total, foi necessário que cada grupo recolhesse quatro envelopes. Em paralelo, para monitorar o avanço

de cada equipe, foi disponibilizada uma carteira para cada grupo, onde as atividades concluídas foram depositadas.

A primeira etapa da primeira parte do jogo se referiu ao sorteio de uma questão que deveria ser respondida pelas equipes. As perguntas foram de múltipla escolha e tinham como assuntos o raciocínio lógico e matemático alinhado com os conhecimentos acadêmicos dos estudantes de 5º e 6º anos do ensino fundamental e demais temas trabalhados pelo projeto Logicamente. As questões foram retiradas e adaptadas de sítios de concursos públicos e desafios. Assim que finalizada as respostas, as mesmas eram corrigidas e, estando corretas, a próxima fase era desbloqueada. A tabela 2 mostra o conjunto de questões que foram respondidas pelos estudantes na fase 1.

Nº:	Enunciado:	Alternativas:	Gabarito:								
1	<p>Considere a tabela de preços, <b>por quilo</b>, do empório do Seu Joaquim, para resolver a questão:</p> <table> <tr> <td>ARROZ</td> <td>R\$ 1,90</td> </tr> <tr> <td>FUBÁ</td> <td>R\$ 1,20</td> </tr> <tr> <td>FEIJÃO</td> <td>R\$ 3,40</td> </tr> <tr> <td>FARINHA</td> <td>R\$ 2,10</td> </tr> </table> <p>Um freguês comprou 5 Kg de farinha, 3 Kg de fubá e 1 Kg de feijão e ainda sobrou dinheiro para comprar 10 Kg de arroz. O total de dinheiro desse freguês é:</p>	ARROZ	R\$ 1,90	FUBÁ	R\$ 1,20	FEIJÃO	R\$ 3,40	FARINHA	R\$ 2,10	<p>a) R\$ 17,50 b) R\$ 29,50 c) R\$ 36,50 d) R\$ 35,50</p>	Letra C
ARROZ	R\$ 1,90										
FUBÁ	R\$ 1,20										
FEIJÃO	R\$ 3,40										
FARINHA	R\$ 2,10										
2	<p>Em um jogo de futebol, o 1º gol da partida foi marcado aos 5 minutos do 1º tempo e o 2º gol foi marcado faltando exatamente 7 minutos para o término do 2º tempo. Sabendo que cada tempo durou exatamente 45 minutos e que o intervalo durou exatamente 15 minutos, então, entre o 1º e o 2º gol, passou-se um tempo total de:</p>	<p>a) 1h e 25m b) 1h e 30m c) 1h e 33m d) 1h e 35m e) 1h e 38m</p>	Letra C								
3	<p>Sabe-se que Ana é a irmã mais nova e que possui mais seis irmãos. Considere que todos nasceram em anos pares e com uma diferença de dois anos entre cada um deles. Se Ana nasceu em 2002, quantos anos o seu irmão mais velho completará em 2015?</p>	<p>a) 22 anos b) 25 anos c) 24 anos d) 23 anos</p>	Letra B								
4	<p>Alice nasceu no dia 1º de março de 1980. Em que ano ela completará 67 anos?</p>	<p>a) 1997 b) 2007 c) 2017 d) 2047</p>	Letra D								

5	<p>Dirigindo ao caixa de uma papelaria, o comprador disse:</p> <p><i>“Gostaria de comprar 2 pastas com elástico a R\$ 1,00 cada, 3 canetas coloridas a R\$ 3,00 cada e 4 borrachas, mas o preço das borrachas eu não sei”.</i></p> <p>O caixa entregou uma conta ao comprador de R\$ 19,00. De acordo com texto, o valor de cada borracha, em reais, é:</p>	<p>a) 2,20</p> <p>b) 1,50</p> <p>c) 1,70</p> <p>d) 3,00</p> <p>e) 2,00</p>	Letra E
6	<p>Em um determinado país, as temperaturas registradas em graus Celsius, em certo período do dia, foram as seguintes: <math>-4^{\circ}</math>, <math>-1^{\circ}</math>, <math>0^{\circ}</math>, <math>-2^{\circ}</math>, <math>-3^{\circ}</math> e <math>-5^{\circ}</math>. A temperatura, em graus Celsius, mais alta registrada nesse país foi de:</p>	<p>a) <math>0^{\circ}</math></p> <p>b) <math>-5^{\circ}</math></p> <p>c) <math>-1^{\circ}</math></p> <p>d) <math>-4^{\circ}</math></p> <p>e) <math>-3^{\circ}</math></p>	Letra A
7	<p>Joãozinho decidiu fazer uma viagem para poder pescar no rio durante cinco dias.</p> <p>No primeiro dia, ele pescou 20. Já no segundo, pescou 48 peixes. No terceiro, conseguiu 65. No quarto dia, foram 54. Finalmente, no quinto dia ele conseguiu pescar 38 peixes.</p> <p>Foram pescadas quantidades que representam números divisíveis por 3 nos dias:</p> <p><b>Obs.:</b> números divisíveis por 3 são aqueles que, ao serem divididos por 3, o resto da divisão é 0.</p>	<p>a) 1 e 2</p> <p>b) 2 e 4</p> <p>c) 3 e 5</p> <p>d) 4 e 5</p> <p>e) 1 e 3</p>	Letra B
8	<p>Rafael e Orlando combinaram de jogar sinuca valendo R\$ 2,00 ao vencedor de cada partida. Rafael chegou para o jogo com R\$ 60,00 e Orlando, com R\$ 28,00. Ao final do jogo, ambos ficaram com quantias iguais.</p> <p>Nesse caso hipotético, é correto afirmar que a quantidade de partidas que Orlando ganhou a mais que Rafael foi igual a:</p>	<p>a) 4</p> <p>b) 5</p> <p>c) 6</p> <p>d) 7</p> <p>e) 8</p>	Letra E
9	<p>Gilberto precisa embalar seis dezenas de ovos em caixas com capacidade para uma dúzia ovos cada. A quantidade de caixas necessárias para que Gilberto realize essa tarefa é igual a:</p>	<p>a) 3</p> <p>b) 5</p> <p>c) 4</p> <p>d) 6</p>	Letra B
10	<p>O dobro do triplo da metade de 10 é:</p>	<p>a) 2,5</p> <p>b) 120</p> <p>c) 90</p> <p>d) 100</p> <p>e) 30</p>	Letra E



11	Assinale a alternativa em que os números estão dispostos do menor para o maior.	a) $\frac{1}{4}$ ; $\frac{3}{10}$ ; $\frac{13}{10}$ b) $\frac{3}{10}$ ; $\frac{1}{4}$ ; $\frac{13}{10}$ c) $\frac{13}{10}$ ; $\frac{1}{4}$ ; $\frac{3}{10}$ d) $\frac{13}{10}$ ; $\frac{3}{10}$ ; $\frac{1}{4}$ e) $\frac{3}{10}$ ; $\frac{13}{10}$ ; $\frac{1}{4}$	Letra A
12	Abel tem 1,80 metros de altura, Bia tem 1,58 metros, Carlos tem 1,75 metros, Duda tem 1,65 metros e Edu tem 1,98 metros. O mais baixo entre eles é:	a) Abel b) Duda c) Bia d) Edu e) Carlos	Letra C
13	Cada um dos tempos de um jogo de futebol tem 45 minutos. Se a partida começou às 15 horas e 25 minutos, o primeiro tempo terminará às:	a) 16h10m b) 16h c) 16h25m d) 16h45m e) 16 h15m	Letra A
14	Um escritório de contabilidade imprime cerca de 15 páginas por dia útil. Considerando que o ano possui 250 dias úteis, pode-se afirmar que o total de páginas impressas será:	a) 2.000 b) 2.500 c) 2.750 d) 3.500 e) 3.750	Letra E
15	Ana pretende viajar nas férias para São Paulo. Para conseguir viajar, ela precisa juntar R\$ 1.200,00. O salário de Ana é R\$ 1.000,00 e ela só pode reservar mensalmente para a viagem a quinta parte do seu salário. Em quantos meses Ana conseguirá realizar sua viagem?	a) 3 meses b) 4 meses c) 5 meses d) 6 meses e) 7 meses	Letra D
16	Um supermercado está realizando uma promoção para os consumidores. A cada R\$ 100,00 em compras, o cliente ganha um desconto de R\$ 5,00. Se um cliente fizer uma compra de R\$ 800,00 o desconto total será:	a) R\$ 60,00 b) R\$ 50,00 c) R\$ 40,00 d) R\$ 80,00 e) R\$ 70,00	Letra C

Tabela 2. Questões Fase 1.

A segunda etapa do jogo, consiste em decodificar uma mensagem, cujo conteúdo revelava qual funcionário da escola estaria com a ficha responsável por liberar a etapa seguinte conforme demonstrado na Figura 3 - exemplo de mensagem criptografada de uma das equipes:

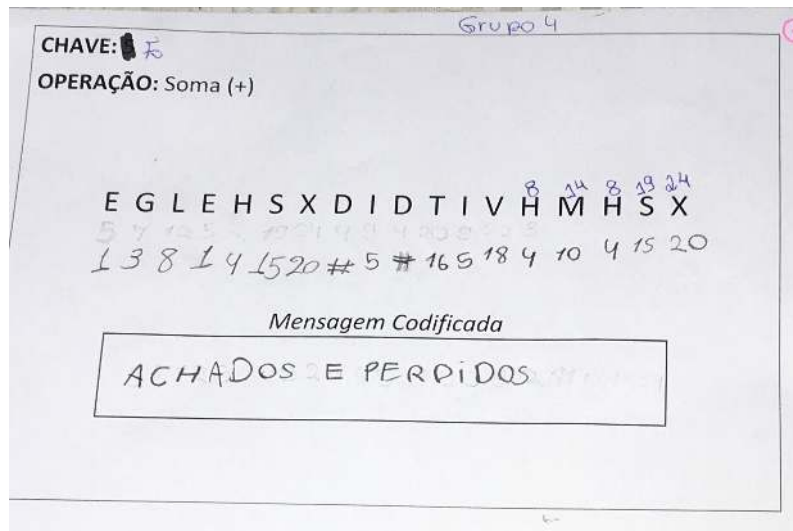


Figura 3. Mensagem Codificada.

Já na terceira etapa, o estudante “corredor” troca a ficha pelo envelope com os trechos de código que tornam possível a passagem pelo labirinto. Posteriormente, a quarta etapa se refere à montagem do código de modo que, o acesso à próxima parte do jogo só será permitido se a construção do mesmo estiver correta. Esse conjunto de etapas se repete quatro vezes, mudando apenas o conteúdo.

Depois que as quatro primeiras etapas foram concluídas, os grupos receberam uma folha com o labirinto e com a tabela que deveria ser escrita a solução do problema – Figura 4, que consistiu em expor quantas vezes e quais seriam as teclas que devem ser acionadas, simulando como se a atividade fosse no computador (cima, baixo, esquerda e direita). Essas instruções foram trabalhadas na aula anterior ao lúdico e reforçadas no dia da aplicação dinâmica, um aspecto a ser destacado é que todos os conteúdos abordados no jogo foram previamente trabalhados em sala, durante as atividades do projeto Logicamente.



Figura 4. Labirinto e Tabela de Solução.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O CriptoLab foi jogado por um total de quatro equipes, cada equipe continha entre 4 e 5 integrantes. Foi estabelecido como regra geral que cada fase não poderia ultrapassar 20 minutos e esse tempo foi cronometrado por equipe. Todas as equipes conseguiram concluir as 5 fases do jogo. A Tabela 3 abaixo mostra o tempo que cada equipe gastou na finalização de cada fase:

<b>Fase / Grupo:</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	19 min	20 min	20 min	18 min
<b>2</b>	18 min	17 min	18 min	17 min
<b>3</b>	15 min	18 min	18 min	13 min
<b>4</b>	17 min	18 min	19 min	13 min
<b>5</b>	6 min	6 min	7 min	5 min
<b>Σ tempo</b>	75 min	79 min	82 min	66 min

Tabela 3. Tempo Gasto por Equipe.

De acordo com o exposto na Tabela 3, a equipe vencedora foi a equipe 4, que finalizou todas as etapas do jogo em um total de 66 minutos e a equipe que concluiu por último demorou 82 minutos. Em complemento, a Tabela 4 demonstra o conjunto de características de cada equipe formada.

<b>Características / Grupo:</b>	<b>Sexo:</b>	<b>Deveres de casa:</b>	<b>Concentração:</b>	<b>Organização / Divisão das Tarefas:</b>
1	Masculino	Entregavam parcialmente	Alta	Boa
2	Misto	Não entregavam as atividades	Alta	Ótima
3	Masculino	Não entregavam as atividades	Média	Razoável
4	Feminino	Entregavam com frequência as atividades propostas	Alta	Ótima

Tabela 4. Características das Equipes.

Considerando os dados da Tabela 4, observa-se que a equipe campeã foi composta exclusivamente por estudantes do sexo feminino, cuja entregas dos deveres de casa em relação as atividades como um todo do projeto Logicamente eram frequentes - o que justifica uma concentração mais alta por parte desta equipe, uma vez que, os conhecimentos prévios já estavam mais evoluídos. Conseqüentemente, se observou uma melhor organização e divisão das tarefas durante a execução do jogo.

Durante a execução do jogo, foi possível perceber que os estudantes apresentaram diferentes tipos de dificuldade, algumas em relação ao raciocínio lógico matemático, outros em relação a montagem das sequências do código fonte, e também, em relação a divisão das tarefas.

Aqueles que tiveram dificuldade com a parte matemática do jogo foram aqueles estudantes com perfil mais dispersos em sala de aula e os que faltaram à aula de criptografia. Os estudantes que tiveram mais dificuldade com a montagem do código fonte foram aqueles que não costumavam entregar os deveres de casa, os deveres neste caso, se referiram as atividades usando o aplicativo *Scratch*.

Ainda em relação às dificuldades observadas, destacam-se: dispersão, dificuldade de compreensão dos comandos do *Scratch* – essa dificuldade é devida a falta de prática de exercícios na ferramenta, que se configura em dificuldades conceituais dos conteúdos ministrados. Nos casos em que a mensagem criptografada ultrapassava dez caracteres, se percebeu ansiedade na solução e alguns grupos tentaram burlar os cálculos usando adivinhação de padrões.

Dentre os aspectos positivos, se pode destacar que todas as equipes conseguiram concluir as 5 fases do jogo com sucesso dentro do tempo estabelecido. A divisão do problema em partes menores facilitou o trabalho das equipes. Em relação ao aprendizado dos conteúdos necessários, se observou que os estudantes que se dedicaram a aprender sobre o tema anteriormente a dinâmica, passaram pelas fases com relativa facilidade.

A inclusão da criptografia como parte das atividades foi outro aspecto muito positivo, pois instigou a curiosidade dos estudantes e o despertar para estudos acerca do tema. Além disso, foi observado que, a divisão de um grande problema em partes menores, colaborou positivamente para que todas as equipes concluíssem o jogo. Essa condição de dividir um problema em partes menores vai em consonância com o documento – Referenciais de formação em computação: Educação Básica (SBC, 2017).

Por fim, foi aplicado um instrumento de avaliação, cujo objetivo foi mapear as opiniões dos estudantes que participaram da atividade para fins de ajustes e correções futuras tanto do jogo quanto em relação as atividades do projeto como um todo conforme o exposto na Tabela 5.

Q:	Enunciado:	Resposta 1:	Resposta 2:	Resposta 3:
1	Como foi trabalhar em equipe no lúdico?	Difícil (3)	Fácil (17)	Indiferente (0)
2	As aulas do projeto ajudaram no lúdico?	Sim, bastante (20)	Não (0)	Não, o assunto dado em sala não foi o suficiente para ajudar no lúdico (0)

3	Em que você teve mais dificuldade?	Matemática (10)	Na utilização da lógica para resolver os desafios (8)	Matemática e lógica (2)
4	Qual foi a sua maior dificuldade para montar o labirinto?	Achar a sequência certa para montar o algoritmo (10)	Identificar os tipos de comando (8)	Tempo insuficiente (2)
5	Ao participar do projeto o seu rendimento escolar aumentou?	Sim, consigo resolver problemas com mais rapidez (16)	Não, o rendimento continua o mesmo (4)	Não, o rendimento caiu (0)
6	Depois de entrar no projeto, você tem conseguido aprender com mais facilidade as matérias dadas na escola?	Sim (18)	Não (1)	Não, continuo do mesmo jeito em que entrei no projeto (1)
7	Você consegue aplicar o conteúdo dado no projeto em seu dia a dia?	Sim (15)	Não (4)	Tenho dificuldades para aplicar o conteúdo no dia a dia (1)

Tabela 5. Avaliação do CriptoLab e Atividades do Projeto.

Os números entre parênteses nas colunas de respostas representam as quantidades de votos que cada alternativa recebeu. De acordo com os dados da Tabela 5, os estudantes não apresentaram dificuldades para trabalhar em equipe, as aulas e conteúdos estudados preliminarmente contribuíram de forma efetiva para o bom andamento da atividade proposta, foi identificado que existem dificuldades tanto da matemática quanto da lógica na mesma proporção, do mesmo modo, que houve um equilíbrio entre a dificuldade da organização das sequências lógicas e em relação ao uso dos comandos do *Scratch*.

Em relação as impressões do impacto das atividades do projeto, se percebe, de acordo com a visão dos estudantes, que o rendimento escolar aumentou, que a facilidade de compreensão de conteúdos escolares também foi aumentada e que eles conseguem fazer a relação dos conteúdos aprendidos com a vida real.

## 4 | CONCLUSÕES

O projeto Logicamente tem como finalidade motivar crianças e adolescentes a aprender programação, lógica e assuntos relacionados ao pensamento computacional

de maneira criativa, que são habilidades essenciais para a vida de qualquer indivíduo. Se estima com a inserção o PC no âmbito da educação básica, oportunizar a formação de habilidades e competências computacionais, apoiando a ciência e suas áreas de conhecimento. Essas habilidades e competências potencializam a capacidade de resolver problemas.

Ações nesse sentido vão em consonância com o que já vem sendo praticado em diversos países, como por Alemanha, Argentina, Austrália, Coreia do Sul, Escócia, França, Inglaterra, Estados Unidos da América, Finlândia, Grécia, Índia, Israel, Japão, e Nova Zelândia, entre outros, que adotaram o ensino de computação nas escolas para desenvolver habilidades relacionadas à resolução de problemas complexos. (SBC, 2017).

O jogo teve por objetivo aplicar os conceitos de criptografia relacionado as habilidades do PC. As crianças, hoje, já nascem imersas em um mundo digital, mas, ao contrário do que se possa imaginar, elas não conhecem o funcionamento desse mundo, apenas utilizam suas ferramentas passivamente. A opção pela inclusão do tema criptografia foi de grande valia para que pudesse ser abordado com o público-alvo posteriormente, assuntos como a segurança eletrônica, que envolve questões importantes sobre os riscos que somos expostos ao utilizar as tecnologias, os quais se pode destacar: casos de violação de contas bancárias, acesso a informações sigilosas, invasão e destruição de sistemas, entre outros.

De acordo com os resultados expostos no capítulo 3 do presente artigo, o jogo foi considerado uma iniciativa interessante, que despertou curiosidade pelos temas abordados, interesse em pesquisas sobre o tema e favoreceu a compreensão dos assuntos relacionados reforçando os conteúdos trabalhados pelo projeto Logicamente.

## REFERÊNCIAS

UNESCO (2015) “**TIC na educação do Brasil**”, <http://www.unesco.org/new/pt/brasil/communication-and-information/access-to-knowledge/ict-in-education/>, Novembro.

Pessoa, F. I. R.; Araújo, A. S. O.; Andrade W. L.; Guerrero, D. D. S (2017) “**T-mind: um Aplicativo Gamificado para Estímulo ao Desenvolvimento de Habilidades do Pensamento Computacional**”. In Anais do SBIE. DOI: 10.5753/cbie.sbie.2017.645.

Sociedade Brasileira de Computação (2017) **Referenciais de Formação em Computação: Educação Básica**. <http://www.sbc.org.br/noticias/10-slideshow-noticias/1996-referenciais-de-formacao-em-computacao-educacao-basica/>, Julho.

Simon S. (1999). **The Code Book**. Fourth Estate, 1st edition.



## ESPAÇOS DO COMPUTAR: O HACKER E MAKER EM UMA PERSPECTIVA QUEER

### **Leander Cordeiro de Oliveira**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Programa de Pós-graduação em Tecnologia e Sociedade (PPGTE)  
Curitiba – Paraná

### **Marília Abrahão Amaral**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Programa de Pós-graduação em Tecnologia e Sociedade (PPGTE)  
Curitiba – Paraná

**RESUMO:** As reconstruções socioculturais fazem parte de um processo constante que se pauta nos valores que estão permeados entre os sujeitos. O fazer computacional e seus ambientes, sistemas e sujeitos vivenciam este processo e podem acabar construindo situações normativas e excludentes. É por meio destas constantes mudanças que o presente capítulo pretende apresentar um debate teórico acerca das normatividades da área, compreendendo como uma possibilidade de abertura os movimentos Hacker e Maker e as desconstruções propostas pela Teoria Queer.

**PALAVRAS-CHAVE:** Computação; Computar; Cultura Hacker; Cultura Maker; Teoria Queer

**ABSTRACT:** Sociocultural reconstructions are part of a constant process that is based on

the values that are permeated among people. Computation and its environments, systems and people experience this process and can end up constructing normative and exclusionary situations. It is through these constant changes that the present chapter intends to present a theoretical debate about the normativities of the area, understanding the Hacker and Maker movements and the deconstructions proposed by Queer Theory as a possibility of opening.

**KEYWORDS:** Computing; Compute; Hacker Culture; Maker Culture; Queer Theory

### 1 | INTRODUÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO

Espaços são construídos carregando diferentes valores advindos de lutas de poder que enviam suas ocupações e delimitações (HALL, 1997). A constituição dos espaços onde se dá o fazer computacional, também compreendidos aqui como cultura, passa por este processo. Isso quer dizer que estes espaços se constituem por meio de valores e práticas fruto de um contexto sociocultural que representa as relações entre os sujeitos e suas percepções envolvidas.

Conforme escreveu Butler (2009), situações opressoras, marginalizadoras e até

mesmo de violência podem surgir em diferentes contextos, sendo um deles relacionado aos indivíduos que não vivenciam gênero e sexualidade dentro da matriz normativa de valores. Algumas pesquisas, por meio de relatos e estatísticas, demonstram que grupos que fogem aos padrões normatizados de gênero e sexualidade não se sentem satisfatoriamente representados em ambientes onde a computação se constrói, incluindo outros espaços educacionais, dando o sinal de situações normativas e excludentes (ABGLT, 2016; STOUT; WRIGHT, 2016; TRENshaw et al., 2013; CECH; WAIDZUNAS, 2011; BILIMORIA; STEWART, 2009; GROGAN, 2014).

Questionar a construção dos espaços em que o computar é feito torna-se importante para que se problematizem as normatividades desta cultura. Ao tratar da área da computação de forma mais ampla e inclusiva, o que é feito no decorrer do texto por meio do termo “computar”, pretende-se interpretar e englobar variadas instâncias em que a computação aconteceu, acontece e pode vir a acontecer, considerando seus aspectos sociais e culturais e indo além do espectro que a percebe de forma tecnocêntrica, artefactual e institucional. A utilização do termo “computar” também se relaciona com o projeto “Compute Você Mesm@”, financiado pela Fundação Araucária, ao qual esta pesquisa esteve vinculada, e que trabalha a concepção de uma democratização da área e de sua compreensão nas esferas socioculturais.

As culturas *hacker* e *maker* desponta possibilidades diversas de computares, podendo ser importantes ao trazerem diferentes olhares, sendo um dos caminhos para pensar rupturas de construções normativas, uma vez que são espaços de fronteira. A ideia de ruptura pode ser entendida enquanto diferença de algo ou de situação anterior, neste sentido, referindo-se a um computar menos normativo e mais aberto, por meio do estranhamento ou *queering*. Dessa forma, este capítulo pretende apresentar perspectivas teóricas para uma reflexão acerca da cultura da área da computação e como pode ser possível romper as hegemonias culturais que a tornam normativa.

Seguindo a questão centralizadora do capítulo, a seção 2 apresenta os espaços e culturas *hacker* e *maker* compreendidos como possibilidades de abertura na área ao trazerem formas de atuar no mundo por meio de um computar que leva em consideração quereres e fazeres comunitários e pautados em processos de apropriação. A seção 3 apresenta as perspectivas da Teoria Queer, seus conceitos e problematizações, que conectadas aos debates acerca dos espaços e culturas *hacker* e *maker* dão a tônica para a discussão acerca do estranhamento/*queering* que está apresentada na seção 4, que encerra o capítulo. Esta seção apresenta as perspectivas de desconstrução pedagógicas trazidas pela Teoria Queer em uma discussão que relaciona o computar aos espaços *hacker* e *maker* enquanto possibilidades de ruptura de normatividades para a área, em um processo de questionamento do binarismo conhecimento/ignorância.

Vale apontar que a presente pesquisa teve uma publicação reduzida relacionada a esta no 11º WIT (Women in Information Technology), evento ocorrido em 2017 e componente do XXXVII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação com o

título original de “O Computar em uma Perspectiva Queer: considerando os espaços hacker e maker”, disponível em <<http://csbc2017.mackenzie.br/anais>>. Desta forma, este capítulo amplia conceitualizações que darão base para um importante aprofundamento.

## 2 | HACKER E MAKER: ESPAÇOS DE ABERTURA

O movimento *Hacker* surgiu entre as décadas de 50 e 60 no *Massachusetts Institute of Technology* entre um grupo de jovens aficionados por ferromodelismo (LEVY, 2001; HIMANEN, 2003). Este grupo desenvolvia projetos para aprimorar, além de seus ferromodelos, o espaço que tinha disponível na universidade. Dessa relação surgiram palavras que eram utilizadas pelos participantes em sua comunicação, construindo assim um vocabulário que está documentado no Jargon File, dicionário que contém verbetes explicando termos e questões relacionadas ao movimento *hacker*. Dentre os jargões, recebe destaque o termo *hack* que, a princípio, significa “um projeto empreendido ou um produto construído não apenas para cumprir um objetivo construtivo, mas por algum prazer selvagem, considerando mero envolvimento” (LEVY, 2001, p.18, tradução nossa).

O termo *hack* acaba por originar o *hacker*, que no Jargon File está definido como “pessoa que aprecia explorar os detalhes de sistemas programáveis e como ampliar suas capacidades, em oposição a maioria dos usuários, que preferem aprender apenas o mínimo necessário” (HACKER..., 2018, tradução nossa). Ainda pode se referir a entusiastas ou especialistas que se interessam por assuntos diversos, sendo que a/o *hacker* aprecia os desafios intelectuais, contornando de forma criativa as limitações (HACKER..., 2018).

Na discussão acerca da cultura *hacker* e de suas frentes de atuação, existem nomenclaturas diferenciadas que atrelam outras questões a estas práticas. Neste sentido o movimento *Maker* se intersecciona com o *Hacker* em diversos aspectos, podendo até mesmo ser confundido em algumas situações. Não haver um consenso sobre as diferenças entre os espaços *Hacker* e os espaços *Maker* (SILVA, 2017). Pode-se dizer que no movimento *Maker* há um envolvimento maior de artefatos físicos e da ideia de construção e prototipagem, podendo extrapolar os artefatos digitais e eletrônicos, estes mais caros ao movimento *Hacker*.

É em meados dos anos 2000 que pesquisadores e educadores passaram a demonstrar interesse, trazendo estes movimentos para espaços educativos por meio de ações para proporcionar laboratórios dessa natureza, principalmente nos EUA, em uma relação que faz a construção do conhecimento acontecer de maneira mais significativa com a manipulação de artefatos físicos em situações contextualizadas com as realidades do sujeito ou sua comunidade (SILVA, 2017).

Conforme relata Silva (2017), as nomenclaturas deste tipo de espaço são variadas,

como *Maker Space*, FabLab, FabLearn, *Hacker Space*, além de alguns mais gerais, como laboratório de fabricação, espaço de construção. Estas nomenclaturas estão atreladas a diferentes frentes que se apresentam distintamente, algumas com visões críticas e atreladas a educação, outras com foco maior na replicação e disseminação de técnicas consolidadas (SILVA, 2017). Fonseca (2014) também relata diferentes caminhos, destacando que os *labs* nos Estados Unidos tem uma forte relação com as indústrias, apresentando pouca atuação com questões sociais e politicamente situadas, o que ocorre de forma diferente na Europa.

Um exemplo dessa disputa de nomes gira em torno dos *hacklabs* e dos *hackerspaces*. Fonseca (2014) diz que ambos são vistos como sinônimos, e esta é uma confusão que remete às próprias rachaduras dos movimentos Software Livre/ Aberto (*free/open source*), onde os *hackerlabs* remetem visões mais situadas e políticas do software livre frente aos *hackerspaces*, que de certa forma, são mais abertos ao empreendedorismo digital e relacionados ao *open*. Mesmo que exista diferenciação, não é simétrica e apresenta sobreposições, tanto no Software Livre/Aberto quanto no *hacklabs/ hackerspaces*. Isso fez que no “passar do tempo os dois campos tenham se confundido, e tendam a se confundir ainda mais” (FONSECA, 2014, p. 52).

Ainda sobre esta diferenciação, Fonseca (2014) aponta as nomenclaturas e as afiliações a distintas frentes e perspectivas políticas:

*hacklabs* costumam estar associados a um contexto ativista europeu, frequentemente (embora nem sempre) ligado a grupos anarquistas ou autonomistas; enquanto os *hackerspaces* se popularizaram a partir de uma releitura estadunidense dos *hacklabs*, evitando assumir uma politização explícita e sendo mais permeáveis a projetos comerciais e voltados ao mercado. (FONSECA, 2014, p. 73)

Intersecções entre espaços *hacker* e *maker* são grandes e suas diferenças podem ser percebidas a partir da prototipação e criação física de objetos. Fonseca (2014) cita Chris Anderson (2012) para compreender o fazer *maker* frente ao *hacker*: “para ele, um dos principais resultados da fabricação digital é expandir o horizonte de atuação da inovação tecnológica - não mais limitada às redes digitais e mídias sociais, mas agora aberta ao ‘mundo dos átomos’” (ANDERSON, 2012 apud FONSECA, 2014, p. 55).

Desta forma, os *makerspaces*, FabLabs, FabLearns, dentre outros, são iniciativas que trazem diferentes maneiras de perceber os laboratórios a partir da perspectiva da construção digital, da computação física e/ou da prototipação, considerando a prototipação como limitante e predefinido frente a perspectiva da gambiarra, na qual é possível uma maior apropriação em um sentido de individualização (FONSECA, 2014). Para compreender a diferença entre os FabLabs e/ou FabLearns e os *makerspaces*, é preciso localizar a relação que os primeiros têm com a educação e os segundos com uma perspectiva mais aberta. Os “Fablabs voltam-se primordialmente a estudantes universitários de design e engenharia, os *makerspaces* estariam mais abertos a

amadores, *hackers* e mesmo artesãos” (FONSECA, 2014, p. 55).

É neste ponto que a obra de Himanen (2003) se torna importante para que estes espaços sejam discutidos enquanto rupturas ou locais de fronteira, questão compreendida no texto de Himanen (2003) quando o autor, ao trazer pontos da ética *hacker*, fala da importância da busca por melhores condições de vida a partir de uma crítica às desigualdades sociais que acabam sendo promovidas pelo *status quo* e pelo sistema capitalista nesta era da informação. O autor defende a importância de inverter a lógica da utilização acrítica dos artefatos tecnológicos e computacionais para que possamos ter maior foco em outras questões importantes da vida que vão além do trabalho, como é o caso das questões pelas quais as pessoas são apaixonadas, por exemplo.

Uma apropriação tecnológica neste sentido, reconhecendo as cargas políticas e ideológicas da tecnologia frente às iniciativas instrumentalistas, permitiria aos espaços de construção e criatividade atuarem como pontos de reflexão crítica e social, onde os/as sujeitos/as e seus anseios são os centralizadores do fazer (*maker* e/ou *hacker*). Desta forma, não é a estrutura física por si própria que propicia as mudanças sociais, mas sim as práticas e valores voltados a autonomia e ao diálogo que podem fazer destes espaços potenciais para a mudança (SILVA, 2017).

Agambiarra, a obra artística, ou o fazer informal, que ultrapassam os fins acríticos, permitiriam pensar os espaços de fabricação em uma perspectiva transformadora, seguindo a reflexão de Silva (2017). São a assimilação e incorporação das reflexões críticas e políticas desenvolvidas nestes espaços, assim como a instrumentalização e os ideais de neutralidade tecnológica e científica, que dificultam sua apropriação por parte dos movimentos ativistas. Para que se desenvolva uma tecnologia e arte engajadas, o ativismo e o debate crítico, Fonseca (2014) defende que os labs experimentais precisam se manter indeterminados, como “espaços em branco”. Nesta fuga, o autor estrategicamente propõe “analisar tais labs como espaços em branco, que trabalham ativamente para criar vazios onde o significado surge e desaparece, e assim continua sucessivamente” (FONSECA, 2014, p. 95).

Inclusive pode ser problematizada, neste sentido, a relevância do espaço físico e de grande porte, já que as configurações muitas vezes precisam ser feitas e refeitas estrategicamente em determinados espaços de tempo e localização. Mesmo que o espaço físico e os encontros presenciais não possam ser deixados de lado, é importante compreender que é a partir do dinamismo da rede de contatos e de seus nodos (as pessoas) que estes labs passam a existir e, possivelmente, reexistir em outras novas configurações conforme as demandas e necessidades de cada projeto, o que se opõe a ideia de uma infraestrutura física “finalizada” (FONSECA, 2014).

Apesar da visão progressista que algumas frentes relacionadas a estes espaços trazem às problemáticas da educação, é importante construir uma reflexão crítica acerca dos sujeitos e valores envolvidos, conforme discute Silva (2017). Neste sentido é preciso compreender as conexões que estes espaços possuem com as demandas



sociais e com o mercado e o *status quo*, uma vez que assimilationismos neste sentido já estão presentes e disseminados.

Em especial, devido a discussão deste capítulo, esta reflexão se conecta aos espaços do computar, compreendendo as culturas *hacker* e *maker* como também formadores da área da computação. Hall (1997) explica que é por meio dos variados sistemas de significados, que os sujeitos utilizam para conceber e regular condutas, que a ação social torna-se significativa tanto para aqueles que estão diretamente envolvidos, quanto para aqueles que estão em seu entorno. Com esta reflexão, indaga-se a possibilidade de os movimentos *Hacker* e *Maker* poderem ser compreendidos como potenciais espaços para a construção coletiva de empoderamento e apropriação do fazer computacional para a diferença uma vez que apontam para ideais de abertura e estão conectados a construção do computar.

Para a compreensão acerca dos espaços onde a computação é construída, é preciso extrapolar os ambientes formais e institucionais. Dessa forma, compreendem-se diferentes tipos de espaços onde distintos processos comunitários e engajados se desdobram. Alguns laboratórios e iniciativas figuram nesta perspectiva, aliando valores de liberdade e experimentação, advindos da cultura *hacker* e *maker*. Algumas iniciativas brasileiras que seguem esta perspectiva são: MariaLab Hackerspace <<http://marialab.org/>>; Mandacaru Hackerspace <<https://www.facebook.com/MandacaruHS/>>; Raul HackerClub <<http://raulhc.cc/>>; Olabi <<https://www.olabi.org.br/>> e sua iniciativa PretaLab <<https://olabi.typeform.com/to/qe4tsA>>; a iniciativa Progra{m}aria <<https://www.programaria.org/>>.

A importância destes espaços pode ser compreendido a partir de uma influência na construção cultural da área, pois muitas vezes atuam como o envolvimento inicial de diversas pessoas com o computar. A presença da diferença nestes ambientes é um importante caminho para repensar a computação, justamente a partir das desconstruções possíveis que o atrito entre diferença e norma podem trazer na construção de um computar menos normativo.

### 3 | TEORIA QUEER: UM CAMINHO PARA A DESCONSTRUÇÃO

Pensar em rompimentos para as normatividades da área da computação requer que se compreenda a maneira pela qual as estruturas se constituem e como influenciam em uma cultura ou espaço. Ao envolver valores de colaboração, conhecimento e liberdade, a cultura *hacker* apresenta-se como um espaço possível para uma convivência dialógica, além de se conectar fortemente com uma perspectiva de empoderamento, busca de conhecimento por desejo e desafio, também traz uma quebra no binarismo que coloca em oposição as esferas de trabalho e diversão na vida das pessoas (HIMANEN, 2003).



Os autores Hall (1997) e Louro (2016) debatem os processos culturais de maneira a compreender as construções e desconstruções constantes, o que faz com que não existam situações definitivas, mas sim, transitórias, que caminham com os rumos da sociedade. As construções culturais ocorrem de forma enviesada por lutas de poder, marcações, valorização de determinados interesses políticos e/ou financeiros em detrimento a outros, sendo por meio destes processos, que reconstruções culturais centralizam a constituição de todos os aspectos da vida social (Hall, 1997).

É por meio da ação social que as pessoas interpretam (codificam, organizam e regulam) suas condutas umas em relação às outras, fazendo com que esta seja significativa para todos. A noção de cultura permeada e entrelaçada pelo social faz com que sua existência seja compreendida a partir das relações, das vivências, das ações, dos espaços onde as pessoas constroem e reconstróem seus significados (Hall, 1997). Dessa forma, pode-se compreender que culturas e espaços se constituem como um conjunto que é impregnado dos valores e práticas que estão relacionados às pessoas que os tomam, como é o caso da área de computação e de sua formação cultural.

Tal constituição faz com que as culturas, e conseqüentemente os espaços, acabem por se impregnar de valores que muitas vezes se tornam negligentes, segregadores ou até mesmo agressivos para determinados sujeitos, mesmo que confortáveis para outros. Conforme escreveu Butler (2017, 2009), situações de abjeção e precariedade (invisibilizações, opressões e até mesmo violência) podem surgir em diferentes contextos, sendo que uma das maneiras para que isso ocorra está relacionada aos indivíduos que não vivenciam gênero e sexualidade dentro da matriz heteronormativa de valores.

Para o rompimento destas situações, Butler (2009) pontua o enfrentamento como uma busca contínua frente à sociedade construída por meio de sistemas descentralizados dos quais fazem parte diversos discursos (religiosos, governamentais, educacionais, tecnológicos, dentre outros) atuando como constituidores de subjetividades e do social. Tais sistemas se impregnam pelo *status quo*, seus valores conservadores e normativos, construindo as situações de precariedade e abjeção e acabam tendo influencia em diversas esferas da sociedade, dentre elas a área de computação.

Os casos descritos pelas pesquisas citadas no início deste capítulo tratam do que discute Butler (2009), situações de abjeção e precariedade sofridas por pessoas que não ocupam os espaços da norma na computação, engenharias e tecnologia. As situações problematizadas estão permeadas por marcadores sociais diversos, clivagens que perpassam as construções de gênero e sexualidade, estas abordadas por este capítulo, mas que deixam pontas para pensar outras subalternidades e dissidências dentro da área.

A emergência de novas pautas, demandas e discussões, vindas de vivências de pessoas dissidentes e da tomada de espaços, se relaciona fortemente com o conceito de performatividade. Quando Butler (2017, 2009) fala sobre performatividade de gênero, esclarece que esta é característica iminente aos sujeitos e faz com que

as relações constitutivas do que se compreende por gênero estejam permeadas na sociedade, nos indivíduos, em suas ações, atuações, reações, influenciando as normas que regem o social.

Mesmo que a performatividade seja a forma como as normas de gênero sejam construídas, também é por meio dela que os sujeitos podem vir a ressignificar as relações de gênero, encontrando possibilidades para transpor as normas estabelecidas por meio da criação de contradiscursos e do enfrentamento (BUTLER, 2009). A performatividade acaba sendo o mecanismo pelo qual o social absorve/repele, cria/recria as normas de gênero, sexualidade, e demais marcadores, que geralmente se mantêm por meio de construções binárias e do sistema da heterossexualidade compulsória.

Estes estudos se conectam ao que se compreende como Teoria Queer. Os primeiros registros existentes de uma “vida queerizada ou de atitude queer”, como escreveu Sierra (2017, p.138) parte dos anos 1970. É nesta época que começam a se desestabilizar os estudos gays e lésbicos, o feminismo e até mesmo as Ciências Humanas de uma forma mais ampla, influenciados pela emergência de diferentes culturas sexuais e de gênero (SIERRA, 2017).

Este caminho é importante para que na década de 1990 comece se desenhar um teorizar queer (SIERRA, 2017). Teorizações que se conectam principalmente aos estudos culturais e ao pós-estruturalismo e passam a se denominar queer a partir da fala de Teresa de Lauretis em 1990 em conferência na Califórnia. O termo queer pode ser traduzido para português como ridículo, excêntrico, raro, extraordinário, estranho, como explica Louro (2016). Vale apontar que anterior a existência da teorização, a conotação da palavra trazia significação pejorativa, de xingamento, usada para se referir a jovens homossexuais norte-americanos. A ressignificação do termo aconteceu pelos movimentos sociais que o tomaram como forma de se posicionar contra o deboche e as ofensas, em uma perspectiva de não-assimilacionismo e contestação à homofobia e normatividade, em especial a heteronormatividade compulsória (LOURO, 2016; SPARGO, 2006; SIERRA, 2017).

Daí a importância de levar em consideração os contextos localizados e as construções específicas que podem estar nos entornos do termo (LOURO, 2016). Neste sentido, o “queer”, no inglês, pode ser verbo, substantivo ou adjetivo, sempre se referindo a uma contrariedade ao que é “normal ou normalizante” (LOURO, 2016, p. 66). Desta forma é possível compreender que o queer luta contra as normatizações dos estereótipos de masculinidade e feminilidade, e também das situações problemáticas e essencialistas ligadas às identidades gay/lésbica (SPARGO, 2006).

No contexto original, como adjetivo, queer tem sentido equivalente a “bicha”, “sapatão”, “viado”, “estranho”, usados no Brasil. Pelo ativismo e teorias, queer também passa a ser visto como verbo e ação. Spargo (2006) explica que a teoria colocou o termo em movimento, desestabilizando suposições rígidas da sexualidade e gênero no que diz respeito às formas de ser, fazer, saber.

O contexto do pós-estruturalismo passa a ser importante, principalmente contribuindo por pensar outro conceito de sujeito e identidade, agora vista de forma não fixa, não essencial, que se reforma continuamente em relação aos sistemas socioculturais (SIERRA, 2017). Pontos que fazem a Teoria Queer ser localizada como pós-identitária, transpondo o foco de análise, passando pela cultura, para as estruturas linguísticas e discursivas e seus contextos institucionais, como é o caso da computação. Constrói-se assim uma política de conhecimento cultural, que busca compreender outra forma de pensar, saber e conhecer.

Essa percepção traz uma ruptura importante para os movimentos sociais, uma vez que faz perceber que a conexão por meio das identidades, mesmo que importante em determinados momentos, não podem ser essencializada ou cristalizada a ponto de atuar como o único ponto de conexão entre as pessoas. Isso se dá uma vez que, em algum momento, a fixação das identidades pode passar a ser uma construção opressora e invisibilizadora que, ao assimilar-se, leva a atuar dentro das estruturas de poder do status quo. Uma reflexão acerca das estruturas anteriores à identidade, que se dá nas bases das relações de poder, deve ser central neste sentido, uma vez que tenta desestabilizá-las para reconstruções socioculturais.

Este é um importante ponto que diferencia o olhar queer e pós-identitário. Nesta perspectiva, ações que caminhem nos vieses da mera tolerância e integração são problemáticas, uma vez que não possibilitam às pessoas envolvidas no contexto uma reconstrução sociocultural crítica de sua realidade. Uma “atitude queer”, como escreve Sierra (2017), busca justamente desestabilizar e refazer as relações socioculturais, para que as pessoas compreendam a construções de identidade e diferença na sociedade.

Algumas ações que trazem a problematização feminista para a computação têm surgido em um sentido de denunciar a baixa participação de mulheres e trabalhando para ampliar esta participação. Um exemplo é o Programa Meninas Digitais, da Sociedade Brasileira de Computação. Vale apontar que, mesmo que a área seja problematizada dentro da questão das mulheres, um passo adiante se mostra necessário para refletir acerca de outras pessoas que se encontram em outras esferas de abjeção ao computar, talvez até mais profundas ao trazer intersecções de clivagens e marcações sociais.

Ao mesmo tempo em que se mostram importantes e pertinentes, as iniciativas precisam ir além da discussão da não participação das mulheres; precisam buscar respostas sobre as razões dessa situação; compreender quais estruturas de poder reforçam a área no entorno de um sujeito universal-masculino; além de investigar que outros grupos vivenciam situações abjetas de exclusão e silenciamento; e ainda, compreender que existem grupos sociais tão distantes do computar que nem chegam a ter questões a levantar.

Situações onde se polarizam os estereótipos de gênero, cristalizando-os em grupos muito específicos, podem ser questionadas a partir da perspectiva da Teoria Queer e dos Estudos Culturais ao compreender a concepção mútua e indissociável

que existe nas relações de identidade e diferença. Uma vez que a constituição da individualidade se dá na observação e marcação da diferença no outro (SILVA, 2014), assim vindo a delimitar os espaços, é importante aos sujeitos legitimados se manterem em posição “não contaminada” em relação ao seu diferente, para que assim se sustentem as hierarquias de poder (LOURO, 2016). Isso se dá a partir do afastamento, da distância. É por meio de quebras nestas relações que se pautam as transgressões à hierarquização, fundamentais à Teoria Queer, que se espera alcançar uma cultura de compreensão crítica à heterogeneidade entre sujeitos, movimento que também se aplica aos espaços do computar.

Louro (2016) destaca que existe um foco dos debates *queer* acerca do binarismo heterossexualidade/homossexualidade, uma vez que os teóricos o compreendem como um importante articulador sociocultural e que também pode ser percebido como um influenciador nos espaços onde a computação se constrói. Isso faz da desconstrução da heterossexualidade compulsória questão cara ao debate queer. O conceito fala da exigência de que as pessoas ocupem espaços pré-determinados dentro da sexualidade e do gênero, a partir de uma perspectiva heterocentrada (BUTLER, 2017). Esta situação estreita vivências que se inscrevam fora desta matriz de inteligibilidade, dificultando a apropriação das rupturas e criando as situações abjetas, o que também acontece com quem ocupa estes espaços dentro da área de computação.

Nota-se que é a partir de binarismos opostos que estas construções se mantêm. Butler (2017) defende que o sistema sexo-gênero é uma das principais relações de manutenção da matriz hetero-compulsória. A autora problematiza a compreensão simplificada que liga o gênero ao cultural descolada do sexo físico, o que faz o gênero não uma simples inscrição cultural do sexo biologicamente dado, mas como aparato que, como meio pré-discursivo e cultural, produz os sexos, a “natureza sexuada” em sua materialidade. Com esta formulação, gênero é entendido como as relações que mantêm a estrutura binária do sexo, além de que o sexo não é mais um dado biológico, mas também culturalmente construído (BUTLER, 2017).

Os estereótipos de gênero e sexualidade, da mesma forma que sexo e gênero são construções. Homem/mulher, masculino/feminino, hetero/homo, cisgênero/transgênero, dentre outras oposições binárias, são frutos do mecanismo da performatividade e se mantêm a partir destas relações discutidas pela autora. Para Louro (2016) esta lógica opera a partir do pensamento que faz um sujeito, ideia ou entidade ser fundante e central, a partir do qual se constrói o seu outro ou oposto de forma subordinada.

É preciso tomar cuidado ao manter as discussões somente no entorno dos binários homem/mulher e masculino/feminino, para que as ações desenvolvidas na área não reiterem relações de poder, além de invisibilizar questões pertinentes às sexualidades dissidentes, que se encontram fora da matriz de heteronormatividade. Ao não problematizar estas estruturas, se torna difícil rompe-las para uma reconstrução do computar. Mesmo que se olhe para a questão das mulheres, estas continuarão em

espaços de limitação, uma vez que o binário se mantém polarizado e centralizador da discussão e, intocado e não questionado, mantém o masculino no polo de poder.

As teorizações acerca da identidade e diferença permitem refletir um pouco mais sobre este ponto. Silva (2014) explica que os processos de criação de identidade e diferença se dão nos sistemas de significação, a partir do ponto em que para nomear o que é alguma coisa, ela precisa ser colocada em diferenciação a outras coisas, como em um sistema de referências. Assim, acaba-se com uma definição do que é um dado elemento, mas somente em comparação com outros elementos, em um processo que é carregado de valores políticos e hierarquias, já que quem tem o poder de criar a definição, também tem o poder de criar sua exclusão ou negação (SILVA, 2014).

Isso leva a pensar acerca do estereótipo no entorno das pessoas que estão na área da computação que, centrado na figura do nerd, gira no entorno da ideia de um masculino universal, ou seja, de um homem branco heterossexual de determinada classe social. Isso, dentro da construção de identidade e diferença, deixa claro quem ocupa o espaço da norma (identidade) e quem está no espaço da abjeção (diferença).

É importante que exista uma consciência de que a conexão entre identidade e diferença é crucial para as relações sociais, afinal, como defende Silva (2014), sem uma diferença não pode haver uma identidade. Os jogos de poder, por sua vez, constroem as disparidades entre os polos. Nas relações de gênero e sexualidade isso pode ser percebido, principalmente no binário heterossexualidade/homossexualidade, construção que perpassa contextos sociais e traz para a área da computação estas hierarquias de poder em um ambiente que, ao se masculinizar cada vez mais, se torna abjeto não somente às mulheres, mas também a demais sujeitos dissidentes.

Os espaços debatidos pela seção 2 podem ser analisados como possibilidades de abertura, uma vez que possibilitam atuação nas esferas do computar por meio de uma apropriação, fora de um viés institucionalizado assimilado. É um processo que ocorre por meio de uma transformação do mundo que se dá também ao computar, que é compreendido criticamente enquanto uma ferramenta no mundo. Essa forma de se apropriar das possibilidades que a computação apresenta traz desestabilização nas hierarquias de poder da área, uma vez que diferentes pessoas podem agir por meio de seus fazeres e querereres.

E é neste processo de apropriação, por meio da performatividade e da ocupação da fronteira, que se torna possível atuar de forma a buscar ruptura nos binarismos e nas construções que fazem a computação como normativa. Ao caminhar neste sentido, as abjeções e precariedades da área poderiam ser desestabilizadas, abrindo espaço para novas configurações socioculturais.

A Teoria Queer acaba desta forma, tornando possíveis novos olhares para a sociedade e, no caso desta discussão, para o computar, uma vez que um processo de desconstrução neste sentido faria com que as dissidências trouxessem suas culturas e valores para uma nova configuração da área. Uma reconstrução que passa também por uma *hackerização* do computar, mas ainda, uma *hackerização* estranhada (ou



queerizada) que, não assimilacionista, se faz crítica às construções normativas.

#### 4 | ESTRANHANDO O COMPUTAR: ENTRE O HACKER E O QUEER

Ao dar esta atenção aos espaços *Hacker* e *Maker* e compreende-los dentro da perspectiva de espaços formadores, é possível questionar suas estruturas dentro das perspectivas que Louro aponta em seu texto “‘Estranhar’ o Currículo” (LOURO, 2016, p. 57). Como discutido, a formação dos sujeitos acontece de maneira que enviesa as relações de poder e saber, em configurações de valores e percepções que muitas vezes acabam por desconsiderar, e até mesmo menosprezar, a diferença nestes processos, o que fomentaria a construção de situações abjetas.

A educação pensada para a norma e para a hegemonia é questionada e problematizada pela autora (LOURO, 2016) que acaba por pensar na proposta de uma concepção pedagógica que esteja pautada no atrito entre diferença e norma, permitindo uma reconstrução e reconfiguração de estereótipos no decorrer deste processo. Mas como se daria um processo de estranhamento do computar, quais seriam seus desdobramentos?

A utilização do termo “estranhar”, é sugerido pela autora em um sentido que denota desconfiança, desconcerto, transtorno (LOURO, 2016, p. 67). O dicionário Houaiss define o verbo estranhar como:

1 *t.d.* admirar-se, surpreender-se em função de desconhecimento, por não achar natural, por perceber (alguém ou algo) diferente do que se conhece ou do que seria de esperar [...] 2 *t.d.* não se adaptar, sentir-se incomodado [...] (HOUAISS; VILLAR, 2009, p. 839 – 840).

Neste verbete, se esclarecem alguns pontos importantes para a tradução proposta por Louro (2016) do queer como estranhamento e que, mais especificamente neste caso, se atrela a discussão de uma pedagogia de estranhamento. O estranhamento carrega, no português, certo teor que se aproxima do que o queer significa em seu contexto originário. Desta forma, ao retornar para Louro (2016) pode-se compreender que o ato de estranhar o currículo diz respeito a um movimento de desconcertá-lo, transtorná-lo, ultrapassar seus limites, julgando-o como estranho e o colocando em dúvida.

Neste caso, diferente das políticas da diversidade e do multiculturalismo, não se trata simplesmente de incorporar novos sujeitos ao currículo, mas sim de questionar o corpo de conhecimentos que está posto, e desta forma, os caminhos que levaram a ele. Ainda mais estranhar o currículo faz pensar sobre a real necessidade da existência deste corpo de conhecimentos pré-estabelecido e visto como seguro (LOURO, 2016). A discussão apresentada na seção 3 sobre as ações existentes na área atualmente podem ser resgatadas aqui para pensar as maneiras pelas quais este processo se dá



dentro deste âmbito. Essas ações estão atuando de forma a desestabilizar o computar em suas estruturas? Como isso se dá na prática, que mudanças significativas de ruptura elas tem trazido? De alguma forma, é possível compreendê-las enquanto políticas de incorporação de sujeitos/as a uma computação que se encontra cristalizada e acaba sendo hostil a quem chega?

É comum em espaços de educação, assim como em demais instituições, que questões sejam deixadas de lado a fim de não desestabilizar as maneiras pelas quais estas instituições se percebem e existem, mesmo que isso ocorra de forma limitante e excludente. E esta é uma construção que tem se mostrado presente nos espaços da computação. Vê-se aqui uma atuação de poder que tenta conservar o *status quo* para a permanência de uma ordem pré-estabelecida. É possível questionar, assim, quais pessoas ficam de fora do computar neste processo? Quem será jogado a margem em detrimento da manutenção deste *status quo*? Este processo de negação da subalternidade enquanto diferença tem valor para quais estruturas dentro das hierarquias de poder no entorno do computar?

Mesmo que as pessoas da diferença sejam necessárias para que se delimite e criem as pessoas da norma, ao prevalecer a perspectiva dominante, estes acabam sendo colocados em um patamar de subalternidade, onde são apenas “tolerado[s] como desviante[s] ou diferente[s]” (LOURO, 2016, p. 69). Quem ocupa o espaço da dissidência (neste caso vale retomar os espaços hacker/maker, os labs de experimentação, além dos sujeitos que computam em situação de subalternidade) acaba por não ser compreendido como imprescindível na constituição sociocultural da área a partir de uma relação mútua e intrínseca entre identidade e diferença (SILVA, 2014). É importante buscar uma situação onde as pessoas que ocupam estes espaços de norma e de diferença desestabilizem seus saberes e passem a ter uma consciência crítica acerca da relação entre identidade e diferença, formando novas configurações de saber e existir no mundo.

Louro (2016) discute que existem limites para o conhecimento, não em um sentido de que isso configure ignorância, mas sim de que existem diferentes construções de conhecimento. Os polos conhecimento/ignorância são problematizados pela autora quando ela defende que o conhecimento é fragmentado, se dá em diferentes jeitos e formas de conhecer, além de ser específico para diferentes grupos sociais. Ou seja, o conhecimento de um pode ser a ignorância de outro e vice-versa. A valorização de um conhecimento em detrimento de outro passa a ser, então, uma questão de poder. O que faz da ignorância “também, uma forma de conhecimento” (LOURO, 2016, p.71)

Esta questão pode ser explicada a partir da ideia de que para que se construa o conhecimento, é preciso delimitar a ignorância. Assim, para formular problemas e questões, isto precisa acontecer em consonância com determinada lógica que permitirá a formulação. Ao construir uma teoria, por exemplo, lida-se com esta situação ao delimitar que corpo de saberes estará no interior desta formulação, assim configurando o conhecimento, e quais saberes serão deixados de lado e cairão conseqüentemente

no polo da ignorância. Neste processo, o que se encontra além das fronteiras de determinada lógica passa a ser ignorado, deixando de fora outros problemas e outras perguntas (LOURO, 2016). No computar, por exemplo, assim como em outras áreas, existe um corpo de saberes bem delimitado, que costuma girar no entorno de seus saberes canônicos e que, muitas vezes, acaba por deixar de lado os saberes e fazeres comunitários, das dissidências, disseminados na sociedade, como é o caso das culturas *hacker* e *maker*.

Vale refletir, então, sobre que saberes estão permeados nos processos pedagógicos e nos currículos da área da computação. Como discutido, se o binarismo ignorância/conhecimento for explorado a fundo, serão desveladas a influência das relações de poder que constroem um determinado campo de saber. Neste processo, quais pessoas seriam compreendidas como as que constroem a área da computação e, conseqüentemente, quais são os conhecimentos trazidos por estas pessoas?

A delimitação de saberes, seja por negação ou resistência, naturalmente deixa de fora outros saberes, que caindo no espectro da ignorância, acabam não fazendo parte deste campo. Assim, quais são os saberes que reiteradamente tem se tornado ignorância na área da computação? Quais são os sujeitos que dominam os saberes canônicos da área e, nesta luta de poder, acabam por ditar quem entra e quem sai dela? E quanto aos saberes que foram ignorados, quem os domina, quem os constitui?

Na hipótese de uma desconstrução desta situação, por meio do estranhamento e questionando a ignorância não como falta de conhecimento, mas sim como uma forma de saber, novos saberes poderiam ser incorporados, reformulando o computar em suas bases. Esta é justamente a perspectiva que esta proposta defende. Da mesma forma que os espaços/culturas *hacker* e *maker* desestabilizam a maneira como as pessoas compreendem o trabalho, conforme discutiu Himanen (2003), eles também podem trazer novos olhares para as questões que estão no entorno das relações de gênero e da sexualidade dentro da área de computação. Isso se dá devido a estes espaços/culturas terem como base uma formação horizontalizada, descentralizada, por meio de redes que se apropriam dos saberes e fazeres do computar e, incorporando os seus desejos e visões de mundo, o transformam.

Este caminho, ao ser analisado sobre a ótica de Butler (2009), mostra que ao se apropriarem do computar, as pessoas podem se utilizar do mecanismo da performatividade na construção dos discursos tecnológicos, em suas brechas e rupturas, de forma a desestabilizar o computar e a reconstruir um novo a sua maneira, por suas demandas. Isso se torna possível uma vez que o binarismo conhecimento/ignorância atua performativamente em um efeito de construção e reconstrução dos saberes e poderes, reafirmando constantemente o que se detém em cada um dos polos. O que acaba sendo um mecanismo para manutenção da relação hierárquica que existe entre eles.

Entender conhecimento/ignorância dentro da perspectiva performativa permite refletir sobre como determinados grupos negam outros e os compreendem em uma

perspectiva de ignorância, construindo abjeção para as esferas de saber/conhecer que estão localizados fora do espaço da norma.

A construção de espaços que conversem com os valores *hacker* e *maker* em uma perspectiva queer poderia tensionar os saberes, querer e fazer no entorno do computar de forma a expandir as barreiras do corpo de conhecimentos que existe entre norma e diferença na área, refletindo diretamente no que se espera de um computar. Isso faz com que seja importante pensar fora da lógica segura e ultrapassar os limites esperados para que estes saberes se tornem transponíveis e as situações de abjeção e precariedade diminuam. Por meio da curiosidade e da exploração das paixões e desejos, caros aos movimentos *hacker* e *maker* e à Teoria Queer, que tais espaços podem ser repensados, estimulando novos processos e transformando as relações educativas por meio de diferentes e (por que não?) utópicas perspectivas.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Programa de Pós-graduação em Tecnologia e Sociedade (PPGTE) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

## REFERÊNCIAS

ABGLT - Associação Brasileira de Lésbicas, Gays, Bissexuais, Travestis e Transexuais. Secretaria de Educação. **Pesquisa Nacional sobre o Ambiente Educacional no Brasil 2015**: as experiências de adolescentes e jovens lésbicas, gays, bissexuais, travestis e transexuais em nossos ambientes educacionais. Curitiba: ABGLT, 2016.

BILIMORIA, D.; STEWART, A. J. **'Don't Ask, Don't Tell'**: The Academic Climate for Lesbian, Gay, Bisexual, and Transgender Faculty in Science and Engineering. *NWSA Journal*, v. 21, e. 2, pp. 85–103. 2009.

BUTLER, J. **Performatividad, Precariedad y Políticas Sexuales**. *Revista de Antropología Iberoamericana*, Madri, v.4, n.3, , p. 321-226, 2009.

BUTLER, J. **Problemas de gênero**: feminismo e subversão da identidade. 13 ed. Tradução de Renato Aguiar. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2017.

CECH, Erin A.; WAIDZUNAS Tom J. **Navigating the heteronormativity of engineering**: the experiences of lesbian, gay, and bisexual students, *Engineering Studies*, V. 3 E. 1, p. 1-24, 2011.

FONSECA, F. S. **REDELABS**: Laboratórios experimentais em rede. Dissertação de Mestrado em Divulgação Científica e Cultural - Instituto de Estudos da Linguagem, UNICAMP, Campinas, 2014.

GROGAN, Abi. **"It's never good to carry a secret..."** Findings of the E&T magazine lesbian, gay, bisexual and transgender (LGBT) survey. *Engineering & Technology*, V. 9, E. 7, p. 40-42. Ago, 2014.

HACKER... **The Jargon File** (Versão 4.4.7), 2018. Disponível em: <<http://catb.org/jargon/html/H/>>

hacker.html>. Acesso em 02 jun. 2018.

HALL, S. **A Centralidade da Cultura**: notas sobre as revoluções culturais do nosso tempo. Revista Educação e Realidade, Porto Alegre, v. 22 n. 2, jul/dez, p. 15-46, 1997.

HIMANEN, Pekka. **La ética del hacker y el espíritu de la era de la información**. Barcelona: Destino, 2003.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. de S.. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. 1 ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009.

LEVY, S. **Hackers**: heroes of the computer revolution. Dell PublishingCo. 2001.

LOURO, G. L. **Um Corpo Estranho** – Ensaios sobre sexualidade e teoria queer. 2ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2016.

SIERRA, Jamil Cabral. **Que quer o queer?** Sobre o contexto de emergência e suas contribuições aos deslocamentos pós-identitários. In: Fonseca, A. C. M; Galantin, D. V.; Ribas, T. F. (orgs). Políticas não identitárias. São Paulo: Intermeios. 2017. p. 138-160.

SILVA, R. B. e. **Para Além do Movimento Maker**: Um contraste de diferentes tendências em espaços de construção digital na Educação. Tese de Doutorado em Tecnologia e Sociedade – PPGTE, UTFPR, Curitiba, 2017.

SILVA, T. T. da. **A produção cultural da identidade e da diferença**. In: Silva, T. T. da (org.); Hall, S.; Woodward, K. Identidade e diferença: a perspectiva dos Estudos Culturais. 15. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2014. p. 73–102.

SPARGO, Tamsim. **Foucault e a Teoria Queer**. Rio de Janeiro: Pazulin; Juiz de Fora: Ed. UFJF, 2006.

STOUT, J. G.; WRIGHT, H. M. **Lesbian, Gay, Bisexual, Transgender, and Queer Students' Sense of Belonging in Computing**: An Intersectional Approach. Revista IEEE Computing in Science & Engineering, 2016.

TRENSHAW, K. F.; HETRICK, A.; OSWALD, R. F.; VOSTRAL, S. L.; LOUI, M. C. **Lesbian, Gay, Bisexual, and Transgender Students in Engineering**: Climate and Perceptions. IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), Oklahoma City, p. 1238-1240, 2013.

## MODELO DE SIMULAÇÃO PARA ESCALONAMENTO DE PROCESSOS NÃO PREEMPTIVOS

### Jhonatan Thálisson Cabral Nery

Universidade do Estado de Santa Catarina,  
UDESC  
Joinville – SC

### Franciny Medeiros Barreto

Universidade Federal de Goiás - Regional Jataí  
(UFG - Jataí)  
Jataí – GO

### Joslaine Cristina Jeske de Freitas

Universidade Federal de Goiás - Regional Jataí  
(UFG - Jataí)  
Jataí – GO

**RESUMO:** A sociedade moderna tem exigido cada vez mais requisitos da tecnologia, sendo alguns deles agilidade, disponibilidade e a possibilidade de tratar diferentes tarefas simultaneamente. Assim, uma das pesquisas para atender o atual cenário tem seu foco no tratamento das aplicações em execução (os chamados processos) que podem estar em um Sistema Operacional em funcionamento, por exemplo. Estes tratamentos visam determinar quando os processos devem ser executados, por quanto tempo, se deve existir um índice de prioridade de execução, etc. Tudo isto é estudado para que não se note atraso ou indisponibilidade dos recursos. Em um computador, o elemento responsável por tratar

estes processos é o escalonador. Esta pesquisa tem por objetivo construir um simulador que mostra especificamente o comportamento do escalonador First-in First-out em cenários com 1, 2 e 3 processadores com processos de duração aleatória.

**PALAVRAS-CHAVE:** Simulação, Escalonamento; CPN Tools

**ABSTRACT:** Modern society has increasingly demanded technology requirements, some of them agility, availability and the ability to handle different tasks simultaneously. Thus, one of the researches to meet the current scenario has its focus on the treatment of running applications (so-called processes) that may be in a functioning Operating System, for example. These treatments aim to determine when the processes should be executed, for how long, if there should be a priority index of execution, etc. All this is studied so that there is no delay or unavailability of resources. On a computer, the element responsible for handling these processes is the scheduler. This research aims to construct a simulator that specifically shows the behavior of the First-in First-time scheduler in scenarios with 1, 2 and 3 processors with random duration processes.

**KEYWORDS:** Simulation; Scheduling; CPN Tools.

## 1 | INTRODUÇÃO

Todo computador possui recursos finitos, sendo isto verdade, todos estão sujeitos a atrasos e escassez de modo geral. Por este motivo, é importante que se utilizem políticas de alocação bem estruturadas e que não deixem evidente a carência de recursos.

Um Sistema Operacional (SO), segundo [Silberschatz 2009, Deitel et al. 2005], é um programa que controla o hardware (parte física) de um computador e é responsável também por fornecer infraestrutura para a execução das aplicações de usuário. Assim, o SO atua como base intermediária entre o usuário e o hardware da máquina. Mais especificamente, o SO realiza tarefas complexas e uma delas é o escalonamento de processos, que de acordo com [Maziero 2014] é o mecanismo que aloca recursos de processamento aos programas da máquina, ditando quem usará, em que momento e por quanto tempo.

Atualmente existem várias técnicas de escalonamento diferentes, cada uma delas propondo uma abordagem distinta. Tendo isto em vista, manifesta-se uma pergunta: Quais os possíveis comportamentos de um escalonador e qual sua conduta quando o número de processadores é alterado? Então, este artigo tem como objetivo responder a esta indagação, mostrando através de simulação, como um escalonador First-Come First-Served (FCFS), também chamado de First-In First-Out (FIFO) pode se comportar quando aplicado a cenários distintos e como isto pode contribuir para a otimização do uso do processador.

[Medeiros et al. 2014] afirmam que a simulação é uma técnica que já se provou pertinente na resolução de problemas das mais variadas áreas e consiste na criação de modelos abstraídos dos sistemas originais. Estes modelos buscam gerar dados que possibilitem uma análise mais detalhada para se entender o comportamento geral do sistema, pontos fortes e dificuldades, possibilitando assim a elaboração de melhorias.

Para a construção do modelo e simulação do escalonador será utilizada a ferramenta CPN Tools, que se mostra adequada para a criação e simulação de modelos computacionais. Como passos para chegar ao objetivo proposto serão cumpridas as seguintes etapas:

- Analisar o escalonador não-preemptivo FIFO.
- Construir a representação do algoritmo em rede de Petri.
- Construir o modelo no CPN Tools baseado na rede de Petri.
- Criar cenários e simular o funcionamento do escalonador FIFO com um, dois e três processadores.
- Analisar os dados colhidos.



## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção é apresentada a fundamentação teórica necessária para compreensão deste trabalho. A subseção 2.1 apresenta os conceitos teóricos relacionados aos Sistemas Operacionais. A subseção 2.2 mostra o conceito de Redes de Petri e por fim a subseção 2.3 apresenta a ferramenta CPN.

### 2.1 Sistemas Operacionais

Um SO é formado por um programa, ou um conjunto de programas e, de acordo com [Tanenbaum 2003], tem basicamente duas funções:

- Criar uma interface, ou seja, intermediar as interações entre aplicações de usuário e o *hardware*
- Ser um gerenciador de recursos, um administrador dos recursos de *hardware* e *software*, coordenando como e quando os recursos são utilizados.

[Deitel et al. 2005, Silberschatz 2009] definem SO como sendo um software que possibilita a interação entre as aplicações e o hardware de um computador, além disto fornece serviços que permitem que cada aplicação seja executada com segurança e efetividade.

[Maziero 2014] afirma ainda que SOs são *softwares* grandes e por isto precisam ser criados com certos requisitos, como eficiência e agilidade na gerência das atividades computacionais, escalabilidade para prover facilidade de evolução e segurança para que as atividades computacionais sejam protegidas dos demais usuários da máquina e de agentes externos.

Os computadores atuais vêm com uma série de componentes, como por exemplo um ou mais processadores, memórias, dispositivos de E/S, etc. Os programas que utilizam estes componentes precisam saber interagir, ou seja, precisam de um tradutor que consiga gerar comunicação entre as aplicações e os dispositivos físicos [Machado e Maia 2013].

[Machado e Maia 2013] ainda reiteram que os SOs se fazem necessários, pois em um cenário onde as aplicações não têm este intermediário, elas precisam compreender todas as particularidades do *hardware* utilizado, pois terão também o papel de se comunicar diretamente com estes dispositivos a fim de conseguir por fim executar suas tarefas principais, as tarefas para as quais foram desenvolvidas. Neste cenário, se terá um gasto maior com programação, pois haverá maior complexidade na criação das aplicações de usuário, maior complexidade de manutenção e os *softwares* não terão portabilidade, pois para cada *hardware* diferente, será necessário criar uma nova aplicação feita sob medida. Aplicações projetadas sobre um SO são mais racionais, pois detêm o foco em sua tarefa central (alto nível de abstração), normalmente são portáteis e exigem um custo menor em sua criação e manutenção.

## 2.2 Redes de Petri

As redes de Petri (ou RdP) surgiram em 1962, por iniciativa de Carl Adam Petri. Desde então este modelo tem se popularizado cada vez mais. Um grande autor que se aprofundou e disseminou este modelo formal foi [Murata 1989]. Sua obra retrata as redes de Petri como sendo uma forma eficiente de simulação de sistemas. É importante salientar que quando é citada a palavra sistema neste contexto, não significa especificamente sistemas computacionais, mas qualquer espécie de sistema organizacional, como, por exemplo, logística de entrega de mercadorias, tráfego de automóveis, atendimento em supermercados, processos industriais, etc.

Redes de Petri são consideradas uma ferramenta gráfica e matemática de representação formal que permite modelagem, análise e controle de sistemas a eventos discretos que comportam atividades paralelas, concorrentes e assíncronas [Murata 1989]. Uma rede de Petri pode ser vista em particular como um grafo bipartido e direcionado com dois tipos de nós chamados de lugares e transições. Os nós são conectados por meio de arcos direcionados. Conexões entre dois nós do mesmo tipo não são permitidas.

Formalmente, as redes de Petri são definidas da seguinte forma

[Cardoso e Valette 1997] e [Murata 1989]:

Uma rede de Petri é uma quádrupla  $R = \langle P, T, Pre, Pos \rangle$  onde:

- $P$  é um conjunto finito de lugares de dimensão  $n$ ,
- $T$  é um conjunto finito de transições de dimensão  $m$ ,
- $Pre: P \times T \rightarrow \mathbf{N}$  é a aplicação de entrada (lugares precedentes ou incidência anterior), com  $\mathbf{N}$  sendo o conjunto dos números naturais,
- $Pos: P \times T \rightarrow \mathbf{N}$  é a aplicação de saída (lugares seguintes ou incidência posterior).

## 2.3 CPN Tools

As redes de Petri coloridas foram idealizadas por Kurt Jensen, pesquisador da Universidade de Aarhus, na Dinamarca. Seu artigo, datado do ano de 1981, intitulado *Coloured Petri Nets and the Invariant Method* foi um trabalho promissor, que induziu uma série de estudos sobre coloração das fichas.

Há várias razões para o uso de Redes de Petri Coloridas e CPN Tools [van der Aalst et al. 2013]:

- O uso de redes de Petri fornece uma análise para correção do modelo por meio de, por exemplo, uma análise do *state space*. É importante salientar que a análise de estado é realizada a partir do modelo de alto nível através da replicação de cenário e não do estudo do modelo de rede de Petri ordinário subjacente. Isso é então um tipo de análise de propriedade de um modelo de

alto nível que é o equivalente a um programa produzido numa linguagem de programação de alto nível.

- É muito fácil fazer pequenas adaptações dos modelos e depois comparar os resultados, dadas várias propostas de modelagem.

- A integração de processos e de dados complexos é essencial para modelagem de processos complexos. CPN Tools oferece a possibilidade de integrá-los em um único modelo.

- CPN Tools contém um ambiente de simulação, em que se pode seguir passo-a-passo uma sequência de disparo. Simulação do tipo Monte Carlo (com replicação de um mesmo cenário aleatório e o cálculo de estimativas de valores médios que pertencem a intervalos de confianças calculados automaticamente pelo *software*.

A ideia do CPN é unir a capacidade de representar a sincronização e a competição das redes de Petri com o poder expressivo das linguagens de programação com seus tipos de dados [Jensen e Kristensen 2009]. CPN é uma linguagem para a modelagem, simulação e validação de sistemas em que a concorrência, a comunicação e a sincronização desempenham um papel importante. Então, CPN é uma linguagem de modelagem de eventos discretos que combina redes de Petri com a linguagem de programação funcional Standard ML [Milner et al. 1997].

### 3 | IMPLEMENTAÇÃO

Esta seção apresenta como o modelo é construído. Inicialmente, defini-se o modelo (subseção 3.1). Na subseção 3.2 a metodologia é apresentada. O monitoramento do modelo é mostrado na subseção 3.3 e por fim, na subseção 3.4 a execução do modelo é realizada.

#### 3.1 Definição do Modelo

[Maziero 2014] define o escalonador de processos como sendo o nível mais baixo, complexo e o processo com maior prioridade em um SO. [Tanenbaum 2003] cita diferentes tipos de SO multiprogramados possíveis. Dentre estes, a presente pesquisa buscará mostrar o escalonador FIFO, que se encaixa no grupo dos sistemas do tipo Lote não preemptivos.

Para criar um modelo de simulação será necessário encontrar um cenário de escalonamento, com o objetivo de retirar alguns dados fundamentais, como tempo de chegada de processos e tempo de execução de cada um deles. [Stallings 2012] descreve um cenário de escalonamento de cinco processos que, como ilustrado na Tabela 1 é composto pelos dados de hora de chegada (tempo de chegada de cada processo) e tempo de serviço (tempo de execução), que são exatamente os dados

necessários para dar andamento as simulações. [Stallings 2012] especifica que neste cenário os processos exigem uso alternativo de processador e E/S de forma repetitiva.

Processo	Hora de chegada	Tempo de Serviço
A	0	3
B	2	6
C	4	4
D	6	5
E	8	2

Tabela 1. Exemplo de escalonamento de processo, [Stallings 2012]

Ainda usando este cenário, é possível identificar o tempo médio de chegada e o tempo médio de execução dos processos. Usando a Tabela 1 como base, tem-se o seguinte:

- Média chegada =  $(0+2+4+6+8)/5 = 4$
- Média execução =  $(3+6+4+5+2)/5 = 4$

Baseado no cenário proposto por [Stallings 2012] e no algoritmo apresentado por [Maziero 2014] este trabalho propõe construir o algoritmo de escalonamento FIFO utilizando CPN Tools e simulá-lo em diferentes cenários. Esta proposta difere-se do apresentado por [Stallings 2012] pois deseja-se mostrar uma situação mais próxima da realidade. Para tanto, funções exponenciais serão utilizadas para gerar valores aleatórios das datas de chegada e tempo de serviço.

A Figura 1 mostra a rede de Petri gerada baseada no funcionamento do escalonador FIFO.

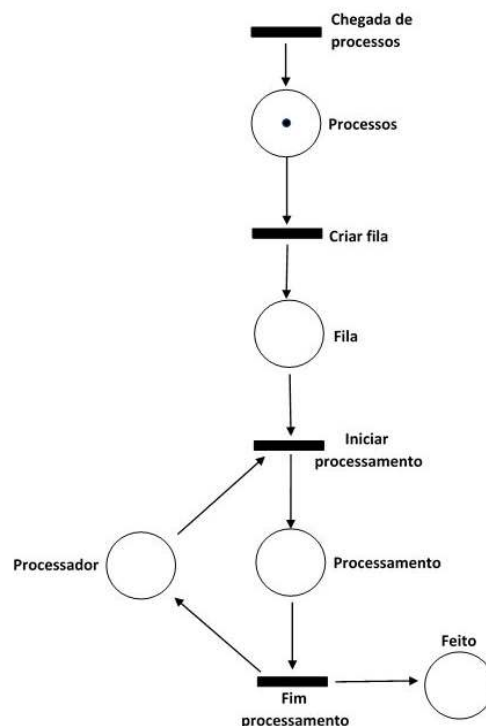


Figura 1: Rede de Petri do escalonador FIFO.

### 3.2 Metodologia de Desenvolvimento

A seguir serão mostrados os passos da construção do modelo em CPN Tools. As funções utilizadas e definidas como **iat** e **Mtime** são funções prontas da ferramenta e segundo [CPNTools 2018] são definidas pelo seguinte:

- **fun iat(ET) = round (exponential(1.0/ET))**: Os valores aleatórios gerados durante a simulação o fazem através desta função, onde é aplicado 1.0 como a unidade de tempo e o parâmetro ET da função é igual ao valor médio da distribuição exponencial, neste caso 4.
- **fun Mtime() = IntInf.toInt(time())**: Esta função foi declarada de tal forma que retornará o tempo atual no modelo como um número inteiro.

A Figura 2 mostra a chegada de processos no lugar de mesmo nome, onde o número 1 significa a chegada de um processo por vez, tendo cada um deles um identificador crescente (1,2,3...) chegando em um tempo aleatório. A variável *JobID* é uma variável temporizada responsável por armazenar o número identificador de cada processo e o momento em que cada um chega. A variável *j* recebe o valor de *JobID* e o leva até a transição *criar fila*, que envia cada processo ao próximo lugar. Já o arco  $j+1@+iat(4.0)$  soma o *j* atual com o processo que entrará posteriormente, sendo que *iat* é a função exponencial, o que proporcionará a chegada de processos em intervalos de tempo aleatórios dentro da média de 4 unidades de tempo.

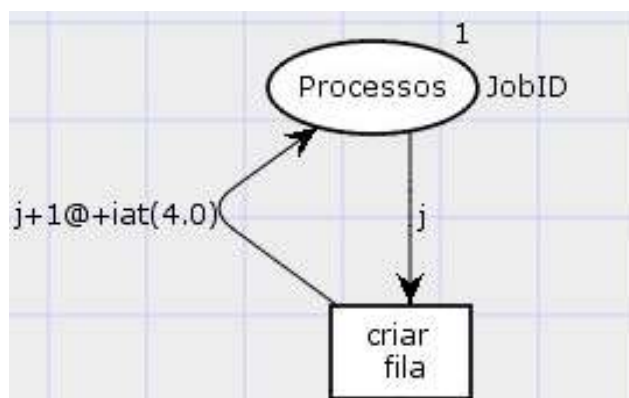


Figura 2: Chegada de processos.

A Figura 3 descreve a chegada de processos na fila de processos prontos *Fila*, onde a variável do tipo lista *l* é concatenada a lista com o número do identificador do processo e o tempo que o processo chegou na fila, ou seja é concatenada com  $[(j, Mtime())]$ , sendo *Mtime()* uma função criada para calcular o tempo exato que o processo chega ao lugar *Fila*. O lugar *Fila* guarda todos os processos em uma lista em ordem de chegada. A lista *l* é devolvida ao lugar *criar fila* sempre que uma tupla de processo é adicionada na lista, de modo a formar a fila de processos.

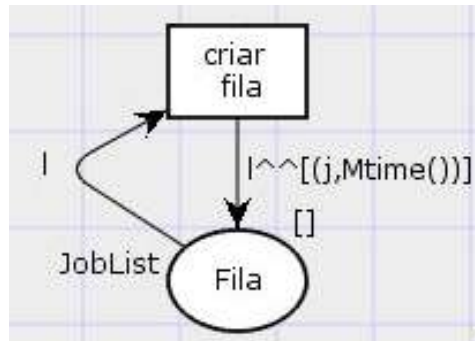


Figura 3: Chegada de processos a fila.

A Figura 4 demonstra o estágio onde os processos são entregues a transição *iniciar processamento*, o arco  $(j,t) :: I$  retira o primeiro processo da lista  $I$  sendo que  $j$  é o número do processo e  $t$  recebe  $Mtime()$ , que é o tempo de chegada na fila. A lista  $I$  é devolvida ao lugar  $Fila$  sempre que um processo é retirado da lista, de modo a atualizar a lista de processos.

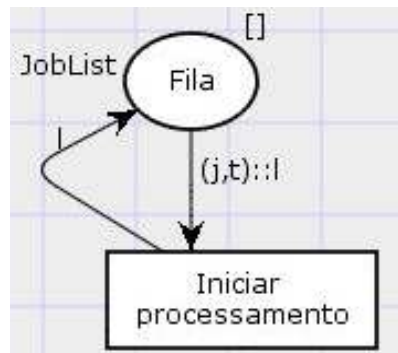


Figura 4: Saída de processos da fila.

À partir deste ponto, para que um processo possa ser enviado da transição *iniciar processamento* para o lugar *Processamento* é necessário que se tenha certeza que o processador estará livre para receber um novo processo. Para atender a esta necessidade, a transição *iniciar processamento* foi criada de modo a somente enviar novos processos ao lugar *Processamento* se receber antes uma ficha do lugar *Processador* avisando que o mesmo está livre e apto a receber um novo processo.

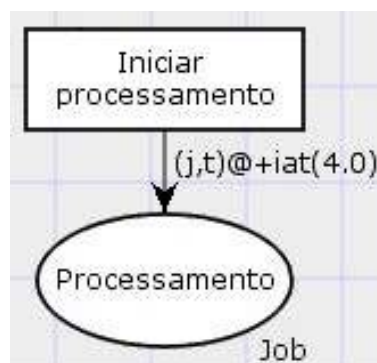


Figura 5: Execução de processos.



A Figura 5 ilustra o tempo de processamento definido pelo arco  $(j,t)@+iat(4.0)$  para cada processo, onde cada um deles recebe um tempo de processamento aleatório de acordo com a média de tempo de execução informada na função exponencial  $iat$ .

O fim do processamento se dará logo que o processo chegar a transição *Fim Processamento*, representado na Figura 6. A variável *Job* armazena e repassa para o arco  $(j,t)$  os dados de identificador de processo  $j$ , tempo de chegada na fila e tempo de término da execução do processo, sendo que as duas informações estão contidas agora na variável  $t$ .

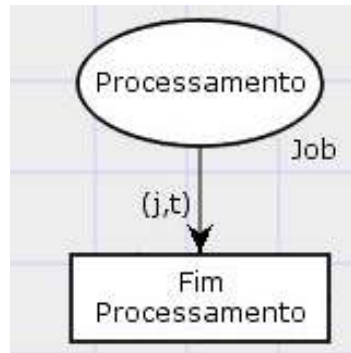


Figura 6: Fim do processamento.

A finalização da execução de cada processo será quando a transição *Fim Processamento* enviar os processos para o lugar *Feito* e devolver a ficha para o recurso *Processador*. Isto é mostrado na Figura 7.

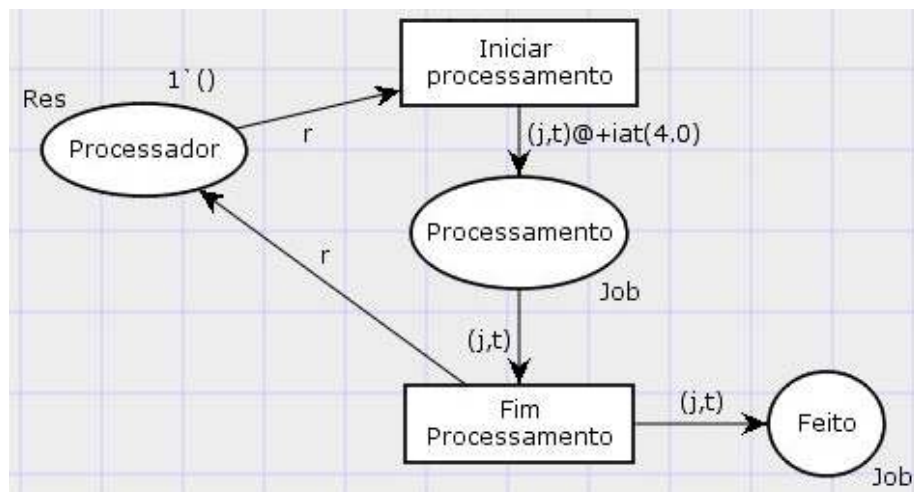


Figura 7: Fim do escalonador.

A Figura 8 mostra o modelo de simulação completo do escalonador FIFO, criado na ferramenta CPN Tools.

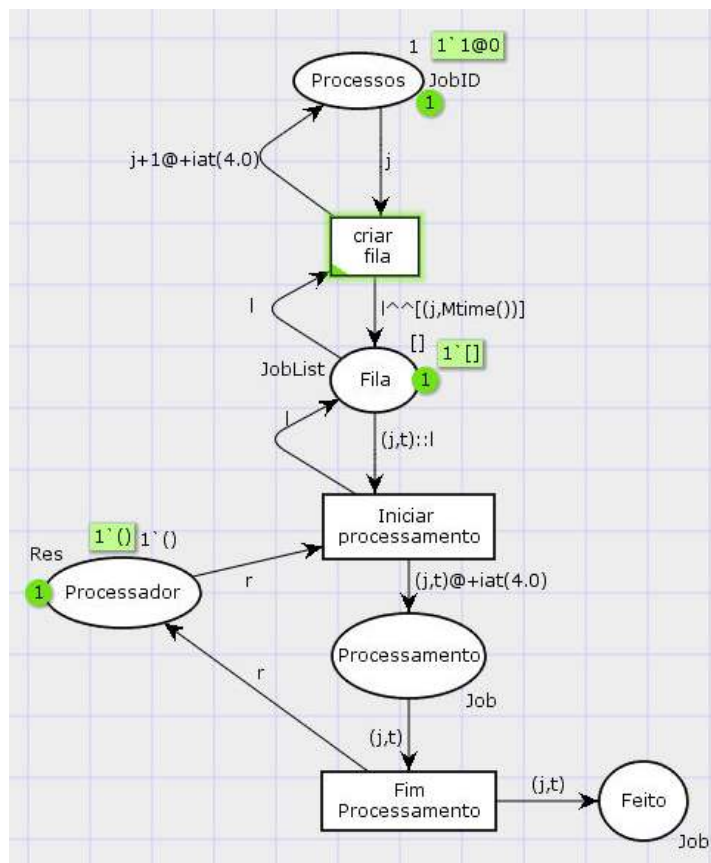


Figura 8: Modelo de simulação completo do escalonador FIFO.

Para a simulação do funcionamento do escalonador FIFO com 2 e 3 processadores o lugar *Processador* receberá o valor 2() e 3() respectivamente, demonstrando que o mesmo trabalhará com mais de um processo por vez.

### 3.3. Monitoramento

OCPNTools possui uma ferramenta eficiente para a observação do comportamento de modelos simulados, os chamados monitores. Através de monitores é possível obter informações claras e precisas que não ficam aparentes apenas com a visualização dos modelos. Com isto em vista foram criados os seguintes monitores:

- **Disponibilidade do Processador:** É um monitor do tipo *Marking size* que identifica quando o processador está livre.
- **Tamanho da Fila:** Monitor do tipo *List length data collection*, que verifica o tamanho da fila de processos.
- **Tempo de Chegada:** Monitor tipo *Data collection*, responsável por identificar o tempo em que cada processo chega ao escalonador.
- **Tempo de Espera:** Monitor tipo *Data collection*, responsável por identificar o tempo em que cada processo permanece aguardando processamento. Este monitor captura o tempo de cada processo na transição *Iniciar processamento* e subtrai o tempo de chegada do processo, expondo assim o tempo de espera.

- **Tempo de Processamento:** Monitor também do tipo *Data collection*, responsável por monitorar o tempo de cada processo desde a sua chegada até o final do processamento. Isto é dado pelo tempo capturado na transição *Fim Processamento* menos o tempo capturado na transição *Criar fila*.

### 3.4 Execução do modelo

As simulações simples podem ser executadas aplicando as ferramentas da paleta *Simulation* do CPN Tools. Mas é importante se certificar que os valores extraídos das simulações são confiáveis e que não se tratam de dados anômalos que invalidarão as estatísticas. Com o intuito de conseguir esta segurança as simulações devem ser replicadas inúmeras vezes. A função **CPN'Replications.nreplications** pode ser usada para executar automaticamente um determinado número de replicações.

## 4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

À partir das simulações geradas pela ferramenta CPN Tools é possível identificar vários aspectos da execução e suas nuances quando alterado o número de processadores.

O monitor **Disponibilidade do Processador** mostrou que o número máximo de processos que passaram pelo processador (independentemente da quantidade de processadores) este número permaneceu em 6668 processos. Também foi possível identificar que a disponibilidade máxima de processadores, ou seja, o número máximo de processadores livres simultaneamente em algum instante da execução do modelo, é proporcional a quantidade de processadores do mesmo. Outro dado exposto é a média de disponibilidade, que correlaciona o aumento de processadores ao aumento da ociosidade dos mesmos, mostrando que, em média, para um modelo de 1 processador 1,73% de seu poder de processamento fica ocioso, já no modelo com 2 processadores este valor é de 50,16% e com 3 processadores este dado de ociosidade fica mais alarmante ainda, mostrando 66,91% de desuso do poder de processamento dos 3 juntos. Estes dados podem acionar um alerta para os utilizadores de uma arquitetura como esta e provocar estratégias de melhor utilização do poder de processamento.

Para o monitor **Tamanho da Fila** foi possível observar que a média de elementos na fila diminui substancialmente com o aumento do número de processadores, sendo que com 1 processador a média de elementos é de 44,90684, quando aplicados 2 processadores ao modelo este número cai 99,25%, indo para 0,338066 elementos e caindo mais ainda com o uso de 3 processadores, alcançando 0,046035, o que é 86,38% menor que com o modelo de 2 processadores e 99,90% menor que o tamanho da fila quando se tem apenas 1 processador no modelo.

O monitor **Tempo de Chegada** apresenta várias informações a respeito dos

tempos de chegada dos processos ao escalonador FIFO. A média de tempo de chegada é bastante próxima em todos os modelos, pois na geração dos tempos aleatórios de chegada foi empregada uma função exponencial de média 4 que gera valores aleatórios em torno desta média e se usando o intervalo de confiança de 95% os valores ficam praticamente iguais.

O monitor **Tempo de Espera** mostra algumas respostas sobre quanto tempo os processos tiveram que esperar na fila por sua execução. É possível distinguir que o tempo de espera é expressivamente menor quando o número de processadores é aumentado. A média de tempo de espera mostra que no cenário de um escalonador FIFO, onde não existe preempção, ou prioridades, os processos precisam esperar em ordem de chegada na fila de processos prontos e no modelo com 1 processador esta espera penaliza as aplicações, fazendo com que aguardem por muito tempo pelos resultados do processamento, sendo em média 178,585786 unidades de tempo o que cada processo aguarda na fila. O modelo com 2 processadores já mostra uma redução deste tempo em 99,24% e com 3 processadores a redução é de 86,40% em comparação ao modelo com apenas 2 e de 99,90% em relação ao modelo com 1 processador. Usando o intervalo de confiança de 95% é possível afirmar que estes valores podem variar em até 20,499204 unidades de tempo. Esta informação é valiosa para a definição de eficiência do escalonador FIFO em comparação com outros escalonadores e com isto auxilia na eleição do melhor escalonador a se implantar em um SO.

Por fim o monitor **Tempo de Processamento** que visa expressar o tempo total que cada processo gastou no escalonador (tempo de espera + tempo de processamento), consegue abstrair dados bastante pertinentes, já que o tempo total de processamento é fator determinante para avaliar uma arquitetura de escalonamento. Nestas estatísticas é possível ver que quanto menos processadores, mais sobrecarregado o sistema fica, gerando grandes filas e com isto uma espera proporcional, o que faz com que o tempo total de processamento seja maior.

O monitor **Tempo de Processamento** mostra os seguintes valores: O tempo médio total de processamento com 1 processador é de 182,566413 unidades de tempo, com 2 esta média fica em 5,33624 unidades e se colocando 3 processadores para trabalhar em paralelo este número decresce para 4,150723 unidades de tempo. Sabendo estas informações é possível alegar que o cenário menos atrativo é o de 1 processador, o de 2 e 3 processadores quase se equiparam em eficiência, à vista que o modelo de 2 processadores é 97,08% mais rápido que o modelo com 1 e o modelo de 3 processadores é pouco diferente, ficando com 97,73% de rapidez a mais que o de 1 processador apenas.

Sabendo da diferença próxima de desempenho entre 2 e 3 processadores é possível concluir que com o aumento da quantidade de processadores, esta diferença de performance tenderá a diminuir e a ser cada vez menos significativa dentro de um escalonador FIFO. Com isto, indivíduos e instituições podem usar estes dados

para comparação com outros escalonadores e também para decidir a respeito do melhor custo/benefício ante a questão quantidade de processadores *versus* ganho de desempenho.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As simulações mostraram que a fila de processos prontos diminui expressivamente quando o número de processadores é aumentado e por consequência o tempo de espera dos processos também regride, o que impacta diretamente no tempo total de processamento.

É possível compreender também que o escalonador FIFO à partir de 2 processadores passa a ter seu tempo total de processamento praticamente igual ao tempo de utilização do processador, pois à partir desta quantidade de processadores o tempo de espera diminui drasticamente e por isto o tempo total quase não é impactado. Isto pode ser visto porque a média dada a função exponencial para criação dos tempos de execução foi 4 e quanto mais processadores adicionados, mais o tempo total se aproxima deste tempo de execução no processador.

Ciente da informação de que mais processadores melhoram o desempenho de um sistema de escalonamento FIFO, mas que em determinado ponto este aumento de *hardware* não gera mais ganho significativo de performance, expondo também todos os aspectos de comportamento deste escalonador e ainda gerando um método para que a eficiência desta arquitetura seja atestada, o indivíduo, ou organização conseguirá construir ambientes otimizados para manipulação de processo. Conseguirá também avaliar se investimentos em processamento são necessários e se houver um limite de orçamento, é possível identificar os parâmetros de comparação e meios para simular outros escalonadores e outras quantidades de processadores.

Sobre a ferramenta CPN Tools, pode-se afirmar que esta se mostrou maleável e prática, conseguindo implementar elementos teoricamente complexos de forma simples e isto foi decisivo para a realização deste trabalho.

Quanto a visão do poder computacional das simulações para explicar e auxiliar na análise de situações e arquiteturas, é correto dizer que este método é eficaz quando se consegue gerar um modelo assertivo. Assim sendo, as simulações conseguem fornecer informações precisas e relevantes sobre situações hipotéticas ou reais, dando plenas condições para a tomada de decisão.

## 6 | TRABALHOS FUTUROS

A contribuição deste trabalho é a modelagem, construção e simulação de um

escalonador do tipo FIFO a fim de mostrar o seu comportamento em diversos cenários. Deste modo é possível visualizar o tratamento de processos feito por ele, permitindo a análise de situações que podem ocorrer quando processos são escalonados e quando são escalonados com números diferentes de processadores. Com os dados obtidos pela simulação, é possível aplicar este conhecimento em outras situações onde o escalonamento é necessário, por exemplo, em agendamento de tarefas em um Sistema Gerenciador de Workflow.

Algumas sugestões de trabalhos futuros vem de uma das vertentes que não foi abordada aqui, que é a comparação entre o escalonador FIFO e outros escalonadores. Onde a ferramenta CPN Tools poderia facilmente gerar relatórios e provocar discussões construtivas a respeito do melhor escalonador para determinados cenários.

Trabalhos posteriores podem também explorar simulações com um número maior de processadores, podendo talvez levar a novas descobertas sobre escalonamentos.

Pode-se também usar a metodologia exposta aqui para criar novas abordagens que tratem da eficiência do uso de processadores e da relação custo x benefício que estas novas abordagens podem oferecer.

## REFERÊNCIAS

Cardoso, J. e Valette, R. (1997). Redes de Petri. Série Didática. Editora da UFSC, Florianópolis, SC.

CPNTools(2018). <http://cpntools.org/2018/01/16/documentation-2>

Deitel, H., Deitel, P., e Choffnes, D. (2005). Sistemas Operacionais. PRENTICE HALL BRASIL.

Jensen, K. e Kristensen, L. M. (2009). Coloured Petri Nets. Springer, Germany.

Machado, F. B. e Maia, L. P. (2013.). Arquitetura de Sistemas Operacionais:. LTC, Rio de Janeiro-RJ;, 5.ed. edition.

Maziero, C. A. (2014). Sistemas Operacionais: Conceitos e Mecanismos. Livro aberto.

Medeiros, L., Moser, A., e Santos, N. (2014). A Simulação Computacional como Técnica de Pesquisa na Administracao. Revista Intersaberes — vol.9, n. especial.

Milner, R., Tofte, M., e Macqueen, D. (1997). The Definition of Standard ML. MIT Press, Cambridge, MA, USA.

Murata, T. (1989). Petri nets: Properties, Analysis and Applications. Proceedings of the IEEE, 77(4):541–580.

Silberschatz, A. (2009). Operating System Concepts. John Wiley & Sons Software, 8<sup>th</sup> edition.

Stallings, W. (2012). Operating Systems: Internals and Design Principles. Prentice Hall.

Tanenbaum, A. (2003). Sistemas Operacionais Modernos. Prentice-Hall do Brasil.



van der Aalst, W. M. P., Stahl, C., e Westergaard, M. (2013). Strategies for Modeling Complex Processes using Colored Petri Nets. In Jensen, K., van der Aalst, W. M. P., Balbo, G., Koutny, M., and Wolf, K., editors, Transactions on Petri Nets and Other Models of Concurrency VII, pages 6–55, Berlin, Heidelberg. Springer Berlin Heidelberg.

## MÓDULO WEB DE INFERÊNCIA COM FUZZY PROPOSTA DE UM MÉTODO DINÂMICO FACILITADOR DE INTERAÇÃO COM CLIENTE

### **Damianos Panagiote Sotirakis Oliveira**

Estácio de Sá (FAP), Sistemas de Informação  
Belém - Pará

### **Lucas J. P. do Nascimento**

Estácio de Sá (IESAM), Engenharia da  
computação  
Belém - Pará

### **Alexandre M. Melo**

Estácio de Sá (FAP), Sistemas de Informação/  
Redes de computadores  
Belém - Pará

### **Álvaro L. R. Leitão**

Instituto Técnico Federal do Pará (IFPA),  
Sistemas de Telecomunicações  
Belém - Pará

**RESUMO:** O presente artigo consiste em uma pesquisa prática realizada a respeito da aplicação de módulo de indução com fuzzy, propõe implantação em um service desk de uma central de serviços de TI corporativa. O módulo foi construído com foco na interação com os usuários, em torná-la intuitiva e eficaz. Foram utilizadas as informações coletadas em uma empresa local com parque computacional instalado acima de 1000, foram realizadas análises quantitativas dos relatórios do atendimento para ordenar o catálogo de serviços e reduzir a quantidade de chamados indevidos ou descritos em texto que são responsáveis pela quebra dos

fluxos de atendimento e conseqüentemente o descumprimento do SLAs para os serviços prestados. Os principais aspectos analisados, dos resultados apresentados, demonstram a relevância da proposta no contexto inserido e à sua viabilidade de utilização.

**PALAVRAS-CHAVE:** Service Desk, Inteligência computacional, Lógica Fuzzy, Competitividade.

**ABSTRACT:** This paper consists of a practical research carried out regarding the application of fuzzy induction module, proposes deployment in a service desk of a corporate IT service center. The module was built with a focus on user interaction, making it intuitive and effective. The information collected in a local company with a computer park installed above 1000 was used, quantitative analysis of the service reports was performed to order the service catalog and reduce the number of undue or described calls in text that are responsible for the and consequently non-compliance with the SLAs for the services rendered. The main aspects analyzed, from the presented results, demonstrate the relevance of the proposal in the inserted context and its viability of use.

**KEYWORDS:** Service Desk, Computational intelligence, Fuzzy Logic, Competitiveness.

## 1 | INTRODUÇÃO

Buscando verificar a consistência do modelo computacional de medição de desempenho com interação com cliente, foi realizado um estudo de caso para aplicação da solução em uma função de interação com usuário. Neste contexto, foi analisada qualidade de serviços e suporte de TI, tendo como ênfase o Service Desk, otimizando e melhorando o atendimento do setor de TI.

O Service Desk objetiva manter os usuários informados dos serviços, eventos, ações e oportunidades que impactam sua capacidade para exercer suas atividades diárias. Visto isso, ocasionalmente esse cenário pode se apresentar caótico e gerar instabilidade em toda as cadeias de uma organização, por isso, utiliza-se diversos recursos que auxiliam a gestão eficiente de todos os artefatos tecnológicos. Um recurso essencial é o acordo de nível de serviços, segundo [10] o *SLA Service Level Agreement* é a chave do acordo feito entre um prestador de serviço e um cliente, usuário desse serviço. O fornecedor é responsável por realizar a gestão eficiente dos recursos disponíveis para evitar o risco associado com possíveis violações do SLA.

A proposta sugerida é após análise dos serviços com maiores índices de erros, separar dentro das operações de TI os que mais influenciam o suporte aos usuários e inserir um método de interação que facilite quem vai realizar atividades de resolução de problemas e desenvolvimento.

Ter um método dinâmico de uma área específica para o suporte traz vantagens para os usuários, propiciando maior agilidade e qualidade, e mais eficiência para a equipe de TI, de acordo com algumas características do serviço que diferem do service desk, sendo proativo quanto a atuação; centralizado ao ponto de contato; perfil do atendente focado no relacionamento e com grande importância estratégica. [8]

Neste contexto, o presente artigo, tem como objetivo principal, propor a implementação de um componente na página de acesso a uma central de serviços de TI e demonstrar sua relevância, possibilitando tratamento para se obter o melhor proveito das informações recebidas durante a abertura das solicitações e estruturando dinamicamente a interação entre o cliente e a central, por meio do catálogo de serviços de TI.

Com esta finalidade, especificamente o trabalho objetiva propor a utilização de duas das variáveis envolvidas no processo de abertura de chamados, ocorrência e tempo de abertura. A partir desses valores serão realizadas aferições e os resultados utilizados como parâmetros servirá para obter a lista de serviços oferecidos de acordo com a relevância. Neste sentido, garantir ou não a validade do processo dependerá do tempo que se observou durante análise do processo de especificação dos problemas relatados.

Para o desenvolvimento da solução computacional adaptativa, foi utilizado as dimensões descritas por [6], que são representativos para quase todas atividades de *service desk*, e estão de acordo com a abordagens de inferência propostas por [1, 6, 12],

desenvolvida e implementada ambiente institucional, A escolha desta dimensão para realização do modelo proposto, leva em consideração alguns aspectos relevantes, tais como o fato da proposta apresentar efetivamente características de uma análise de serviços web por apresentar uma relativa estabilidade, apesar das mudanças das características dos problemas como dificuldade de acesso e mal funcionamento de softwares, as relações dos serviços se mantêm relativamente constantes em cada cenário analisado, sem supressão de erros ou surgimento de novos. Também por apresentarem erros específicos com características possíveis de identificar, e por buscar-se uma forma de medição de desempenho competitivo integrado das partes e do todo voltada a ações de caráter institucional e não dirigido a equacionar problemas de TI ou erros individuais de interação com cliente, objeto do artigo.

Desta forma, o artigo analisa o processo web do *service desk* com uso de inteligência computacional (IC). Como resultado o trabalho propõe um método com uso de IA adaptativo de avaliação de desempenho que facilite a interação com cliente, orientado para um serviço de um *service desk*, permite a identificação dos problemas de desempenho, bem como auxilia na identificação de eventuais ações de otimização de performance para o todo e para as partes integrantes na análise, a aplicação prática que envolve as etapas de estruturação e implementação do mesmo, limitou-se como cenário fechado na empresa do ramo financeiro Desta forma contribuindo especificamente para a identificação dos problemas, avaliação e propostas de melhorias da interação com o cliente no setor de TI.

Dentre as contribuições que a solução apresentou, pode-se destacar a diferenciação das abordagens propostas nas metodologias tradicionais de sistemas web do referido tema e melhores resultados obtidos nas simulações em comparação com as ferramentas computacionais vistas no estado da arte, podendo-se destacar: o uso da abordagem fuzzy para tratar as incertezas inerentes ao processo de escolha na análise da interação com o usuário; A possibilidade de uma simples implementação do algoritmo com a utilização do sistema fuzzy, buscando otimizar o tempo de análise e a análise e validação da solução computacional comparando-a a uma técnica não automatizada, além de potencializar sua utilidade.

O restante do trabalho está organizado da seguinte forma. seção II apresenta alguns trabalhos correlatos à *service desk* sistemas fuzzy, exemplos de motivação de algoritmos propostos e definições de termos. A seção III apresenta a metodologia e a modelagem utilizadas na proposta e a seção IV discute os resultados e a simulação para o sistema fuzzy. Finalmente, a Seção VI conclui o artigo e apresenta alguns possíveis trabalhos futuros.

## 2 | TRABALHOS CORRELATOS

Como demonstrado por [12] nos últimos anos houve um progresso significativo em direção ao aprimoramento da inteligência web, porém, em grande maioria esses sistemas utilizam a lógica bivalente e a probabilidade. Não atuam com total eficiência já que possuem limitações intrínsecas. Há concordância com o que foi apresentado por [5] que diz, quando analisadas discussões a respeito de fuzzy versus probabilidades demonstram claramente que são incomparáveis formalmente. [1] define que a utilização de sistemas fuzzy pode contribuir consideravelmente para estabilidade dos processos, elegendo com eficiência o melhor caminho, considerando com clareza os diversos aspectos do cenário analisado.

Para [6] a utilização de POO mostrou-se adequado para a implementação de controladores fuzzy, uma vez que proporcionou a redução de código simplificando o seu desenvolvimento, segundo a implementação proposta, considera válida utilização de cada variável linguística em 5 linhas de comando, a base de regras em 1 linha, a máquina de inferência fuzzy é definida com 3 linhas, cada defuzzificador é definido em 1 linha e o controlador utiliza 1 linha concluindo que para implantar um controlador fuzzy como descrito acima serão necessárias 31 linhas de comando.

Os sistemas utilizados para gestão de service desk desde os mais robustos aos mais simples do mercado devem realizar a administração de filas de atendimento, incidentes, problemas, requisições de mudança, SLAs e etc, de acordo com [3] um ponto muito interessante para qualquer organização que deseja potencializar sua capacidade de redução da quantidade de relatos, consiste na extração dos temas predominantes das falhas relatadas com a contagem dos seus ingressos. O módulo proposto deve realizar, além da contagem, a avaliação de consistência desses relatos para eleição dos principais casos e apresentar uma lista de inferência coerente com as necessidades dos usuários.

## 3 | METODOLOGIA E MODELAGEM

Consiste em uma pesquisa exploratória realizada com caráter quantitativo e propõe aplicações práticas na rotina de atendimento em uma central de serviços de TI da lógica difusa, tema introduzido por [13], tem como base a obtenção e apresentação de resultados por meio do processo de indução. O método é realizado de acordo com a figura 2.

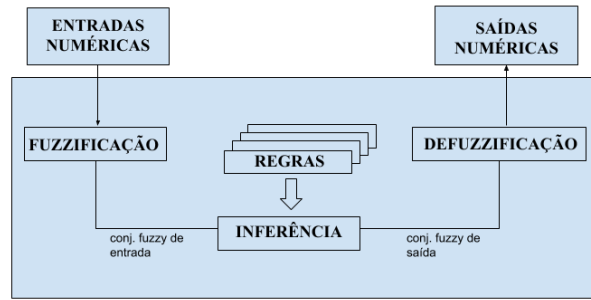


Figura 1 – visão geral do método

Fonte: Sistema de regras Fuzzy, adaptado de (MENDEL, p. 347)

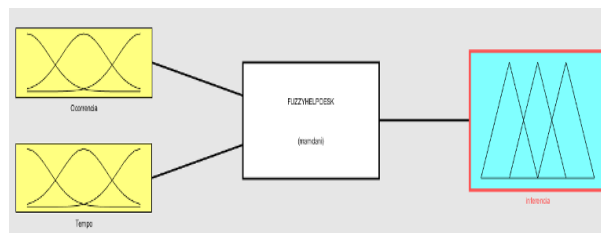


Figura 2 – visão geral da aplicação do método

Fonte: Elaboração própria, desenvolvido por meio do módulo fuzzy software MATLAB.

Esquema de sistemas fuzzy. O processo de inferência permite representar um conjunto fuzzy por meio de um valor crisp. Assim a base de regras é modelada matematicamente, a função de pertinência de R é dada de acordo com a Eq. (1).

$$\varphi_R(x, y) = \max_{1 \leq i \leq r} (\varphi_{R_i}(x, u)), \quad (1)$$

Sendo  $R_i$  a relação fuzzy obtida da regra  $i$ , cuja função de pertinência  $\varphi R$ , é obtida, por exemplo, por meio de um modus ponens. Os valores  $x$  e  $u$  representam respectivamente o estado e o controle.

Modelagem:

Ter um método dinâmico de uma área específica para o suporte traz vantagens para os usuários, propiciando maior agilidade e qualidade, e mais eficiência para a equipe de TI, de acordo com algumas características do serviço que diferem do service desk, sendo proativo quanto a atuação; centralizado ao ponto de contato; perfil do atendente focado no relacionamento e com grande importância estratégica [8], o módulo foi desenvolvido para atuar de acordo com a figura 3.



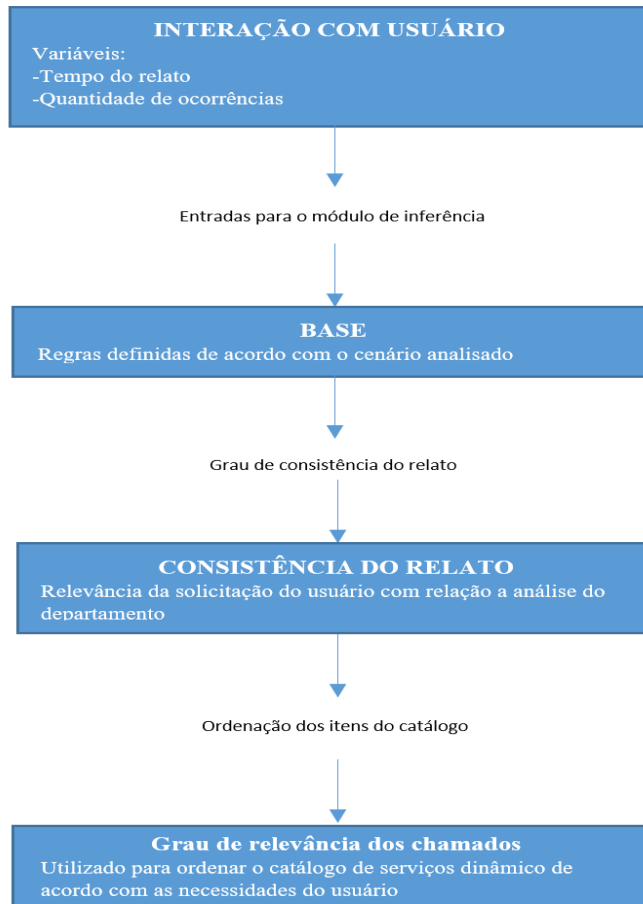


Figura 3 – Pipeline da estrutura geral da solução computacional

Fonte: Elaboração própria, adaptado de (M.S.Alexandre, 2018, P. 3)

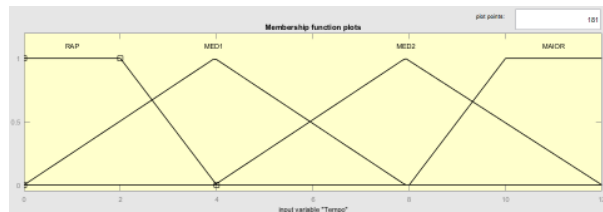


Figura 4 – variável linguística que representa tempo

Fonte: Elaboração própria, desenvolvido por meio do módulo fuzzy software MATLAB.

Os parâmetros linguísticos utilizados para definição da variável de entrada, o tempo, no arranjo [0 12], foram respectivamente:

RAP	0	0	2	4
MED1	3.96	3.96	12	
MED2	0	3.96	7.92	
MAIOR	8	10	12	12

Quadro 1 – Parâmetros de entrada para tempo dos relatos

Fonte: Elaboração própria, definido com base nos parâmetros de tempo.

Devem ser definidos de acordo com análise do cenário, sendo RAP e MAIOR definidos como trapmf devido apresentarem maior estabilidade durante análise, já os parâmetros MED1 e MED2 definidos como trimf devido apresentarem maior variação durante análise.

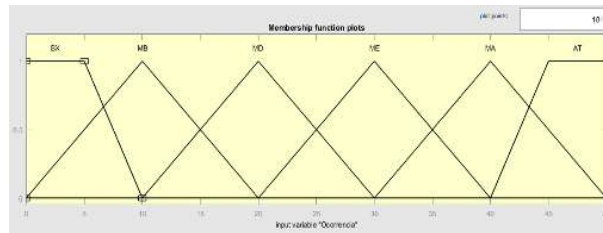


Figura 5 – variável linguística que representa ocorrência

Fonte: Elaboração própria, desenvolvido por meio do módulo fuzzy software MATLAB.

Os parâmetros linguísticos utilizados para definição da variável de entrada, quantidade de ocorrência, no arranjo [0 50], foram respectivamente:

BX	0	0	5	10
MB	0	10	20	
MD	10	20	30	
ME	20	30	40	
MA	30	40	50	
AT	40	45	50	50

Quadro 2 – Parâmetros de entrada para quantidade de relatos

Fonte: Elaboração própria, definido com base nos parâmetros de quantidade.

Devem ser definidos de acordo com análise do cenário, sendo BX e AT definidos como trapmf devido apresentarem maior estabilidade durante análise, já os parâmetros MB, MD, ME e MA definidos como trimf devido apresentarem maior variação durante análise.

O método de inferência utilizado para funcionamento do módulo fuzzy foi proposto em por [7] como uma tentativa de controlar uma combinação de motor a vapor e caldeira sintetizando um conjunto de regras de controle linguístico, obtidas de operadores humanos experientes. Uma relação fuzzy binária M entre x e u para realizar a modelagem da base e parte da regra de composição de inferência máx. min. cuja função de pertinência é dada por meio da Eq. (2).

$$\varphi_M(x, u) = \max_{1 \leq i \leq r} (\varphi_{R_i}(x, u)) = \max_{1 \leq i \leq r} [\varphi_{A_j}(x) \wedge \varphi_{B_j}(u)], \quad (2)$$

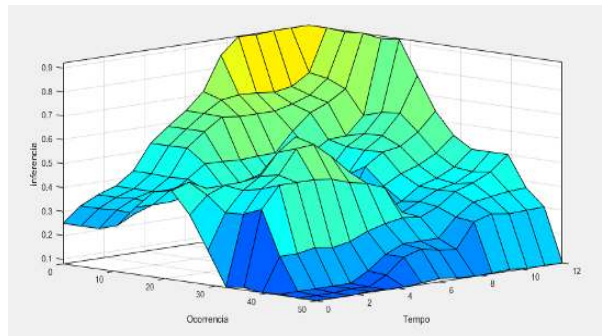


Figura 6 – Figura de superfície do método aplicado

Fonte: Elaboração própria, desenvolvido por meio do módulo fuzzy software MATLAB.

Os resultados do processo, apresentados na figura 5 demonstram uma base de regras dinâmica e propõe a atuação da ferramenta de acordo com o ambiente qual é proposta, assim, o princípio de entrada, as variáveis tempo e ocorrência, devem ser aferidos de acordo com departamento, grupo ou equipe a qual representa o contexto do usuário.

OC	TP	CS
BX	RAP	PTCL
MB	RAP	PTCL
MD	RAP	DSTT
ME	RAP	ESPD
MA	RAP	ESPD
AT	RAP	ESPD
BX	MED1	DSTT
MB	MED1	DSTT
MD	MED1	PTCL
ME	MED1	AMBG
MA	MED1	ESPD
AT	MED1	ESPD
BX	MED2	CFSO
MB	MED2	DSTT
MD	MED2	PTCL
ME	MED2	PTCL
MA	MED2	PTCL
AT	MED2	ESPD
BX	MAIOR	CFSO
MB	MAIOR	CFSO
MD	MAIOR	CFSO
ME	MAIOR	DSTT
MA	MAIOR	DSTT
AT	MAIOR	ESPD

Quadro 3 – base de regras para o processo de inferência

Fonte: Elaboração própria, desenvolvido com dados da base de regras do processo.

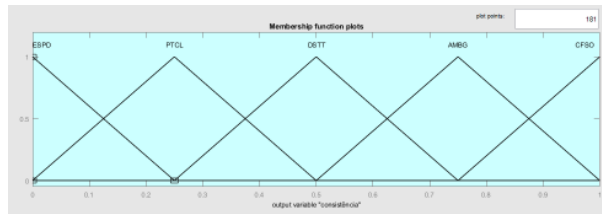


Figura 7 – variável linguística que representa consistência

Fonte: Elaboração própria, desenvolvido por meio do módulo fuzzy software MATLAB.

Os parâmetros linguísticos utilizados no arranjo [0 1] para definição da variável de saída, consistência, foram respectivamente:

ESPD	0	0	0.25
PTCL	0	0.25	0.5
DSTT	0.25	0.5	0.75
AMBG	0.5	0.75	1
CFSO	0.75	1	1

Quadro 4 – Parâmetros de saída para aferição de consistência

Fonte: Elaboração própria, desenvolvido com base nas saídas do processo de defuzzificação.

Os parâmetros devem ser definidos de acordo com cenário atual, no cenário da pesquisa todos foram definidos como trimf devido apresentarem maior variação.

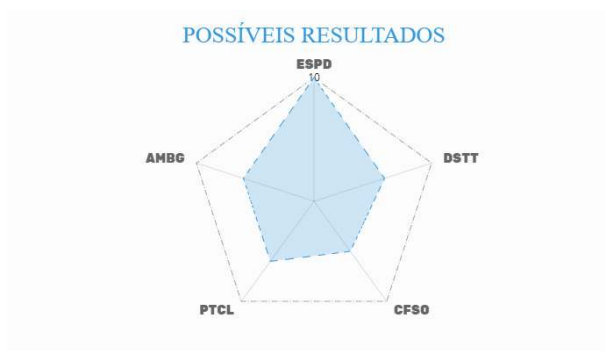


Figura 8 – Figura de tendência dos resultados obtidos da base de regras para o processo de inferência

Fonte: Elaboração própria, alimentado com base nos resultados do processo.

Para comprovar a relevância do processo, ele foi desenvolvido e implementado de acordo com as limitações presentes no contexto. Foram utilizados os recursos das linguagens Javascript e hypertext.

De acordo com [6] Por meio do uso da programação em linguagem orientada a objetos e, aplicando-se uma técnica de programação específica, é possível gerar um conjunto de classes genéricas cujos objetos representam cada bloco de um controlador fuzzy e também suas variáveis linguísticas. Tais classes, sendo aplicadas de forma sistemática, facilitam a programação de uma variedade de controladores desta natureza.

## 4 | RESULTADOS E SIMULAÇÃO

Esta seção foi elaborada a partir dos resultados obtidos por meio de métodos de pesquisa quantitativa. Sumariamente serão apresentadas de acordo com a relevância e alinhamento entre os objetivos de negócio e os recursos tecnológicos disponíveis.

A partir da análise do contexto apresentado, foram elaborados questionários e relatórios, porém, é interessante perceber que apesar do método apresentado ter se mostrado bem relevante, os resultados podem apresentar variações de acordo com o negócio e a definição dos parâmetros implementados para o método de aferição.

Formulários utilizados:

The image shows a Google Forms survey titled "Formulário de pesquisa 1". The subtitle is "Formulário desenvolvido para coleta de informações referentes aceitação do usuário com relação ao método apresentado." Below this, there is a red asterisk and the word "Obrigatório". The main question is "Especifique sua satisfação em relação ao método apresentado." followed by a red asterisk. Below the question is a 10-point Likert scale with radio buttons. The scale is labeled "1" to "10" above the buttons. Below the buttons, "Muito Insatisfeito" is on the left and "Muito Satisfeito" is on the right. A blue "ENVIAR" button is at the bottom.

Figura 9 – Formulário pesquisa de aceitação do usuário

Fonte: Elaboração própria, desenvolvido e disponibilizado por meio do app Google Forms.

The image shows a Google Forms survey titled "Formulário de pesquisa 2". The subtitle is "Formulário desenvolvido para coleta de informações referentes aceitação do técnico com relação ao método apresentado." Below this, there is a red asterisk and the word "Obrigatório". The main question is "Especifique sua satisfação em relação ao método apresentado." followed by a red asterisk. Below the question is a 10-point Likert scale with radio buttons. The scale is labeled "1" to "10" above the buttons. Below the buttons, "Muito Insatisfeito" is on the left and "Muito Satisfeito" is on the right. A blue "ENVIAR" button is at the bottom.

Figura 10 – Formulário pesquisa de aceitação operacional

Fonte: Elaboração própria, desenvolvido e disponibilizado por meio do app Google Forms.

### Formulário de pesquisa 3

Formulário desenvolvido para coleta de informações referentes viabilidade de implementação do método apresentado.

**\*Obrigatório**

**Pergunta sem título \***

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Completamen  
te inviável           Completamen  
te viável

**ENVIAR**

Figura 11 – Formulário pesquisa de viabilidade técnica

Fonte: Elaboração própria, desenvolvido e disponibilizado por meio do app Google Forms.

Relatórios analisados:

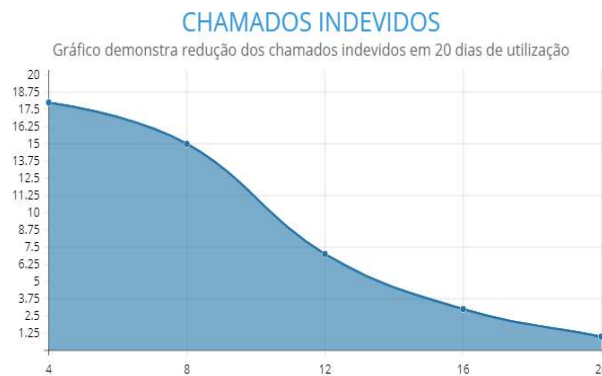


Figura 12 – Relatório de chamados indevidos

Fonte: Elaboração própria, desenvolvido e disponibilizado por meio do app Google Forms.

Fonte: Elaboração própria, desenvolvido com base em coleta de dados da utilização do método.



Figura 13 – Relatório de evolução do processo de inferência

Fonte: Elaboração própria, desenvolvido com base em coleta de dados da utilização do método.



Análise qualitativa das informações:

A seguir serão apresentados os resultados da análise quantitativa referentes à coleta especificada por meio dos formulários apresentados. Eq. (3) (4) foram utilizadas para aferição dos resultados de acordo com a frequência apresentada.

$$fr_i = \frac{f_i}{\sum f_i} \quad (3)$$

$$Fi = \left( \frac{fi}{\sum fi} \right) \quad (4)$$

Com os resultados obtidos foi possível chegar à uma série de conclusões com relação a utilização do módulo:

A opinião do usuário quando questionado a respeito da sua satisfação com relação ao método atualmente utilizado, apresenta tendência de redução de acordo com a quantidade de casos analisados, as dificuldades enfrentadas para realização da atividade, porém, com a implementação do módulo, foi observada eliminação dessa tendência.

Técnicos de atendimento quando questionado com relação ao processo atual, 73% apresentam níveis de insatisfação entre 0 e 4 e apenas 27% demonstram algum nível de satisfação aceitável, após questionados com relação ao mesmo processo, com módulo web implementado, os resultados apresentam números entre 0% e 100% respectivamente, com isso, demonstra a tendência positiva com relação ao atendimento realizado.

Foram analisados os aspectos de implementação do módulo proposto com relação ao seu desenvolvimento e sustentação, o principal apontamento dos desenvolvedores consultados foi à flexibilidade apresentada, contudo, há uma leve variação nesse contexto já que, o módulo proposto possui ma menor adequação aos padrões de mercado e em comparação ao método atualmente implementado.

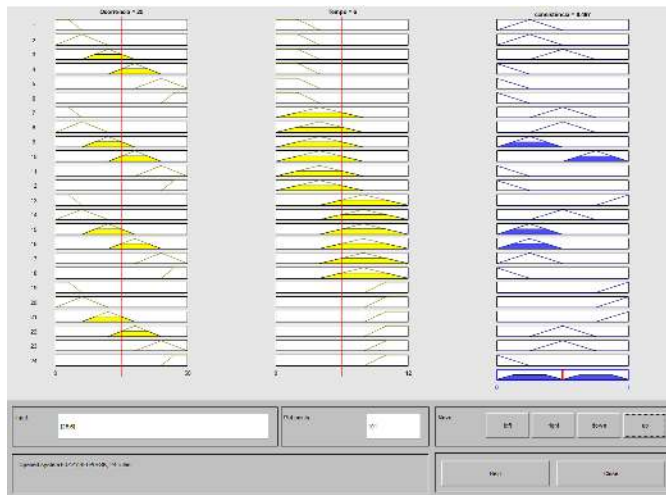


Figura 14 –simulação do módulo de inferência apresentado em rules  
 Fonte: Elaboração própria, desenvolvido por meio do módulo fuzzy software MATLAB.

## 5 | CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Desta forma, o artigo analisa o processoweb do service desk com uso de inteligência computacional (IC). Como resultado o trabalho propõe um método com uso de IA adaptativo de avaliação de desempenho que facilite a interação com cliente, orientado para um serviço de atendimento dinâmico, permite a identificação dos problemas de desempenho, bem como auxilia na identificação de eventuais ações de otimização de performance para o todo e para as partes integrantes na análise, a aplicação prática que envolve as etapas de estruturação e implementação do mesmo, limitou-se ao cenário fechado em empresa do ramo financeiro Desta forma contribuindo especificamente para a identificação dos problemas, avaliação e propostas de melhorias da interação com o cliente no setor de TI.

Dentre as contribuições que a solução apresentou, pode-se destacar a diferenciação das abordagens propostas nas metodologias tradicionais de sistemas web do referido tema e melhores resultados obtidos nas simulações em comparação com as ferramentas computacionais vistas no estado da arte, podendo-se destacar: o uso da abordagem fuzzy para tratar as incertezas inerentes ao processo de escolha na análise da interação com o usuário; A possibilidade de uma simples implementação do algoritmo com a utilização do sistema fuzzy, buscando otimizar o tempo de análise e a análise e validação da solução computacional comparando-a a uma técnica não automatizada, além de potencializar sua utilidade.

Trabalhos futuros:

Como possíveis trabalhos futuros, pode-se apontar:

- Propor uma reestruturação de atuação, alocando um grupo de solução especializado para o desenvolvimento de soluções e elaborando uma rotina de trabalho

que leva em consideração o conhecimento das dificuldades apresentadas por usuários em tempo real, facilitando assim, à identificação quanto à possibilidade de propor soluções intuitivas.

- O método apresentado possui algumas características que podem ser utilizadas para resolver problemas ainda em aberto nessa área de pesquisa. Um exemplo é a localização e agregações de vários serviços que, juntos, atendem a uma determinada demanda apresentada por usuários. Esse tipo de solução pode, por exemplo, ser implementada utilizando-se painéis de monitoramento (*dashboards*) e com o auxílio de uma equipe especializada de atendimento dividida em 3 níveis sendo eles operacional, tático e estratégico.

## REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, M. S. e E. Estevão, “**Controle energeticamente eficiente de múltiplos saltos para Redes de Sensores sem Fio heterogêneas utilizando Lógica Fuzzy**”, 31º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos, 6 a 10 de maio de 2013 Brasília-DF.

ANDRÉ, R. e A. C. Silva, “**As implicações na gestão do conhecimento como beneficiador de resultados na gestão de serviços em TI**”, Seminário em Tecnologia da Informação Inteligente, novembro de 2017, São Paulo.

ANDREWS, A. e L. Joseph “**Predicting Incident Reports for IT Help Desk**”, Annual IEEE/IFIP International Conference on Dependable Systems and Networks 23 a 26 de june 2014 Atlanta - Georgia, USA.

Gartner Consultorias (2018).

LAÉCIO, C. B. e M. Cristiano, “**Notas sobre Fuzzy x Probabilidades**”, IV CBSF Quarto Congresso Brasileiro de Sistemas Fuzzy, 16 a 18 de novembro de 2016, Campinas-SP.

LEITÃO A. L. R, **Sistematização de projetos de controladores fuzzy através de programação orientada a objetos**. 2009. 103 f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Belém, 2009. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.

MAMDANI, EH e S. Assilian, “**Um experimento em síntese linguística com um controlador de lógica difusa**”, International Journal of Man-Machine Studies, vol. 7, No. 1, pp. 1-13, 1975.

MEDEIROS, Luiz Carlos Lobato Lobo; SOARES, Wendel. **Formação de Suporte Técnico**. Rio de Janeiro: Escola Superior de redes. 252p, 2010.

**Pesquisa Anual do Uso de TI nas Empresas**, GVcia, FGV-EAESP, 29ª edição, 2018.

PMG Academy. (2016) “**Glossário ITIL**”.

WALAVAT, H. e F. K. Hussain, “**Estrutura baseada em risco para SLA violação redução da nuvem provedor de serviço ‘ s perspectiva**”, revista 16 de The British Computer Society, 14 junho de 2018, Australia.

ZADEH, LA, **Dos motores de busca aos sistemas de perguntas e respostas - A necessidade de novas ferramentas**.In: Menasalvas E., Segovia J., Szczepaniak PS (eds) Avanços na Inteligência na Web. AWIC 2003.

ZADEH, LA, “**Esboço de uma nova abordagem para a análise de sistemas complexos e processos de decisão**”, IEEE Transactions on Systems, Man e Cibernética, vol. 3, No. 1, pp. 28-44, janeiro de 1973.

## POWER CONSUMPTION USING INTERNAL SENSORS: AN ANALYSIS FOR DIFFERENT GPU MODELS

**André Yokoyama**

Laboratório Nacional de Computação Científica  
Petrópolis – RJ

**Vinicius Prata Klôh**

Laboratório Nacional de Computação Científica  
Petrópolis – RJ

**Gabrieli Dutra Silva**

Laboratório Nacional de Computação Científica  
Petrópolis – RJ

**Mariza Ferro**

Laboratório Nacional de Computação Científica  
Petrópolis – RJ

**Bruno Schulze**

Laboratório Nacional de Computação Científica  
Petrópolis – RJ

**ABSTRACT:** GPUs has been widely used in scientific computing, as by offering exceptional performance as by power-efficient hardware. Its position established in high-performance and scientific computing communities has increased the urgency of understanding the power cost of GPU usage in accurate measurements. For this, the use of internal sensors are extremely important. In this work, we employ the GPU sensors to obtain high-resolution power profiles of real and benchmark applications. We wrote our own tools to query the sensors of two NVIDIA GPUs from different generations and compare

the accuracy of them. Also, we compare the power profile of GPU with CPU using IPMItool.

**KEYWORDS:** Power, energy, GPU, HPC.

### 1 | INTRODUCTION

Scientific computing generally requires huge processing power resources' to perform large scale experiments and simulations in reasonable time. These demands have been addressed by High Performance Computing (HPC), allowing many scientific domains to leverage progress. The design of high performance supercomputers is on the boundary of constant and significant changes. With the arrival of petascale computing in 2008, we see another potential paradigm shift in the construction of parallel computing and the use of hybrid designs employing heterogeneous computational accelerators. In this context are the architectures with reduced energy consumption for improved energy efficiency, such as ARM and GPGPU heterogeneous computing.

However, despite the impressive theoretical peak performance of petascale supercomputers, several areas require more computational power, like the exascale supercomputers expected for the coming decade. For example, in the energy

industry simulations, for different energy sources like wind energy, efficient combustion systems for biomass and exploration geophysics in the oil and gas industry. For the latter, seismic applications, as used in this work, are targets of this type of processing (MENEZES et al., 2012). But, it is expected that to achieve exascale will require a nearly 30-fold increase in performance with only a 1.2-fold increase in power consumption (ADHINARAYANAN; SUBRAMANIAM; FENG, 2016).

GPUs have become prevalent in HPC, as they offer exceptional performance, especially for scientific applications highly parallelizable, like seismic applications, as well as power-efficient hardware. The position GPUs have established in high-performance and scientific computing communities has increased the urgency of understanding the power cost of GPU usage (BRIDGES; IMAM; MINTZ, 2016) (ADHINARAYANAN; SUBRAMANIAM; FENG, 2016).

To attempt this urgency, the use of internal power sensors for more accurate power and energy measuring is a current area of research. But, this is not trivial, since the documentation on these sensors is scarce. So, understand exactly how to obtain power, and other measures of performance, for the GPU board is unclear. In addition, as GPUs continue to evolve, understanding their power and performance profiles on real applications is increasingly difficult (BRIDGES; IMAM; MINTZ, 2016).

In this work, extended from (FERRO et al., 2017), we performed experiments on three computational environments: two of them based on X86-64 CPU architecture with NVIDIA Tesla GPUs from different generations and the third one an ARM based CPU with NVIDIA Pascal GPU Cores, and collect data from its internal sensors. We wrote our own tools to query the sensors that enable a high-resolution power profiles of GPU kernel functions and low overhead (SILVA et al., 2018). We compare the accuracy of profiles via the NVIDIA Management Library (NVML) (NVIDIA, 2012) or IPMItool. Also, we compare the power profile of GPU with CPU using IPMItool for a deeper understanding. The experiments were conducted through either a benchmark from Rodinia (CHE et al., 2009) and a real application of seismic area, used by the Brazilian Oil Company. Understand the behavior of this application and its relation with the energy consumption are among the objectives of this work.

## 2 | BACKGROUND

In this section, we present some background about approaches for monitoring systems and power measurement in GPUs. The discussion of these concepts could be very broad, however, we will only discuss some concepts that are closely related to this research, as well, related works only focused on GPUs.

Power consumption of computer components can be obtained either for directly or indirectly methods. Directly measurements could be made via internal or external hardware sensors which periodically collect samples to estimate the power used



during a time interval (BRIDGES; IMAM; MINTZ, 2016). An estimate of total energy is calculated as the integral of the power over the execution time (BURTSCHER; ZECENA; ZONG, 2014). External power meters are connected between the power supply unit and a component under investigation (BRIDGES; IMAM; MINTZ, 2016). Internal power meters are obtained directly from built-in sensors, allowing users convenient access to power data via profiling software by sampling.

According to (BRIDGES; IMAM; MINTZ, 2016), directly measuring power via internal or external hardware sensors is considered the most accurate source of power consumption information. However, external power meters are generally not suitable for comprehensive power profiling, giving not accurate readings, especially in HPC settings. Internal sensors, when available, can be used for more accurate measurement. Besides accuracy, another advantages are that any expensive extra hardware is no need and allow component level profiling. However, not all hardware has these internal sensors and when there is, there is no standard feature nor consistency in accuracy across different hardwares. So, in some cases there is a need, especially in the HPC industry, for indirect methods (BRIDGES; IMAM; MINTZ, 2016).

Indirect measurements cover modeling and simulation techniques for power and performance estimation. The modeling approach estimates the power consumption using a model that correlates power with hardware performance counters. A great number of works in the area of energy efficiency are focused on using models to estimate power consumption (BURTSCHER; ZECENA; ZONG, 2014). Some limitations to counter-based models are that the number and type of counters available being not uniform across hardwares. So, there is a great variety of ways for accessing and visualizing hardware counter data but, the models generally are hardware dependent. Example of hardware monitoring software is the suite of profiling tools offered by NVIDIA that enable capabilities for accessing, visualizing, optimizing, monitoring and profiling applications and GPU hardware (NVIDIA, 2012).

In Section 3 we present some management and monitoring tools that use the method of direct measurements via internal hardware and how we use them to develop our way for power measurements.

### **3 | POWER MEASURING APPROACH**

For each GPU model the sensor is different and enables a kind of measurement, accuracy and requires an approach to collect the data from sensors. In this work, as mentioned, we employ the GPU power sensors to obtain the energy consumption of the tested applications. We wrote our own tools to query the sensors, via the IPMItool for Tesla M2050 and NVML interface for Tesla K40, which implement a direct method by sampling monitoring approach. For the Jetson TX2 we used a shell script routine using architecture specific system calls to query the internal sensors directly. This kind of

method periodically collect samples of the parameters. The power is obtained directly from sensors, and the total energy is calculated as the integral of the power over the execution time.

The Intelligent Platform Management Interface (IPMI) is a standard interface for hardware management used by system administrators to control the devices and monitor the sensors. For these, it is necessary the IPMI Controller called Baseboard Management Controller (BMC) and a manager software (for example, IPMItool). It provides an interface to manage IPMI functions in a local (in-band) or remote (out-of-band) system.

We are using the IPMI, in-band, to monitor the temperature and power consumption sensors by sampling methodology (both for CPU and GPU Tesla M2050). The IPMI Controller is used to identify how the application influences power consumption and increases the temperature. The driver included in our architecture is the OpenIPMI Linux Kernel Driver (*/dev/ipmi0*) and the manager software adopted was IPMItool. To collect these parameters, we are using with a sudo user following command: *\$ ipmitool dcmi power reading*.

To use the IPMItool with the above command and to select the desired parameters (power and temperature), we developed a Shell-based tool to collect CPU data. This tool also collects the CPU and Memory utilization rates through the Linux's Top utility. Since the tool runs in parallel with the monitors application, competing for the same CPU resources, there is an overhead in this usage. This overhead was measured to be about 2.5% of CPU utilization rate. To collect Tesla M2050 GPU data we developed only a Shell monitoring script that queries the sensor readings, using IPMItool commands.

The NVIDIA profiling tools and APIs can be used to monitor and manage states of the NVIDIA GPU devices. The NVIDIA Management Library (NVML) (NVIDIA,2012) is an API, based on C language, for monitoring and managing states of NVIDIA GPU devices, such as GPU utilization rate, running process, clock and performance state, temperature and fan speed, power consumption and power management. The *nvmlDeviceGetPowerUsage* function retrieves the power usage reading for the device, in milliwatts, with an error of around the 5 watts. This is the power draw for the entire board, including GPU, memory, among others (KASICHAYANULA et al., 2012).

The NVIDIA System Management Interface (NVSMI) (NVIDIA,2017) is a command line program that allows the system administrators to query, with appropriate privileges, states of the GPU devices. Its functions are provided by the NVML library. By using the NVSMI it is possible to collect some of the same parameters as those obtained with our tool and with the sampling approach. However, when using NVSMI a much wider range of parameters is collected, which could result in overhead. In addition, since NVSMI is a high level utility, the rate of sampling power usage is very low (1 Hz). Such sampling rate might not be enough to notice the change in power, unless the kernel is running for a very long time.

For these reasons, we developed a CUDA C-based tool, using the NVML

functions, to collect only the following parameters: Device name, Memory (Free, Used, Total), Utilization Rate (Memory, GPU), Power Consumption (W) and Temperature (C). In addition, this tool uses two threads: one thread responsible for launching, on GPU devices, the application to be monitored and another thread to collect by sampling, those parameters. So, an important feature of this tool is related to overhead, since the second thread only runs on CPUs, which does not impact the execution of the application on GPUs, the overhead is almost zero.

This NVML based monitoring application was developed with the intent of maximizing the sampling rate in order to increase the accuracy of the measurements, particularly for applications with small kernels. For this purpose the monitoring application only queries for the necessary parameters and the sampling rate is not fixed at a preset value. During the tests we observed a sampling rate of about 500 Hz, which provided some good measurements for the application used during the tests. This measurements, as well as the details of the methodology used to collect them, will be presented in the next section.

#### 4 | EXPERIMENTAL EVALUATION

The experimental evaluation was developed using three computational environments with GPUs. The Santos Dumont Supercomputer (<http://sdumont.incc.br/machine.php?pg=machine> - SDumont) uses the Tesla K40 GPUs and 2 CPUs Intel Xeon E5-2695v2 Ivy Bridge, with 12 real cores 2,4GHZ, 64GB of memory. The ComCiDis cluster uses the Tesla M2050 and 2 CPUs Intel(R) Xeon X5650 with 6 real cores 2.67 GHz each, 24 GB of memory. Details of Tesla M2050 and Tesla K40 are in Table 1. The third environment is the NVIDIA Jetson TX2, with a dual-core Denver 2 and quad-core A57 ARM CPUs and 256 NVIDIA Pascal CUDA Cores (GPU), it has 8 GB 128 bit LPDDR4 memory with 59.7 GB/s of bandwidth.

	<b>Tesla M2050</b>	<b>Tesla K40</b>
<b>Processor</b>	GF100	GK110B
<b>Memory (ECC off) (GB)</b>	3	12
<b>Memory bandwidth (ECC off) (GB/s)</b>	148	288
<b>Clock (GHz)</b>	1,546	3,0
<b>Core</b>	448	2880
<b>GPU clock (MHz)</b>	1150	745 (875MHz boosted)
<b>TDP (Watts)</b>	225	235
<b>GFLOPS single precision</b>	1030	4291-5040
<b>GFLOPS double precision</b>	515	1430-1680

Table 1. Details of the two GPU models used in the experiments.

The main application used in the experiments is an acoustic test implemented and used by Oil and Gas Industry. This is a *3D Wave Propagation* which simulates the propagation of a single wavelet over time by solving the acoustic wave propagation equation. This equation is solved by using finite differences that have a high degree of parallelization, given the interdependence between the data (MENEZES et al., 2012). The program was written in standard C and CUDA and spreads computation over a single CPU and a single GPU. For the experiments with 3D Wave Propagation were used different input sizes, described in Table 2. The Size ID corresponds to different sizes of the problem, which represents the discretization of the domain on a 3D grid. The X, Y and Z correspond to the size of the problem on the three axis and the MB line is the size of memory used for each group of the input size problem.

	Size ID											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
X	128	256	256	256	256	256	512	512	768	768	1024	512
Y	128	256	256	512	256	256	512	512	768	768	1024	512
Z	128	256	512	512	1024	2048	512	1024	768	1024	704	2832
MB	32	256	512	1024	1024	2048	2048	4096	6912	9216	11266	11328

**Table 2.** Input sizes used in experiments with 3D Wave Propagation.

In some experiments, particularly to compare CPU and GPU measurements with IPMltool, we used the LUD benchmark from Rodinia (CHE et al., 2009). We choose this kernel to perform a set of experiments with more controlled results and also that could be executed in both GPU (CUDA version) and CPU (OpenMP). LUD is an algorithm to calculate the solutions of a set of linear equations that decomposes a matrix as the product of a lower triangular matrix and an upper triangular matrix to achieve a triangular form that can be used to solve a system of linear equations easily. In this work, we presented results for matrix size of 16384.

## 5 | METHODOLOGY

Since the IPMltool requires *sudo* permission it was used only on our own cluster (ComCiDis). It was the only way to get power and temperature reading for the Tesla M2050, since it doesn't have the built-in sensors. The measurement data are collected using a shell script that repeatedly queries the sensor readings, using the IPMltools commands. The output of the queries are written in an output file. To collect the data, the monitoring script is launched 30 seconds before the application to be monitored. This padding allows us to establish the baseline of power drain when only the monitoring script is running, and by querying the sensors manually. We can get the idle power drain (the amount of power been consumed by the system) when no application is running. This information allows us to estimate the real energy consumed by the application by removing the overhead (in power drain) caused by the monitoring

script. The experiments performed on ComCiDis cluster with CPU, followed the same methodology to collect the data.

For the experiments on SDumont, only NVML based monitoring application was used, since we don't have *sudo* permission to use IPMItool. K40 has built-in sensors, that no need *sudo* for temperature and power readings. These sensors have a higher precision than those read by the IPMItool and we can get a much more accurate amount of energy. Nevertheless, as we can't use the IPMItool, we are unable to get the total energy consumed by the entire computing node.

As mentioned in Section 3, the NVML based monitoring application uses 2 threads, the first one queries the sensors of all GPUs installed in the computing node and write the readings in an output file, the second thread is responsible for launching the application that's been evaluated, it is also responsible for signaling the monitoring thread to stop collecting data. The monitoring thread starts collecting data as soon as it is launched and only stops when signaled by the second thread. This thread starts the application 30 seconds after the monitoring thread starts, and signal the stop 30 seconds after the end application. This 30 seconds padding allows us to establish a baseline consumption while all the GPUs in the node are in the idle state.

## 5.1 Results On GPUs

In this section we present and discuss results of the experiments highlighting some aspects of power profiles obtained from internal sensors. The results were obtained using the NVML based monitoring application for SDumont and IPMItool, while running the 3D Wave Propagation application.

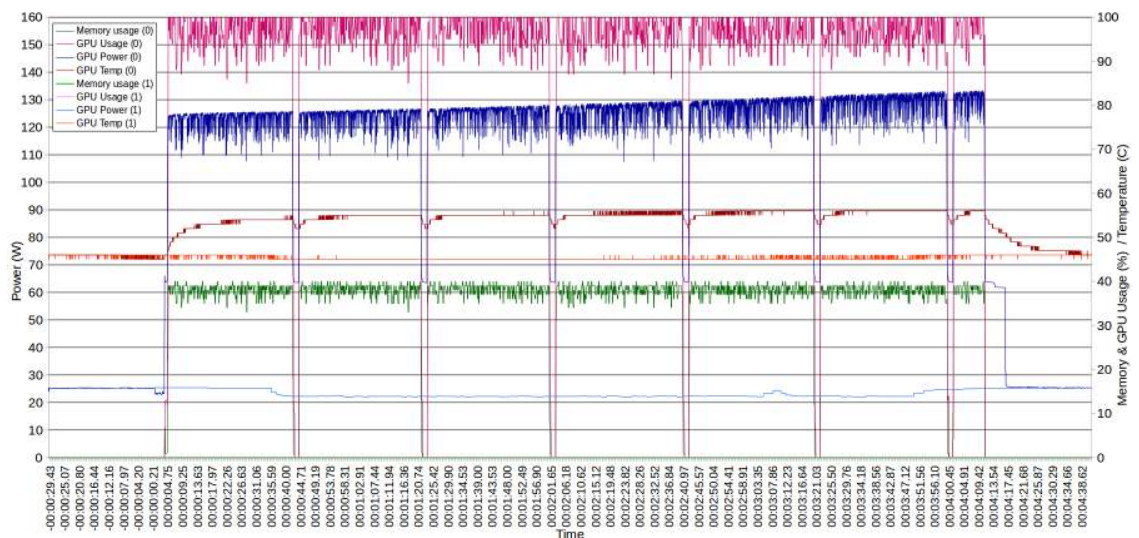
The graphs of Figures 1 to 3 present the results for problem size G (the largest size that could be performed in all three environments) in SDumont, ComCiDis and Jetson TX2. In Figure 4 is the L size only in SDumont. It was too large to execute in the other two, since this application requires the entire problem to be loaded to the GPU memory and problem size L uses about 11.2 GB, which is too large for the 2.65 GB of the ComCiDis' Tesla M2050 and 7.8 GB of the Jetson TX2.

The parameters collected and presented in Figures 1 and 4 are the memory and GPUs usage, power and temperature, for each device (device 0 and 1). In Figure 2 due the IPMItool limitation, there are only the temperatures of each CPU (CPU1 Temp, CPU2 Temp) and GPU (GPU1 Temp, GPU2 Temp) and Power. In Figure 3 the parameters are, the power drain and temperature of the whole device, of the GPU, of the CPU and of the Memory, due to the low consumption of the device the power readings are collected in MW while in the other two it is collected in W.

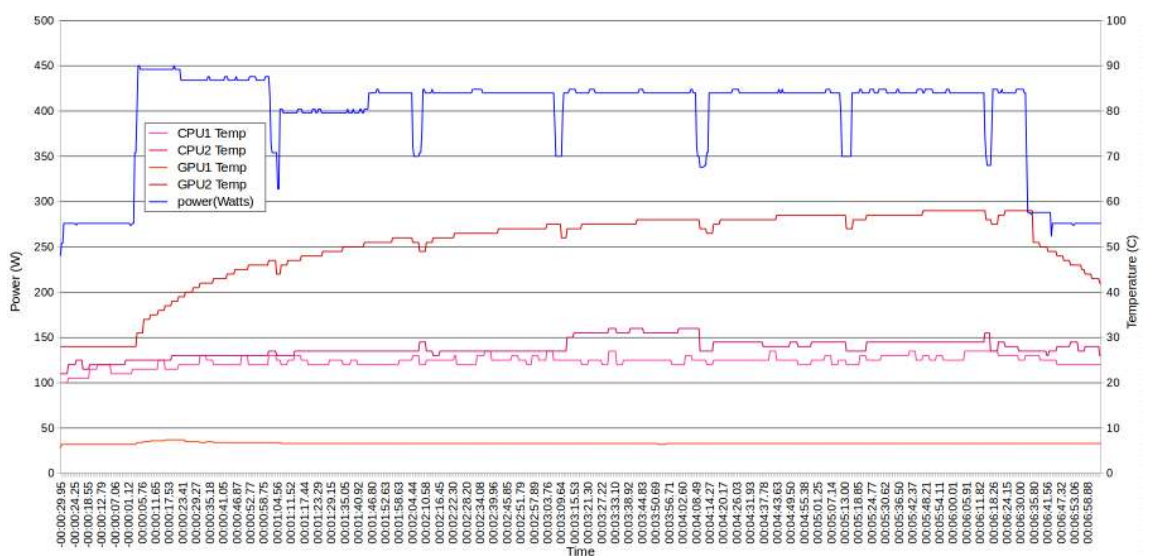
The power levels collected by the monitoring application are the individual power levels for each GPU with a sampling rate around 500 Hz, while the IPMItool collects the total power used by the whole computing node with a rate between 1 and 3 Hz. For the Jetson TX2 the monitoring script reads the sensors with a frequency of 1 Hz to prevent or at least minimise the overhead caused by the monitoring script.



Figures 1, 2 and 3 display the results for the problem size G on SDumont, ComCiDis and Jetson TX2. The average time for this size in SDumont was 4 minutes and 12 seconds, consuming 36802 J (30,520 J of the computing GPU and 6,281 J of the idle GPU). For the ComCiDis it was 6 minutes and 32 seconds, more than 1.5 times longer and consuming 101703 J (2.76 times more than SDumont's K40). For the Jetson TX2 the time was 14 minutes 26 seconds almost 3.5 times compared to the SDumont but with a consumption of 6791.799 J (about 0.18 times the consumption of the SDumont's K40). The peak of the power drain observed in the ComCiDis by GPUs was of 290 W, but it stays at 250 W most of the time. For SDumont the peak was about 160 W for the two GPUs together (134 W for de GPU when it was processing and 26 W for the GPU idle). For the Jetson TX2 the peak was 9.04 W.



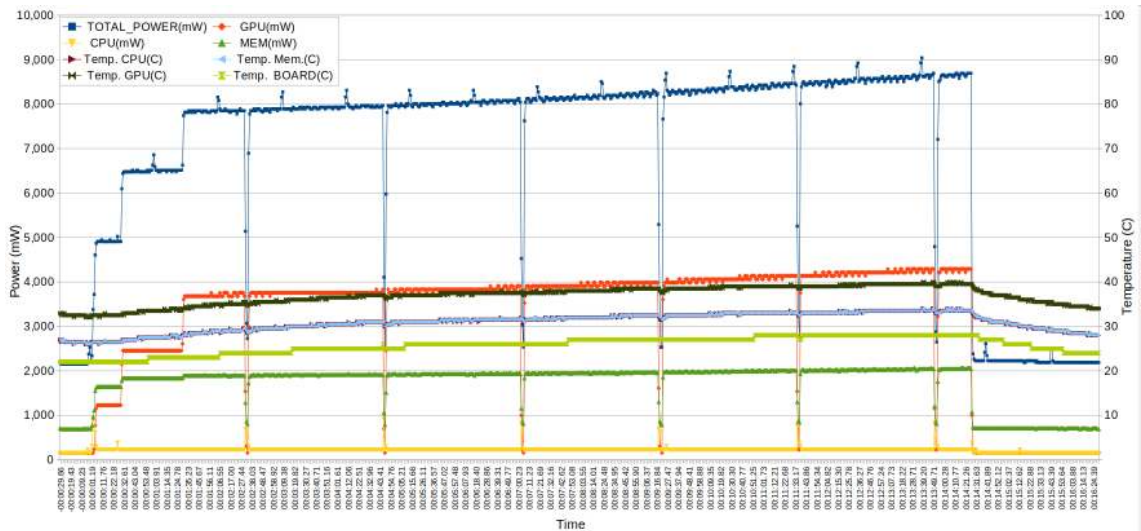
**Figure 1:** Results for problem size G on SDumont collected by the NVML based monitoring application.



**Figure 2:** Results for problem size G on the ComCiDis collected by the IPMITool application.

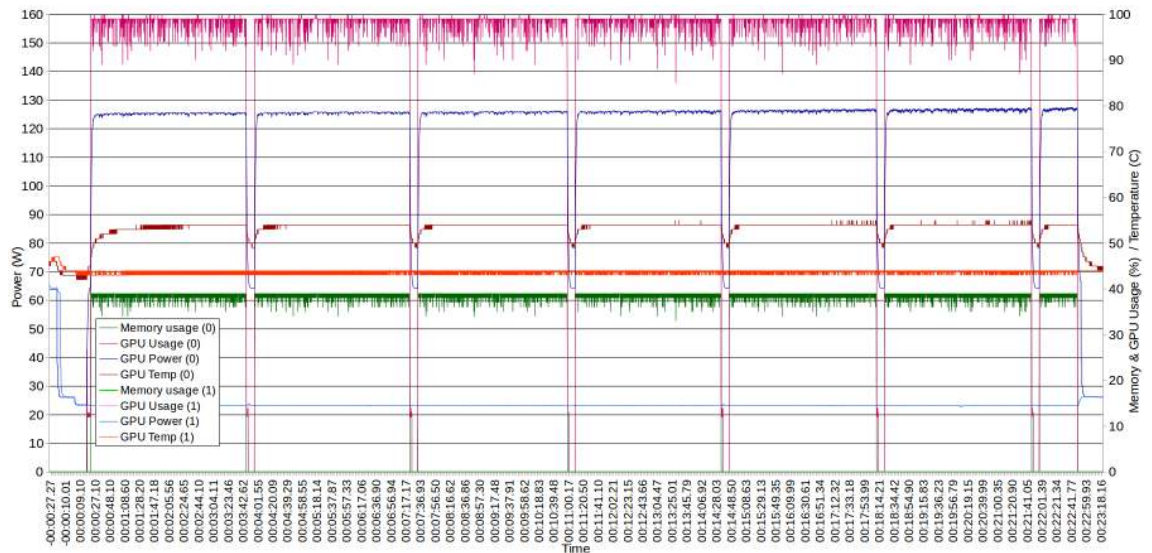


In Figure 1 we can observe a high level of fluctuation on the power readings (GPU Power 0). In this graph it is possible to see, particularly looking at the GPU and memory usage for the running device (Memory usage 0 and GPU Usage 0), that the pattern of increase and decrease in usage matches that of the power readings, with only the power reading showing a steady increase over time. This could be related to the GPU's temperature and this behavior has been observed also in (BURTSCHER; ZECENA; ZONG,2014).



**Figure 3:** Results for problem size G on the Jetson TX2 collected by internal sensors.

Looking at the behavior of the application for the size G (Figures 1, 2 and 3), there is a significant drop in the power readings in regular intervals. This happens because the application has pauses in the processing, in regular intervals, to take “snapshots” (copying the data from the GPU memory to the CPU memory). During this time the GPU goes into a idle state, but ready to run a new kernel. In this state, the power drain is higher than a completely idle GPU. What we can see in the graphs is that during this pauses in the processing, the temperature drops as expected. But, when the application resumes the processing, the temperature rises faster than in the previous sequence o kernels. Also, the temperature gets higher, as can be seen in Figure 1, than the maximum temperature observed in the last sequence, being about 2 degrees higher than in the first sequence. In addition to that, it also gets to that temperature faster. This increase in the temperature could be contributing to the increase in power drain, but it could also be caused by it. We need to perform more tests in order to properly verify this behavior, including the execution of tests after pre-heating the GPU, or super-cooling it.



**Figure 4:** Results for the problem size L, executed on SDumont and collected by the NVML based monitoring application.

Analyzing the results for the largest execution size L in SDumont (Figure 4), it is possible to see some behavior seen also in the graphs for the G size. For example, the steady increase in the power readings over time, as well for the temperature, and the “stop-and-go” behavior, similar for the G size. Although there is also a high level of fluctuation on the usage of the GPU cores and memory, the range of the fluctuation is shorter than that seen in the problem size G. In this case, the readings have a higher concentration, at 99% usage for the GPU and 39% for the memory. We also can see the fluctuation on the power readings, but the range is very narrow, almost negligible. The L size took 22 minutes and 50 seconds to complete, consuming 200,740 J (166,496 J of the computing GPU and 34,244 J of the idle GPU).

Table 3 summarizes the results for all experiments. For the problem size G the SDumont had the best time and energy to solution of the two X86-64 environments, the ARM based environment had the worst time to solution of the three but the best energy to solution consuming slightly more than one sixth of the energy consumed by the SDumont GPUs.

Size	Cluster	Time to solution	Energy to solution
G	SDumont	4 min 12 sec	36,802 J
G	ComCiDis	6 min 32 sec	101,703 J
G	Jetson TX2	14 min 26 sec	6,792 J
L	SDumont	22 min 50 sec	200,740 J

**Table 3.** Time and Energy to Solution on GPUs.

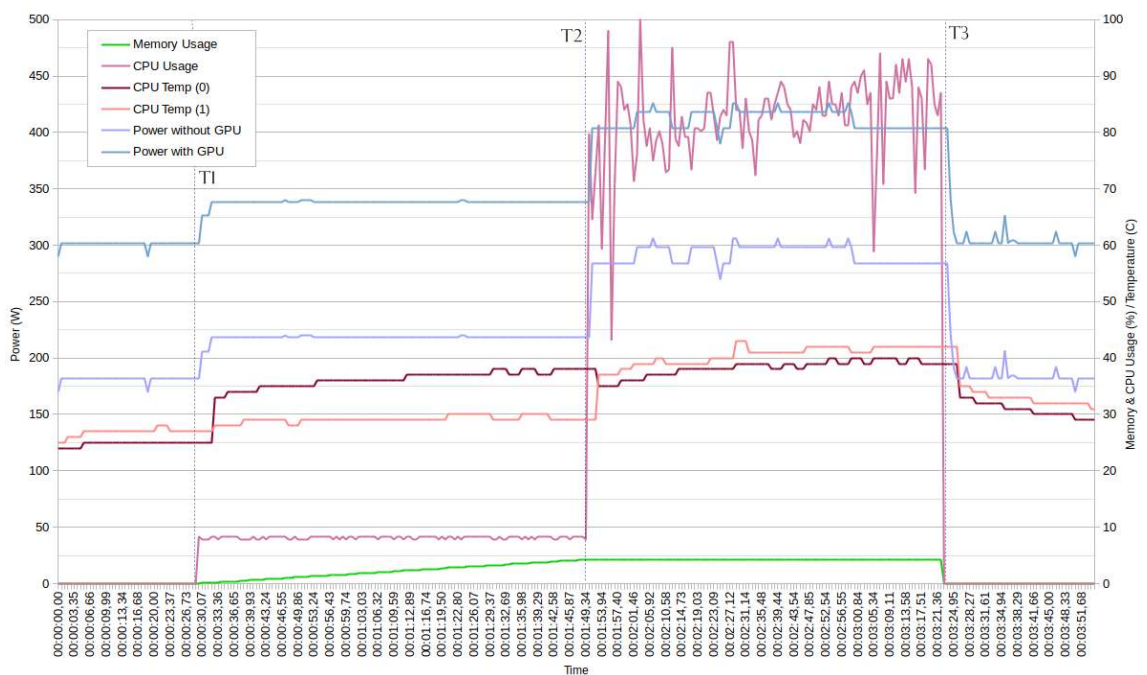
## 5.2 Results - CPU x GPU

Here, we will present the results obtained in ComCiDis cluster using both the IPMItool based monitoring application for CPU and the script for GPU (the same used

in the experiments presented in Section 4.1. In this experiments we used the application LUD for problem size of 16384, with OpenMP and CUDA parallel models.

Figure 5 displays the results using the OpenMP parallel model in CPU. The average execution time was about 2 minutes and 54 seconds with the sampling rate between 1 and 3 Hz. There are two intervals of 30 seconds, one before T1 and another after T3. In these intervals ('padding'), only the monitoring tool was running to establish the baseline of power drain. The average of the power drain was of 170 W with an energy consumption of 29,240 J and the average of the power consumption measured with the monitoring tool running was of 182 W. So, the monitoring tool increased the power consumption by 12 W, with an energy consumption of 2,064 J. The energy consumption was calculated only when the application was running.

The LUD application started in T1 and finished in T3. While the application was running, it is possible to note two steps: *i)* between T1 and T2 the application was loading the matrix (serial region of code) and the average of power consumption was of 218 W - power consumption increase of 36 W - with an energy consumption of 2,916 J, and *ii)* between T2 and T3, the application was solving the problem (OpenMP region of code), the average of power consumption was of 298 W - increase of 116 W - with an energy consumption of 10,556 J. The rise in temperature in the CPU(0), when the application was loading the matrix, indicates that only that CPU was executing the process. Between the interval T2 and T3 the parallel region of the code is started and both CPUs were executing the process. So, it is possible to observe the rise of the temperature in both CPUs and the peak of the power consumption and CPU utilization rate.



**Figure 5:** Results for the ComCiDis CPU collected by the IPMItool based monitoring application.

Table 4 compares the results for the energy and power consumption by system,

monitor and application, while the application was running on serial and parallel region of the code. In the column System, can be observed that the power consumption by the GPU system was greater than by the CPU system, increased by GPU devices. For the application (App), it's possible to note that power consumption on serial region was much smaller than on parallel region for either CPU and GPU. Even the power consumption on parallel region in the GPU was greater than in the CPU. Although the power consumption was greater, given the execution time of the application, the energy-to-solution in the parallel region in CPU was smaller than for GPU. The power consumptions by the monitors (Monitor) were the same for both CPU and GPU, but the energy consumptions were different because the execution time on GPU was less than on CPU.

		CPU			GPU		
		System	Monitor	App	System	Monitor	App
Energy (J)	Serial Region	13,770	972	2,916	17,989	811	1,758
	Parallel region	15,470	1,092	10,556	5,721	258	4,990
Power (W)	Serial region	170	12	36	266	12	26
	Parallel region	170	12	116	266	12	232

**Table 4.** Results for the ComCiDis' CPU and GPU.

## 6 | FINAL CONSIDERATIONS

In this work were analysed three directly measuring methods via internal sensor for two generations of NVIDIA GPUs and for the ARM based NVIDIA Jetson TX2. Also, we compare the power profile of GPU with CPU using IPMItool for a deeper understanding of this method. For this we developed two monitoring tools, based on NVML and IPMItool.

Analyzing the results obtained with three monitoring approaches, as well as for different computational environments, it is possible to make some observations. With regard to different generations of sensors, and consequently the available sensors to measure temperature and energy, the precision of K40 in relation to M2050 is very high. This can be clearly observed by visually comparing the graph of Figures 1 and 2, even though the graph for the M2050 had to be compressed to fit within the same width of the graph for the K40 (since it the time to solution of the M2050 was 1.5 times longer), where the profiling power is much coarse-grained, it is not so clear seen in the graph of the Jetson TX2 execution ( Figure 3 ) due to a higher compression, but still visible. Also, the refreshing rate for K40 is very faster and its idle power drain is about 25 W against 60 W for M2050, indicating the improvement in the energy saving of the newer generations.

Regard the monitoring applications, the sampling rate for NVML based monitoring application is much higher, reaching 500 Hz versus only 3 Hz for IPMItool. Thus, the accuracy of the power profile obtained with the NVML based application is much higher

with incurred overhead of almost zero for the execution time and the power measured for GPU. Another advantage is that this method does not need *sudo* user to query the sensors, in order to enable the monitoring of environments that have high restrictions to access, like SDumont. Using the IPMItool based monitoring it was possible to compare the power consumption and estimate the energy consumption for GPU and CPU. The accuracy is the same for both architectures, since IPMItool query the same kind of sensors. The power profile is not so accurate, as demonstrated in results and there is an overhead about 2.5% of CPU utilization rate. Despite these limitations, in some cases its use is still a nice option, like in generations of GPUs that do not have built-in sensors. Besides that, this monitoring method allows to analyse the power profile, for the same application, in different architectures and parallel models. The major limitation is the need for *sudo* user. For the Jetson we used a shell script using architecture specific system calls to query the sensors directly both because of the availability of the system calls as well as to minimise the overhead caused by a more complex application, since the ARM CPU are much more limited compared to X86-64, for that same reason we choose a sampling rate of 1Hz.

In general, for the X86-64 architecture, both monitoring tools were feasible for our studies on energy consumption of the applications. However, we conclude that the best option could be a monitoring tool that combines the two monitoring tools, since the NVML measures only the individual power levels for each GPU and IPMItool measures only the total power used by the whole computing node. Thus, it would be possible to develop a more accurate monitoring.

As future works we plan to develop this hybrid monitoring tool, to execute tests with a multi-GPU version of the real application and also to perform multiple experiments, similar to those presented using IPMItool, however, using different times of application launches in relation to the launch time of the monitor.

## ACKNOWLEDGMENTS

This work has received partial funding from the European Union's Horizon 2020 Programme (2014-2020) and from Brazilian Ministry of Science, Technology, Innovation and Communication through the RNP under the HPC4E Project, grant agreement n 689772 and from the CNPq and CAPES. The authors would also like to thank CENPES/Petrobras.

## REFERÊNCIAS

ADHINARAYANAN, V.; SUBRAMANIAM, B.; FENG, W. CHUN. **Online power estimation of graphics processing units**. In: 16th IEEE/ACM International Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing, CCGrid 2016, Cartagena, Colômbia, May 16-19, 2016. [S.l.]: IEEE Computer Society,



2016. p. 245–254. ISBN 978-1-5090-2453-7/16.

BRIDGES, R. A.; IMAM, N.; MINTZ, T. M. **Understanding gpu power: A survey of profiling, modeling, and simulation methods**. ACM Comput. Surv., ACM, New York, NY, USA, v. 49, n. 3, p. 41:1–41:27, set. 2016. ISSN 0360-0300. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2962131>>.

BURTSCHER, M.; ZECENA, I.; ZONG, Z. **Measuring gpu power with the k20 built-in sensor**. In: Proceedings of Workshop on General Purpose Processing Using GPUs. New York, NY, USA: ACM, 2014. (GPGPU-7), p. 28:28–28:36. ISBN 978-1-4503-2766-4. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2576779.2576783>>.

CHE, S. et al. **Rodinia: A benchmark suite for heterogeneous computing**. In: IISWC. [S.l.]:IEEE, 2009. p. 44–54. ISBN 978-1-4244-5156-2.

FERRO, M. et al. **Analysis of gpu power consumption using internal sensors**. In: Anais do XVI Workshop em Desempenho de Sistemas Computacionais e de Comunicação . São Paulo - SP: Sociedade Brasileira de Computação (SBC), 2017.

KASICHAYANULA, K. et al. **Power aware computing on gpus**. Application Accelerators in High-Performance Computing, Symposium on, IEEE Computer Society, Los Alamitos, CA, USA, v. 00, p. 64–73, 2012. ISSN 2166-5133.

MENEZES, G. S. et al. **Energy estimation tool fpga-based approach for petroleum industry**. In: Proceedings of the 2012 41st International Conference on Parallel Processing Workshops. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2012. (ICPPW '12), p. 600–601. ISBN 978-0-7695-4795-4. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/ICPPW.2012.88>>.

NVIDIA. **NVML API Reference Manual**. [S.l.], 2012. Disponível em: <<http://developer.download.nvidia.com/assets/cuda/files/CUDADownloads/NVML/nvml.pdf>>.

NVIDIA. **Nvidia system management interfaces**. 2017. Disponível em: <"<https://developer.nvidia.com/nvidia-system-management-interface>">.

SILVA, G. D. et al. **Smcis: um sistema para o monitoramento de aplicações científicas em ambientes hpc**. In: Anais do XIX Simpósio em Sistemas Computacionais de Alto Desempenho (WSCAD 2018). Sociedade Brasileira de Computação (SBC). São Paulo, 2018. p.277–288. Disponível em: <http://www2.sbc.org.br/wscad/current/anais/anais-wscad-2018.pdf>.



## PROBLEMAS EM ABERTO NA COMPUTAÇÃO E NA MATEMÁTICA QUE VALEM PRÊMIOS

**Suzana Lima de Campos Castro**

Centro Universitário Unimetrocamp I Widen  
Campinas – São Paulo

**Ana Luisa Soubhia**

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM  
Cachoeira do Sul – Rio Grande do Sul

**Ronaldo Barbosa**

Centro Universitário Unimetrocamp I Widen  
Campinas – São Paulo

**RESUMO:** Atualmente existem diversos problemas na área da Matemática e da Computação, cujas soluções podem ser bastante relevantes para o avanço tecnológico da sociedade, mas que ainda estão em aberto, ou seja, não foram resolvidos ou não se sabe se têm uma solução. Neste trabalho, propomos o estudo desses problemas como estratégia motivacional do ensino da Matemática nos cursos superiores de Computação e Informática. Para isso, fizemos uma descrição simplificada e didática dos problemas em aberto mais significativos, analisando o impacto das possíveis soluções no avanço da tecnologia. Os problemas analisados foram: *P versus NP*, a *Hipótese de Riemann*, o prêmio da *Electronic Frontier Foundation (EFF)* para encontrar o maior número primo e os prêmios da *XPrize Foundation* para solucionar problemas gerais da sociedade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Problemas em Aberto, Ciência da Computação, Educação Matemática, *P versus NP*, *Electronic Frontier Foundation*, *Xprize Foundation*.

**ABSTRACT:** There are several problems in Mathematics and Computation that the solutions may be relevant to the advance of the technology of the society. These problems are still open, i.e., they have not been solved or it is not possible to know if they have a solution. In this work, we study these problems with the goal to find a motivational strategy for the teaching of Mathematics in Computer Science. For this, we did a simplified and didactic description of the most significant open problems and we investigated the impact of possible solutions on the advancement of technology. The problems analyzed were: the *P versus NP* problem, the *Riemann Hypothesis*, the *Electronic Frontier Foundation (EFF)* award to find the higher prizes and prizes from the *XPrize Foundation* to solve general society problems.

**KEYWORDS:** Open problems, Computer Science, Mathematics Education, *P versus NP*, *Frontier Electronic Foundation*, *Xprize Foundation*.

## 1 | INTRODUÇÃO

Atualmente existem diversos problemas na área da Matemática e da Computação cujas soluções podem ser bastante relevantes para o avanço tecnológico da sociedade, porém ainda não foram resolvidos ou mesmo não se sabe se têm uma solução. Esses problemas são conhecidos como Problemas em Aberto, e a busca de suas soluções têm representado grande desafio e motivação para os cientistas.

O contexto para entendimento desses problemas não exige, em geral, domínio específico da área, mesmo que para sua resolução sejam necessários conhecimentos mais profundos de Matemática e Computação.

Independentemente dos prêmios, em geral em dinheiro e bastante atrativos, a busca de suas soluções envolve, por si só, motivação pelo desafio e, conseqüentemente, o interesse no aprendizado de conteúdos matemáticos mais profundos.

Por outro lado, em sala de aula parece faltar valorização do ensino de Matemática em cursos de Computação e Informática, bem como motivação em relação ao seus conteúdos.

Neste trabalho, propomos o estudo de problemas em aberto na Matemática e na Computação como ferramenta motivacional no ensino de Matemática em cursos superiores de Computação e Informática.

Para isso, estudamos e descrevemos de forma simplificada e didática os problemas em aberto mais significativos, analisando o impacto das possíveis soluções no avanço tecnológico. Esses problemas são: *P versus NP*, a *Hipótese de Riemann*, o prêmio oferecido pela *Electronic Frontier Foundation (EFF)* para encontrar o maior número primo e os prêmios da *XPrize Foundation* para solucionar problemas da sociedade.

## 2 | MOTIVAÇÃO PELO APRENDIZADO DE MATEMÁTICA NOS CURSOS SUPERIORES DE COMPUTAÇÃO E INFORMÁTICA

Embora a Ciência da Computação tenha raízes matemáticas muito claras, testemunhamos, na condição de professores desses cursos, uma percepção diferente por parte dos alunos. Com a proliferação de ferramentas tecnológicas de desenvolvimento que automatizam (até certo ponto) a programação e, além disso, com a prematura entrada de alunos em estágios e no mercado de trabalho em TI, parece haver um recuo ou desvalorização do ensino de Matemática em tais cursos. Mesmo o domínio de raciocínio lógico, habilidade básica em cursos de Computação, tem perdido espaço uma vez que disciplinas básicas de programação focam no estudo das sintaxes das linguagens de programação, sem que os alunos tenham desenvolvido ainda o raciocínio lógico necessário. Como resultado, alunos do curso de Ciência da Computação ou Engenharia de Computação evoluem, muitas vezes, sem proficiência em programação e chegam a considerar essa habilidade de programação menos

importante.

Se medirmos a presença da Matemática nestes cursos pela quantidade de disciplinas da área, notamos uma aparente desvalorização dos conteúdos matemáticos uma vez que parece haver menos disciplinas de Matemática do que havia tempos atrás, ou pelo menos, tem diminuído a carga horária delas, sobretudo em instituições de ensino particulares.

Em oposição a isso, assistimos em tempos recentes, no próprio mercado de TI, a eclosão de novas demandas relacionadas a inteligência artificial, análise e mineração de dados, análise de redes sociais, internet das coisas, segurança da informação, robótica, veículos autônomos, blockchain, entre outras. Vale salientar que essas áreas necessitam de domínio do fundamento matemático.

É fato que pessoas sem base Matemática podem e estão atuando nessas áreas, mas correm o risco de serem marginalizadas profissionalmente, engrossando as fileiras dos apertadores de botões, fenômeno que podemos chamar de proletarização do próprio mercado de TI, o que aliás, já está acontecendo (ANTUNES, 2018).

Como professores de disciplinas de Cálculo e Análise de Algoritmos, buscamos novas motivações para que os alunos entendam a relação entre a Matemática e a Computação, uma vez que a criação de novas disciplinas vinculadas à Matemática, por diferentes motivos, não segue o mesmo ritmo das demandas sociais e de mercado. Neste sentido, estudar os Problemas em Aberto durante o curso pode ajudar a despertar a motivação necessária pela Matemática.

### 3 | PROBLEMAS EM ABERTO NA COMPUTAÇÃO E NA MATEMÁTICA

O avanço das ciências e da Matemática sempre foi impulsionado pelo desafio de resolver problemas significativos e relevantes para cada época. Em 1900, o matemático David Hilbert apresentou no *International Congress of Mathematicians* uma coleção com 23 problemas matemáticos, selecionados como os mais importantes na área, que estavam sem solução. Estes problemas ficaram conhecidos como “Grandes Enigmas do Século XX” e serviram como motivação para muitos dos trabalhos publicados naquele século.

Dentre os problemas propostos por Hilbert apenas um deles, conhecido como *A Hipótese de Riemann*, continua até hoje em aberto (DEVLIN, 2004). Ele ganhou ainda maior relevância nos dias atuais por suas possíveis implicações no campo da Ciência da Criptografia e Codificação de Dados.

No início do século XXI um novo desafio foi lançado à comunidade científica: “Os 7 Problemas do Milênio”. Em 2000, o *Clay Mathematics Institute – CMI* de Massachusetts publicou a obra *The Millennium Prize Problems*, onde estão listados 7 dos mais difíceis problemas matemáticos em aberto, incluindo entre eles *A Hipótese de Riemann*. Para cada um deles, foi também estipulado o prêmio de 1 milhão de

dólares, sem prazo para a resolução (MILLENNIUM PROBLEMS, 2018).

Em 2010, o Problema do Milênio conhecido como *A Conjectura de Poincaré* foi resolvido pelo matemático russo Grigori Yakovlevich Perelman, que por motivos pessoais se recusou a receber o prêmio. Este problema foi proposto originalmente pelo matemático francês Jules Henri Poincaré (1854-1912) que estimou, de forma simplificada, que qualquer espaço tridimensional sem “furos” seria equivalente a uma esfera esticada (DEVLIN, 2004).

Atualmente, além dos Problemas do Milênio, existem também outras categorias de problemas e desafios importantes nas ciências com prêmios estipulados. Dentre eles, destacam-se os propostos pela *XPrize Foundation* (XPRIZE FOUNDATION, 2018) e pela *Electronic Frontier Foundation* (EFF COOPERATIVE COMPUTING AWARDS, 2018), além dos pequenos desafios disponibilizados em redes sociais, por cientistas e professores (MATHOVERFLOW, 2018).

O interessante neste contexto é que muitos dos problemas em aberto não exigem conhecimentos específicos, assim são de fácil compreensão. Em Devlin (2004), por exemplo, o problema do Milênio *P versus NP*, que é o mais relevante para a Computação na atualidade, foi descrito como “... o que tem maior chance de ser resolvido por um amor desconhecido, alguém pouco experiente na matemática, possivelmente bem jovem, estranho à comunidade matemática”....

Classificamos os problemas estudados em quatro grupos, que descrevemos a seguir, cada um de forma simplificada didática, ressaltando o objetivo, o tipo de prêmio e as consequências das possíveis resoluções.

### 3.1. O Problema do Milênio: *P versus NP*

#### **Objetivo:**

Provar que  $P=NP$  ou provar que  $P \neq NP$ , ou seja, verificar se existe um algoritmo computacional com complexidade polinomial ( $P$ ) para resolver um problema não deterministicamente polinomial ( $NP$ ).

#### **Prêmio:**

1 milhão de dólares, sem prazo para a resolução, dado pelo *Clay Mathematics Institute – CMI* (MILLENNIUM PROBLEMS, 2018).

#### **Descrição:**

O problema *P versus NP* é um dos Problemas do Milênio e está na área específica da complexidade de algoritmos em Ciência da Computação. A definição de problemas  $P$  (polinomial) e  $NP$  (não deterministicamente polinomial), que deram origem ao problema, foram apresentados por Stephen Cook no artigo *The Complexity of Theorem Proving Procedures*, em 1971 e estão simplificados, abaixo:

Complexidade de um algoritmo: é uma função  $C(n)$  que determina o total de operações fundamentais realizadas pelo algoritmo na resolução de um pro-

blema de tamanho  $n$ . Quando  $C(n)$  é polinomial dizemos que a complexidade do algoritmo é polinomial, ou que o algoritmo é polinomial. Quando  $C(n)$  é exponencial dizemos que a complexidade do algoritmo é exponencial, ou que o algoritmo é exponencial.

Problema P (polinomial): é um problema cuja resposta é fácil para um computador encontrar. Para estes problemas são conhecidas estratégias algorítmicas com complexidade polinomial.

Problema NP (não deterministicamente polinomial): é um problema cuja resposta é fácil de ser verificada, mas incrivelmente difícil para o computador obter a solução. Para estes problemas são conhecidas apenas estratégias algorítmicas com complexidade exponencial.

A questão do milênio consiste em provar que  $P=NP$  ou que  $P \neq NP$ . De modo geral, consiste em verificar se os problemas NP podem ser convertidos para a classe P através da existência de algoritmos computacionais com complexidade polinomial que resolvam os problemas NP, ou provar que estes algoritmos não existem.

A busca pela solução deste enigma utiliza modelos de problemas da classe NP chamados NP-Completo. Um problema é definido como NP-completo quando, se ele puder ser resolvido por um algoritmo polinomial, então todos os outros problemas NP também poderão. Existem diversos modelos NP-Completo que são estudados e o principal deles é o do Caixeiro Viajante.

### O Problema do Caixeiro Viajante

O problema do Caixeiro Viajante foi proposto pelo matemático vienense Karl Menger na década de 30 e é um modelo de problema NP-Completo que consiste na seguinte situação:

“Um vendedor ou caixeiro-viajante deve visitar  $n$  cidades determinadas, escolhendo para o seu trajeto a rota com o menor custo possível”

Uma situação simplificada deste problema, onde  $n=4$  e as cidades são nomeadas por S, M, N e O, é representada pelo grafo da Figura 1(a). Neste caso, considerando que o caixeiro está situado na cidade S e portanto sua rota deve iniciar e terminar em S, todas as possíveis rotas estão na Figura 1(b).

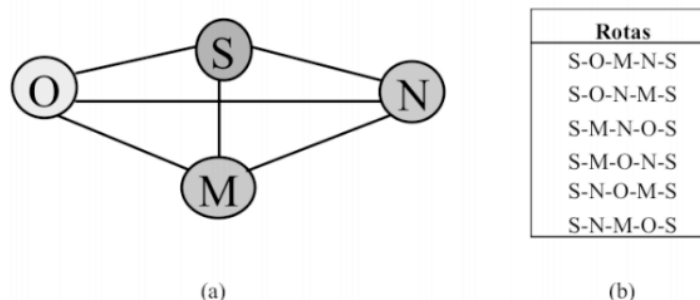


Figura 1 (a): Cidades e (b): Possíveis rotas para o Problema do Caixeiro Viajante

De modo geral, a solução algorítmica para o problema do Caixeiro Viajante deve fazer uma análise do custo de cada uma das rotas possíveis para obter a que tenha o menor custo (DEVLIN, 2004).

A dificuldade real para chegar à solução não está associado ao tipo das operações envolvidas, mas ao grande volume de dados a serem analisados, cuja ordem de grandeza é exponencial. Para um conjunto de  $n$  cidades, o procedimento requer a análise de  $(n-1)!$  rotas distintas, ou seja, a quantidade de rotas a serem analisadas é o fatorial do número  $(n-1)$ . A Tabela 1 mostra o total de rotas a serem analisadas para diferentes valores de  $n$ , assim como uma estimativa de tempo que um computador com velocidade de 1 milhão de operações por segundo levaria para analisar todas elas.

n	Número de rotas distintas	Tempo
4	6	$6 \times 10^{-6}$ segundos
5	24	$2,4 \times 10^{-5}$ segundos
10	362.880	$3,6 \times 10^{-1}$ segundos
11	3.628.800	3,6 segundos
15	$8,7 \times 10^{10}$	24,2 horas
20	$1,2 \times 10^{17}$	3.857,3 anos
25	$6,2 \times 10^{23}$	$1,9 \times 10^8$ séculos
50	$6,1 \times 10^{62}$	$1,9 \times 10^{47}$ séculos

Tabela 1: Quantidade de rotas e tempo estimado para o Problema do Caixeiro Viajante com  $n$  cidades

Os dados da Tabela 1 mostram que o problema do caixeiro viajante é intratável, visto que na prática um computador, usando a estratégia algorítmica de analisar todas as rotas, não pode chegar na solução. Como ainda não é conhecida uma estratégia algorítmica que resolva este problema em tempo viável, ele é um problema do tipo NP.

### **Influência e Consequências de sua resolução:**

O problema *P versus NP* é importante para mostrar o limite da Computação moderna na resolução de problemas. Se o problema for resolvido de modo afirmativo, ou seja, se for possível mostrar que  $P = NP$ , então será possível resolver problemas combinatórios, envolvendo grande volume de dados, de modo “rápido” (DEVLIN, 2004).

Neste caso, tanto o problema de sequenciamento de DNA, quanto o problema de “quebrar” senhas ou desvendar as chaves que geram a criptografia, poderão ser resolvidos rapidamente.



### 3.2. O Problema do Milênio: A Hipótese de Riemann

#### Objetivo:

Mostrar que os zeros complexos da função zeta:  $\zeta(z) = \frac{1}{1^z} + \frac{1}{2^z} + \frac{1}{3^z} + \frac{1}{4^z} + \dots$ , são todos da forma  $z = \frac{1}{2} + i t$ , ou seja tem parte real  $\frac{1}{2}$ .

#### Prêmio:

1 milhão de dólares, sem prazo para a resolução, dado pelo *Clay Mathematics Institute - CMI* (MILLENNIUM PROBLEMS, 2018).

#### Descrição:

A *Hipótese de Riemann* é uma conjectura proposta pelo matemático alemão Bernhard Riemann, em 1859, e é considerada um dos grandes desafios da Matemática atualmente. Além de estar incluída entre os problemas de Hilbert, em 1900, é também um dos Problemas do Milênio, escolhido especialmente por suas possíveis implicações no campo da Ciência da Criptografia e Codificação de Dados.

Apesar de exigir um conhecimento matemático avançado para o seu entendimento completo, a conjectura pode ser vista, de modo simplificado, como um padrão para a densidade de números primos.

Um número primo é um número inteiro maior que 1 que é divisível somente por 1 e por ele mesmo. O estudo do comportamento da sequência números primos  $\{2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, \dots\}$  sempre foi uma área relevante na Matemática, especialmente por suas aplicações em fatoração e decomposição de números.

Não são conhecidas fórmulas que apresentam um padrão de comportamento ou “aparecimento” dos números primos, mas eles aparentam estar cada vez mais distantes entre si, a medida que os números aumentam. A Tabela 2 apresenta a densidade  $D_N$  de números primos menores do que N (total de números primos menores do que N dividido por N), como em Devlin (2004).

N	10	100	1000	10000	100000	1000000
$D_N$	0,4	0,25	0,168	0,123	0,096	0,078

Tabela 2: Densidade dos números primos menores do que N

Apesar da densidade diminuir a medida que N aumenta, como sugere a Tabela 2, a quantidade de números primos é infinita, como provado por Euclides em 300 a.C. Em 1791, matemático alemão Friedrich Gauss sugeriu que a função densidade dos primos menores do que N era aproximadamente igual a  $1/\ln(N)$ .

Em 1859, Riemann estudou uma extensão de uma função, apresentada originalmente pelo matemático suíço Leonhard Euler, em 1740, para investigar o padrão dos números primos e tentar provar a conjectura de Gauss. A função ficou conhecida como função zeta de Riemann e pode se descrita por:

$$\zeta(z) = \frac{1}{1^z} + \frac{1}{2^z} + \frac{1}{3^z} + \frac{1}{4^z} + \dots$$

sendo  $z$  um número complexo diferente de 1.

Apesar de não conseguir provar a conjectura de Gauss, este fato foi provado em 1896 por Jacques Hadamard e Charles Poussin, Riemann encontrou um elo entre a função densidade  $D_N$  e as raízes da equação , ou zeros da função zeta.

A *Hipótese de Riemann* sugere que os zeros complexos da função zeta são todos da forma , ou seja tem parte real . De acordo com resultados originais de Euler, isto implicaria que o grau segundo o qual a função densidade  $D_N$  difere da curva  $1/\ln(N)$  varia aleatoriamente mas previsível, com probabilidade estimada , ou seja mesmo que não seja possível prever quando o próximo primo ocorrerá, o padrão global é extremamente regular.

#### **Influência e Consequências:**

Se a *Hipótese de Riemann* puder ser provada como verdadeira ela poderá embasar novas ideias sobre o padrão de números primos e contribuir para o progresso nas técnicas de fatoração de números primos grandes, importantes para a criptografia (DEVLIN, 2004). Estas operações são fundamentais para a segurança de dados na internet no modelo de criptografia atual.

Além disso, a hipótese de Riemann poderá contribuir com o avanço da física quântica, já que estudos mostram uma possível relação entre os espaçamentos dos zeros da função zeta e os espaçamentos entre os níveis de energia em um sistema quântico caótico (DEVLIN, 2004).

### **3.3. Prêmio da *Electronic Frontier Foundation (EFF)*: O Maior Número Primo**

#### **Objetivo:**

Obter o número primo de 100 milhões de dígitos

#### **Prêmio:**

150 mil dólares, dado pela *Electronic Frontier Foundation – EFF* (EFF COOPERATIVE COMPUTING AWARDS, 2018).

#### **Descrição:**

O número primo é definido como um número inteiro maior que 1 que é divisível por 1 e por ele mesmo. De acordo com o Teorema Fundamental da Aritmética, todo número natural, exceto o 1, pode ser escrito como um produto de números primos, sendo esta fatoração única.

Todavia, quanto maior o número natural mais difícil se torna a fatoração. Com o avanço da Computação e da internet, percebeu-se a necessidade de obter números primos grandes com o objetivo de utilizá-los em fatorações.

Com o objetivo de estimular os pesquisadores, a *EFF (Electronic Frontier Foundation)* oferece prêmios para as pessoas que resolvem grandes problemas científicos, como, por exemplo, o problema de busca de grandes números primos. Um prêmio de 50 mil dólares foi dado em 2000 quando o número primo de 1 milhão de dígitos foi obtido. Depois, um prêmio de 100 mil dólares foi dado em 2009, quando o

número primo de 10 milhões de dígitos foi encontrado. A próxima premiação é de 150 mil dólares e este valor será oferecido para o indivíduo que obter o número primo de 100 milhões de dígitos.

Em 1996, o Gimps – Great Internet Mersenne Prime Search, em português Grande Busca na Internet por Primos de Mersenne foi fundado. Este grupo busca números primos utilizando a fórmula Matemática de Mersenne a partir de um software. O voluntário que deseja ajudar na busca desses números necessita apenas de um bom computador para instalar o software.

#### **Influência e Consequências:**

Os números primos são importantes na área computacional, pois o produto desses pode ser utilizado em algoritmos de segurança. Um exemplo é a criptografia que usa esse produto para garantir a segurança de dados em transações financeiras, para proteção de senhas, para proteção de informações e também em trocas de mensagens via Whatsapp. Dessa forma, percebe-se a importância de se buscar números primos grandes, pois quanto maior esses números, mais complexa se torna a criptografia.

O mais novo e maior número primo foi descoberto pelo americano Jonathan Pace em dezembro de 2017. Este novo número foi apelidado de M74207271 e possui mais de 23 milhões de dígitos. Jonathan Pace obteve esse número utilizando o software do Gimps.

### **3.4. Os prêmios da XPrize Foundation**

#### **Descrição:**

A *XPrize Foundation* (XPRIZE FOUNDATION, 2018) propõe competições, com prêmios em dinheiro, que visam a utilização de tecnologias computacionais, com o objetivo de solucionar problemas encontrados na sociedade.

O objetivo principal das competições é solucionar problemas existentes em nossa sociedade como, por exemplo, o problema da educação e o problema da violência em países subdesenvolvidos, e, além disso, elucidar problemas relacionados ao meio ambiente e a sustentabilidade, visto os desafios sobre a falta de água e a emissão de gás carbônico.

A *XPrize Foundation* tem oito competições ativas, apresentadas a seguir.

#### **Competição: área da educação infantil**

#### **Descrição:**

Competição com o objetivo de capacitar crianças a terem controle do seu próprio aprendizado.

Neste momento, o desafio tem cinco equipes finalistas. Essas equipes têm como objetivo desenvolver softwares livres que permitam que crianças de países subdesenvolvidos aprendam o básico de leitura, escrita e de aritmética.

**Prêmio:**

O prêmio para a equipe vencedora é de 10 milhões de dólares.

**Competição: área da educação de adultos**

**Descrição:**

Competição global que desafia pessoas a desenvolverem aplicativos para dispositivos que podem contribuir para a melhora de aprendizado de adultos. Oito equipes estão concorrendo.

**Prêmio:**

O prêmio para a equipe vencedora é de 7 milhões de dólares.

Competição: área da crise hídrica

**Descrição:**

Competição que tem como preocupação a crise hídrica mundial. Os cinco times finalistas devem desenvolver tecnologias que utilizam o ar rarefeito para coletar água fresca.

**Prêmio:**

O prêmio desse desafio é de 1,75 milhões de dólares.

**Competição: área de segurança da mulher**

**Descrição:**

Competição que desafia pessoas a utilizarem tecnologias que contribuam e que garantam a segurança das mulheres, visto que, de acordo com o site da *XPrize*, uma em cada três mulheres sofrem violência física ou sexual durante a sua vida. Neste momento, o desafio tem vinte equipes semifinalistas.

**Prêmio:**

O prêmio para a equipe vencedora é de 1 milhão de dólares.

**Competição: área de exploração do oceano**

**Descrição:**

Competição que visa à criação de soluções para a exploração do oceano, com o objetivo de mapear o fundo deste e descobrir novos recursos que tragam benefício para a sociedade. Neste momento da competição, nove times estão concorrendo.

**Prêmio:**

O prêmio para a equipe vencedora é de 7 milhões de dólares.

**Competição: área da sustentabilidade**

**Descrição:**

Competição com foco na sustentabilidade cujo objetivo é desenvolver tecnologias que visam transformar a emissão de gás carbônico em, por exemplo, combustíveis alternativos. Dez equipes estão concorrendo.

**Prêmio:**

O prêmio para a equipe vencedora é de 20 milhões de dólares.

**Competição: área da inteligência artificial**

### **Descrição:**

Competição que sugere a utilização da inteligência artificial para gerar soluções inovadoras que resolvam desafios da sociedade.

### **Prêmio:**

O prêmio para a equipe vencedora é prêmio de 5 milhões de dólares

Competição: área de desenvolvimento de avatares

### **Descrição:**

Competição criada em 2018 tem como objetivo o desenvolvimento de avatares capazes de interagir com ambientes físicos e pessoas em até 100 quilômetros de distância. Este novo desafio durará até 2021 e está na fase de inscrição de equipes.

### **Prêmio:**

Os prêmios são de até 10 milhões de dólares.

## **4 | CONTEÚDO MATEMÁTICO DAS DISCIPLINAS E OS PROBLEMAS EM ABERTO**

Correlacionamos, na Tabela 3, os conteúdos e as principais disciplinas matemáticas de cursos de Computação e Informática onde os Problemas em Aberto podem ser apresentados de forma contextualizada e pertinente:

<b>DISCIPLINA</b>	<b>PROBLEMA EM ABERTO</b>	<b>CONTEÚDO</b>
<b>Matemática Discreta</b>	Problema do Milênio: P versus NP (Caixeiro Viajante)	Análise Combinatória
		Teoria dos Grafos
		Relações e Funções
	Prêmio da <i>EFF</i> : O Maior Número Primo	Números Primos, Fatoração e Criptografia
	Prêmios da <i>XPrize Foundation</i>	Lógica
<b>Cálculo</b>	A Hipótese de Riemann	Funções
		Séries e Convergência
		Raízes de Equações
	Problema do Milênio: P versus NP (Caixeiro Viajante)	Funções exponenciais
	Comparação Assintótica de funções	
<b>Análise de Algoritmos</b>	Problema do Milênio: P versus NP (Caixeiro Viajante)	Complexidade de Algoritmos (caminho mínimo)
		Complexidade Exponencial e Complexidade Polinomial
	Prêmio da <i>EFF</i> : O Maior Número Primo	Complexidade de Algoritmos (fatoração)

Tabela 3: Correlação entre conteúdos e disciplinas matemáticas dos cursos de Computação e Informática onde os Problemas em Aberto podem ser contextualizados

## 5 | CONCLUSÃO

Neste trabalho, apresentamos os principais problemas em aberto na Matemática e na Computação, com o objetivo de propor novas estratégias de motivação no ensino e estudo da Matemática nos cursos superiores de Computação e Informática. Para isso, descrevemos de forma simplificada e didática os problemas: *P versus NP*, a *Hipótese de Riemann*, o prêmio da *Electronic Frontier Foundation (EFF)* para encontrar o maior número primo e os prêmios da *XPrize Foundation* para solucionar problemas da sociedade. Para cada problema, indicamos o prêmio e a relevância de sua resolução. Além disso, correlacionamos os conteúdos das disciplinas matemáticas dos cursos superiores de Computação e Informática, com os Problemas em Aberto estudados, permitindo uma abordagem de ensino com o uso desses problemas como exemplo.

A maior motivação para buscar compreender os Problemas em Aberto, além dos prêmios de valores monetários bastante significativos, está no grande impacto que eles têm nas questões da atualidade, especialmente a criptografia e codificação de dados. A resolução do problema do Milênio *P versus NP* com resposta afirmativa  $P=NP$ , por exemplo, terá consequências negativas para o processo de criptografia atual, exigindo uma nova estratégia para codificação de dados, que atualmente está baseada na dificuldade de fatorar números grandes. Por outro lado, esta mesma resposta permitirá o avanço em outras áreas de conhecimento como na logística ou na biologia.

Além do problema *P versus NP*, a busca pelo maior número primo também é muito importante para a criptografia, conseqüentemente, para a segurança da internet.

Entender a influência das questões e problemas em aberto atuais, como os salientados pela *Xprize Foundation*, poderá nos fornecer uma perspectiva que contribua para o desenvolvimento de novas tecnologias adequadas ao futuro.

Esperamos, assim, que os estudantes, conhecendo todas as questões da atualidade, entendam a necessidade do estudo da Matemática e de sua importância nas questões da Computação.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, R. O Privilégio da Servidão: o novo proletariado de serviços na era digital. São Paulo: Boitempo, 2018.

DEVLIN, K. Os Problemas do Milênio - sete grandes enigmas matemáticos do nosso tempo. Rio de Janeiro: Record, 2004.

EFF COOPERATIVE COMPUTING AWARDS. Disponível em: <<https://www.eff.org/awards/coop>>. Acesso em: 17 nov. 2018

MATHOVERFLOW. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://MATHOVERFLOW.NET/](https://mathoverflow.net/)>. ACESSO EM: 17 NOV. 2018

MILLENNIUM PROBLEMS. DISPONÍVEL EM: <[HTTPS://WWW.CLAYMATH.ORG/MILLENNIUM-PROBLEMS](https://www.claymath.org/millennium-problems)>. ACESSO EM: 17 NOV. 2018



XPRIZE FOUNDATION. Disponível em: <<https://www.xprize.org/>>. Acesso em: 17 nov. 2018.

## UM ALGORITMO PARA ENCONTRAR UM POLITOPO MAXIMAL DE VÉRTICES EM $Z^n$ INSCRITO EM UMA HIPERESFERA EM $R^n$

**Yuri Tavares dos Passos**

CETEC – UFRB

Cruz das Almas – BA – Brazil

**Eleazar Gerardo Madriz Lozada**

CETEC – UFRB

Cruz das Almas – BA – Brazil

**RESUMO:** Neste trabalho apresentamos um algoritmo para construir um poliedro de vértices em  $Z^n$ , inscrito em uma hiperesfera em  $R^n$  tal que entre a hiperesfera e o poliedro não existam elementos de  $Z^n$

**PALAVRAS-CHAVE:** hiperesfera n-dimensional, poliedro inteiro, algoritmo.

**ABSTRACT:** In this work we present an algorithm to construct a polyhedron inscribed in a hypersphere in  $R^n$  with vertices in  $Z^n$  such that between the hypersphere and the polyhedron there are no points in  $Z^n$

**KEYWORDS:** n-dimensional hypersphere, integer polyhedron, algorithm.

### 1 | INTRODUÇÃO

Em matemática, um problema de Programação Linear Inteira (PLI) é um modelo de Programação Linear (PL) no qual algumas

ou todas as variáveis assumem valores inteiros positivos. Mesmo que pareça “um problema fácil de resolver”, em geral, é um problema NP-difícil. De modo similar ao PL, o PLI tem associado um conjunto de soluções factíveis. Assim, pelo fato de ser um conjunto discreto, as definições e resultados da teoria de poliedros usados para caracterizar o conjunto de soluções factíveis de um PL podem ser usadas para estudar o conjunto de soluções factíveis associado a um PLI, quando é considerado o poliedro gerado pelo fecho convexo (ROCKAFELLAR, 1997) do conjunto de soluções factíveis associada ao PLI. Em geral, um poliedro pode ser decomposto como a soma de um politopo e um cone convexo. Se o poliedro é um conjunto limitado, temos um politopo e é possível obtê-lo a partir das combinações convexas de um subconjunto finito de elementos do poliedro (SCHRIJVER, 1986).

Um fato interessante de ressaltar é que se consideramos um conjunto finito de pontos de coordenadas inteiras no espaço euclidiano n-dimensional, o fecho convexo deste conjunto é um politopo. Além disso, pelo fato de ser um conjunto compacto, existe uma família infinita de hiperesferas que contem o conjunto em questão. A partir deste fato, nos fazemos a seguinte pergunta: será que dessas infinitas

hiperesferas existiria pelo menos uma que verifique que entre o polítopo e a hiperesfera não existam pontos de coordenadas inteiras? Observe que para qualquer hiperesfera de raio maior que um, é imediato que existe um subconjunto finito de pontos com coordenadas inteiras que responda a nossa pergunta, isto é, que entre o fecho convexo e a hiperesfera não tem pontos de coordenadas inteiras.

Esta observação motiva nosso trabalho. Assim, nosso objetivo é apresentar um algoritmo que para uma hiperesfera dada construa o polítopo interior a hiperesfera de tal maneira que entre o polítopo e a hiperesfera não existam pontos de coordenadas inteiras. De fato, no interior da hiperesfera de centro na origem e raio  $\|g\|$ , para um  $g \in \mathbb{Z}^n$  onde  $\|\cdot\|$  denota a norma euclidiana em  $\mathbb{R}^n$ , existe uma quantidade finita de subconjuntos de  $\mathbb{Z}^n$ . Se considerarmos o fecho convexo de cada um destes subconjuntos, teremos a família de polítopos que estão inscritos na hiperesfera e algum deles deve satisfazer a condição de que entre o polítopo e a hiperesfera não existam pontos de coordenadas inteiras.

Em outras palavras, o objetivo central deste trabalho é descobrir qual destes polítopos verifica que a interseção entre o interior do conjunto  $C_g = \{x \in \mathbb{R}^n; \|x\| \leq \|g\|\}$  e o complemento do polítopo não tem elementos em  $\mathbb{Z}^n$ . Para o caso com  $n = 2$ , uma ferramenta usando GeoGebra foi apresentada por Maltez e Lozada (MALTEZ; LOZADA, 2015) e (MALTEZ, 2016). O presente trabalho foi publicado anteriormente em (LOZADA et al, 2017).

## 2 | O PROBLEMA DO POLÍTOPO MAXIMAL INSCRITO NUMA HIPERESFERA (PMIH)

Seja  $g \in \mathbb{Z}^n$  e  $C_g = \{x \in \mathbb{R}^n; \|x\| \leq \|g\|\}$  onde  $\|\cdot\|$  denota a norma euclidiana em  $\mathbb{R}^n$ . Para um subconjunto  $V$  não vazio e finito de  $\mathbb{Z}^n$   $FC(V)$  denota o fecho convexo de  $V$ . Para  $V \subset C_g \cap \mathbb{Z}^n$  consideremos a função  $f: P(C_g \cap \mathbb{Z}^n) \rightarrow \mathbb{N}$  definida como a quantidade de elementos que estão em  $C_g$ , não estão em  $FC(V)$ , e estão em  $\mathbb{Z}^n$ , isto é,

$$f(V) = |(C_g - FC(V)) \cap \mathbb{Z}^n| \quad (1)$$

onde “-” denota a diferença entre conjuntos,  $|\cdot|$  a cardinalidade de um conjunto e  $P(\cdot)$  o conjunto de partes.

Neste trabalho estudamos o seguinte problema de otimização combinatória:

$$\begin{aligned} & \min f(V) \\ \text{sujeito a: } & V \in P(C_g \cap \mathbb{Z}^n) \end{aligned} \quad (2)$$

De fato, para todo  $g \in \mathbb{Z}^n$  o conjunto  $C_g \cap \mathbb{Z}^n$  é não vazio e finito. A restrição garante que o fecho convexo da solução ótima do problema é maximal no tocante a que entre a hiperesfera e o complemento do fecho convexo não há elementos em  $\mathbb{Z}^n$ . Por isto

o chamaremos de problema de Poliedro Maximal Inscrito numa Hiperesfera (PMIH).

Agora, denotemos  $B(g, n)$  o bloco  $[-\|g\|, \|g\|]^n$  onde  $\lfloor \cdot \rfloor$  denota a parte inteira inferior. Como  $C_g \cap \mathbb{Z}^n \subset B(g, n) \cap \mathbb{Z}^n$ , a cardinalidade de  $C_g \cap \mathbb{Z}^n$  é menor ou igual que  $(2\|g\| + 1)^n$ , assim, temos  $|C_g \cap \mathbb{Z}^n| \leq (2\|g\| + 1)^n$ . Por outro lado, seja  $H = \partial B(g, n) \cap C_g$ , onde  $\partial B(g, n)$  é a fronteira de  $B(g, n)$ . Como  $FC(H) \cap \mathbb{Z}^n \subset C_g \cap \mathbb{Z}^n$ , temos que

$$|FC(H) \cap \mathbb{Z}^n| \leq |C_g \cap \mathbb{Z}^n| \leq (2\|g\| + 1)^n. \quad (3)$$

Assim, temos que  $2^{|FC(H) \cap \mathbb{Z}^n|} \leq 2^{|C_g \cap \mathbb{Z}^n|} \leq 2^{(2\|g\| + 1)^n}$ . A partir desta desigualdade, podemos afirmar que o problema do PMIH pode ser resolvido no pior caso usando força bruta em  $O(2^{(2\|g\| + 1)^n})$ . A motivação central deste trabalho é obter o fecho convexo dos pontos em  $\mathbb{Z}^n$  que satisfazem a restrição em (2) por meio de um algoritmo de ordem de tempo de execução menor que  $O(2^{(2\|g\| + 1)^n})$ .

### 3 | ALGORITMO

As entradas do Algoritmo 1 são  $n \in \mathbb{N}^*$ , a dimensão onde está a hiperesfera, e  $g \in \mathbb{Z}^n$  um ponto que define o raio  $r = \|g\| > 0$  da hiperesfera. A saída do Algoritmo 1 é um conjunto dos pontos em  $\mathbb{Z}^n$  mais próximos da hiperesfera que define  $C_g$ .

Cada um destes pontos será implementado por uma tupla, cuja dimensão cresce à medida que novas dimensões forem inseridas. Inicialmente, cada tupla tem dimensão 1 e será representada por  $(k)$ , onde  $k \in \mathbb{Z}$ . A dimensão de uma tupla pode ser incrementada da seguinte forma. Seja  $l$  uma tupla de dimensão  $n - 1$  tal que  $l = (i_1, i_2, \dots, i_{n-1})$ . Acrescenta-se uma coordenada em  $l$ , simbolizada no Algoritmo 1, por  $(l, k)$ , para um valor qualquer  $k \in \mathbb{Z}$ . Uma tupla, portanto, pode ser implementada com uma lista encadeada. No Algoritmo 1, a saída está implementada como uma deque de tuplas.

Dado  $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_{n-1}) \in \mathbb{Z}^{n-1}$ , o *resíduo de norma inteiro* é o maior inteiro  $s$  tal que  $\|(\mathbf{x}, s)\| = \|(x_1, \dots, x_{n-1}, s)\| \leq r$ . Em outras palavras, o resíduo de norma inteiro define o maior valor inteiro que se permite inserir na tupla  $\mathbf{x}$  sem aumentar a norma de  $(\mathbf{x}, s)$  além do valor  $r$ . Para a norma euclidiana, o resíduo de norma inteiro é dado por  $s = \pm \lfloor \sqrt{r^2 - \|\mathbf{x}\|^2} \rfloor$ . A ideia de resíduo de norma inteiro pode ser definida usando qualquer norma e assim o Algoritmo 1 pode ser adaptado para bolas n-dimensionais definidas com outra norma, basta mudar a equação do resíduo de norma inteiro na linha 15 do Algoritmo 1.

#### 3.1 Corretude

O Algoritmo 1 inicialmente verifica o caso trivial, isto é, quando  $n = 1$ , e executa apenas as linhas 3 e 4, pois a iteração da linha 10 a 29 não é executada neste caso. Para o laço externo nas linhas 10 a 29, tem-se o seguinte invariante de laço (CORMEN et al., 2009):

$$(2 \leq i < n \Rightarrow R = \{(\mathbf{x}, k) \in \mathbb{Z}^{i-1} : \|\mathbf{x}, k\| \leq r \wedge k \in \{-s, -s+1, \dots, s-1, s\} \wedge s \text{ é resíduo de norma inteiro de } \mathbf{x}\}) \wedge (i \geq n \Rightarrow R = \{\mathbf{x} \in \mathbb{Z}^n : r-1 < \|\mathbf{x}\| \leq r\}).$$

Este invariante se mantém nas três fases do laço. Na **inicialização**, após a atribuição  $i \leftarrow 2$ , devido a execução prévia das linhas 6 a 8, tem-se que

$$R = \{(\mathbf{x}, k) \in \mathbb{Z} : \|\mathbf{x}, k\| \leq r \wedge k \in \{-s, -s+1, \dots, s-1, s\}\}.$$

Na **manutenção**, o laço das linhas 12 a 28 adiciona uma coordenada a mais em cada elemento de  $R$ . Cada elemento de  $R$  com dimensão  $i-1$  será removido (linha 13) para serem adicionados novos elementos em  $R$  com dimensão  $i$ . O resíduo de norma inteiro para este elemento removido é calculado na linha 15. Os valores a serem adicionados na tupla dependem do valor de  $i$ , testado na condição da linha 16. Se  $i \neq n$ , as linhas de 24 a 26 são executadas e, portanto, após a linha 28,

$$R = \{(\mathbf{x}, k) \in \mathbb{Z}^i : \|\mathbf{x}, k\| \leq r \wedge k \in \{-s, -s+1, \dots, s-1, s\}\}.$$

Se  $i = n$ , as linhas 16 a 22 são executadas e tem-se

$$R = \{\mathbf{x} \in \mathbb{Z}^n : r-1 < \|\mathbf{x}\| \leq r\}.$$

Quando  $i$  é incrementado na linha 29, o invariante se mantém.

No **término**, tem-se que  $i = n+1$ . O invariante é verdadeiro devido ao segundo condicional. Assim, implica-se que  $R = \{\mathbf{x} \in \mathbb{Z}^n : r-1 < \|\mathbf{x}\| \leq r\}$ .

**Algoritmo 1:** Lista os pontos inteiros internos a uma esfera  $n$ -dimensional mais próximos da sua superfície.

```

Entrada:  $n \in \mathbb{N}^*, g \in \mathbb{Z}^n$ 
Saída:  $R = \{\mathbf{x} \in \mathbb{Z}^n : r-1 < \|\mathbf{x}\| \leq r\}$ 
1 Inicialize uma deque  $R$  vazia;
2 se  $n = 1$  então
3     Adicione a  $R$  a tupla  $(-|r|)$ ;
4     Adicione a  $R$  a tupla  $(|r|)$ ;
5 senão
6     para  $k \leftarrow |r|$  até  $|r|$  faça
7         Adicione a  $R$  a tupla  $(\mathbf{k})$ ;
8     fim
9 fim
10 para  $i \leftarrow 2$  até  $n$  faça
11     Atribua a  $R$  o tamanho atual de  $R$ ;
12     para  $j \leftarrow 1$  até  $R$  faça
13         Atribua a  $l$  a tupla no topo de  $R$  e desempilhe-a de  $R$ ;
14          $l \leftarrow \|l\|$ ;
15          $s \leftarrow \lfloor \sqrt{l^2 - r^2} \rfloor$ ;
16     se  $n = i$  então

```

17	<b>se</b> $s \neq 0$ <b>então</b>
18	Adicione no final da deque $R$ a tupla $(l, -s)$ ;
19	Adicione no final da deque $R$ a tupla $(l, s)$ ;
20	<b>senão</b>
21	Adicione no final da deque $R$ a tupla $(l, s)$ ;
22	<b>fim</b>
23	<b>senão</b>
24	<b>para</b> $k \leftarrow s$ <b>até</b> $s$ <b>faça</b>
25	Adicione no final da deque $R$ a tupla $(l, k)$ ;
26	<b>fim</b>
27	<b>fim</b>
28	<b>fim</b>
29	<b>fim</b>

### 3.2 Complexidade de Tempo E Espaço

Quando  $n = 1$ , o algoritmo executa em tempo constante as adições de apenas dois elementos na deque. Para  $n > 1$ , a complexidade do algoritmo quanto a adições de elementos em  $R$  é dada por:

$$\underbrace{2\lfloor r \rfloor + 1}_{\text{linhas 6 a 8}} + \underbrace{E(j) |R_{n-1}|}_{\text{linhas 16 a 22}} + \underbrace{\sum_{i=2}^{n-1} \sum_{j=1}^{|R_i|} (2\lfloor \sqrt{r^2 - \|I_j\|^2} \rfloor + 1)}_{\text{linhas 24 a 26}} \quad (4)$$

com  $R_i$  representando a deque de dimensão  $i$ ,  $I_j$  denotando a tupla  $j$  existente na deque  $R_i$  e  $E(j) = 1$  se para  $\|I_j\|, s = 0$  na linha 15 e  $E(j) = 2$ , caso contrário. Os valores de  $\|I_j\|$  são limitados por  $r$  e o tamanho de cada  $R_i$  é limitado por  $(2\lfloor r \rfloor + 1)^i$ , devido à Equação 3. Assim, o algoritmo executa em tempo  $O(r^{n-1})$ .

Quanto a complexidade de espaço, note que a quantidade de adições a  $R$  é o mesmo que a quantidade de elementos armazenados nesse conjunto multiplicada pelo tamanho de cada tupla. Logo, incluindo as variáveis usadas nos laços  $(k, i, j, R_i, l, s)$  que permanece constante, a quantidade de espaço usada no algoritmo também é  $O(nr^{n-1})$ .

A solução do problema PMIH é obtida usando a saída do Algoritmo 1 como entrada do algoritmo proposto em (CHAZELLE, 1993) para retornar o fecho convexo destes pontos. Este algoritmo roda em tempo  $O(r^{n-1} \log r^{n-1} + r^{(n-1)\lfloor n/2 \rfloor})$ .



## REFERÊNCIAS

CHAZELLE, B. An optimal convex hull algorithm in any fixed dimension. **Discrete & Computational Geometry**, v. 10, p. 377–409, 1993.

CORMEN, T. H. et al. **Introduction to Algorithms**. 3rd. ed. Massachusetts: The MIT Press, 2009.

LOZADA, E. G. M. et al. PMIH: Poliedro Maximal de Vértices em  $Z_n$  Inscrito em uma Hiperesfera em  $R^n$ . In: **Anais do XXXVII congresso da sociedade brasileira de computação**. São Paulo – SP: Sociedade Brasileira de Computação, 2017.

MALTEZ, T. R. R. **Polígono Inscrito em uma Circunferência sem pontos  $Z_2$  entre a Circunferência e o Polígono**. 2016. Monografia (Bacharel em Ciências Exatas e Tecnológicas), UFRB (Universidade Federal do Recôncavo da Bahia), Cruz das Almas, Brasil.

MALTEZ, T. R. R.; LOZADA, E. G. M. Uma ferramenta dinâmica de geogebra para o estudo de polígonos não regulares inscritos em uma circunferência. In: **III Reconcitec**. Cruz das Almas – BA: UFRB, 2015.

MOTZKIN, T. et al. The double description method. In: KUHN, H. W.; TUCKER, A. W. (Ed.). **Contributions to the Theory of Games II**. Princeton: Princeton University Press, 1953.

ROCKAFELLAR, R. **Convex Analysis**. Princeton: Princeton University Press, 1997. (Princeton landmarks in mathematics and physics).

SCHRIJVER, A. **Theory of Linear and Integer Programming**. New York, NY, USA: John Wiley and Sons, Inc., 1986. ISBN 0-471-90854-1.

## UMA ABORDAGEM PARA ORQUESTRAÇÃO DO CONHECIMENTO COMO SUPORTE AO PLANEJAMENTO CURRICULAR EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**Anderson Felinto Barbosa**

Universidade Federal de Campina Grande  
(UFCG)

Campina Grande – Paraíba

**Ulrich Schiel**

Universidade Federal de Campina Grande  
(UFCG)

Campina Grande – Paraíba

**RESUMO.** Este artigo apresenta uma abordagem para Orquestração do Conhecimento Curricular em Ciência da Computação baseado nas matérias (Categorias de Conhecimento) do Currículo Referência para a Ciência da Computação e em estruturas curriculares de cursos de graduação. Para isso, de forma semiautomática, as disciplinas das estruturas curriculares são categorizadas em uma das Categorias de Conhecimento, com isso é possível mensurar a representatividade de cada Categoria e identificar as possíveis relações de dependências entre elas. Um estudo de caso foi realizado com 457 disciplinas, possibilitando identificar, no contexto dos 7 cursos de bacharelado em Ciência da Computação utilizados, a representatividade das Categorias de Conhecimento e, além disso, as relações de dependência entre elas.

**ABSTRACT.** This paper presents an approach for Orchestration of Curricular Knowledge

in Computer Science based on the subjects (Knowledge Categories) of the Reference Curriculum for Computer Science and curricular structures of undergraduate courses. For this, semiautomatically, the disciplines of the structures are categorized in one of the Categories of Knowledge, with this it is possible to measure the representativeness of each Category and to identify the possible relations of dependencies between them. A case study was carried out with 457 subjects, making it possible to identify, in the context of the 7 bachelor's courses in Computer Science, the representativeness of the Knowledge Categories and, in addition, the dependency relations between them.

### 1 | INTRODUÇÃO

Na literatura, o termo Design Instrucional (DI) está associado ao processo de planejamento de um conjunto de métodos, técnicas e atividades que serão entregues aos alunos durante o processo de aprendizagem (FILATRO, 2008). Com diferentes níveis de granularidade (Macro, Meso e Micro), o Design Instrucional pode ser utilizado em diferentes contextos inerentes ao processo de planejamento educacional (BARBOSA et al.,

2015).

O Design Instrucional na granularidade Meso, por exemplo, pode ser utilizado para estruturar cursos e, conseqüentemente, definir qual será o conjunto de disciplinas necessárias para a formação do perfil do aluno esperado pelas instituições de ensino, além dos objetivos que devem ser alcançados pelas disciplinas, seus conteúdos e as relações de dependências (pré-requisitos) entre elas.

Para algumas áreas de conhecimento são criados documentos para auxiliar o processo de definição das disciplinas, conteúdos e objetivos educacionais. Com isso, o processo de DI que utiliza esses documentos está alinhado aos parâmetros estabelecidos por comitês, sociedades e/ou outras entidades responsáveis ou que colaboram para a educação. No Brasil, a Ciência da Computação (CC) é uma área que possui um conjunto de documentos com esta finalidade, seja no contexto nacional, por meio dos documentos criados pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC), ou internacional, criados pela *Association for Computing Machinery* (ACM).

O documento das recomendações curriculares para a Ciência da Computação descreve de forma clara e detalhada o conjunto de conteúdos necessários para a formação dos alunos. No contexto internacional, o *Computer Science Curricula 2013 - CS2013* (JOINT TASK FORCE ON COMPUTING CURRICULA E SOCIETY, 2013) destaca os conteúdos organizados em três diferentes granularidades, os objetivos e relações entre os conteúdos. No Brasil, a SBC disponibiliza o Currículo Referência para cursos de Ciência da Computação e Engenharia da Computação - CR05 (SBC, 2005) contendo um conjunto de matérias que podem ser abordados nos cursos de graduação do país. Contudo, as relações entre os diferentes conteúdos (matérias) não são destacadas, deixando tal definição a critério das Instituições de Ensino Superior (IES).

Diante disso, neste artigo, é apresentada uma abordagem para Orquestração do Conhecimento Curricular em Ciência da Computação com base no CR05 e em estruturas curriculares de cursos de bacharelado em CC. Para isso, de forma semiautomática e *bottom-up*, as disciplinas dos cursos de graduação das IES são categorizadas em uma das 57 Categorias de Conhecimento (matérias do CR05) utilizando-se de técnicas de categorização textual estatística com Redes Bayesianas, possibilitando a mensuração do Grau de Ocorrência da Categoria (*GOc*) e o Grau de Dependência entre Categorias (*GDep*), ambos variando entre 0 e 1.

Um estudo de caso foi realizado com finalidade de validar a abordagem proposta. Inicialmente, foi criado um conjunto de treinamento contendo os conteúdos descritos no CR05, nas diretrizes do Enade 2014 (INEP, 2014) e nas estruturas curriculares de 8 IES brasileiras de diversas regiões e com diferentes conceitos, juntamente com a Categoria de Conhecimento correspondente. Após isso, outras 7 estruturas curriculares, totalizando 457 disciplinas, foram submetidas à abordagem para identificação da categoria correspondente e aplicação das métricas *GOc* e *GDep*.

Os resultados mostraram que das 57 Categorias possíveis, 34 apresentaram

*GOc* com representatividade entre 0.5 e 1.0; 20 apresentaram valor maior que 0.1 e menor que 0.5; e 3 não pontuaram nesse quesito. Quando analisado o *GDep*, verificou-se a existência de algumas relações entre diferentes Categorias de Conhecimento, principalmente naquelas que possuem conteúdos abordados em disciplinas a partir do 2º período dos cursos analisados. Logo, com base nos resultados e identificação de ambas as métricas, é possível afirmar que a abordagem possibilita a Orquestração do Conhecimento Curricular em Ciência da Computação.

O restante do artigo está organizado da seguinte forma: na seção 2, são apresentados os conceitos fundamentais para este trabalho; na seção 3, é descrita a abordagem proposta; na seção 4, são apresentados e discutidos os resultados; e, na seção 5, estão as considerações finais.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Inicialmente, o termo Orquestração pode remeter-se a uma orquestra musical na qual os integrantes precisam se combinar ou arranjar para alcançar um objetivo. Por sua vez, este termo já é utilizado em pesquisas aplicadas à educação, principalmente nas que objetivam orquestrar as atividades em Ambientes de Aprendizagem Online (OLIVEIRA et al., 2017) ou processos didáticos (DA SILVA E CAVALCANTE, 2016). Porém, neste trabalho, a Orquestração será empregada com a finalidade de organizar o Conhecimento Curricular, ou seja, como o conhecimento deverá entregue ao aluno durante a sua formação.

Diversas pesquisas objetivam modelar o Conhecimento Curricular que deve ser entregue aos alunos durante o processo de aprendizagem. Tal modelagem, comumente, é realizada em diferentes níveis de granularidade, a fim de maximizar seu uso em diferentes aplicações. Conforme descrito na seção anterior, algumas áreas de conhecimento apresentam documentos bem fundamentados que descrevem o conhecimento necessário para cada área. A organização do Conhecimento Curricular para a área da Ciência da Computação, pode ser auxiliada por um conjunto de documentos que descrevem o conhecimento necessário para a formação do aluno. O CS2013 (*JOINT TASK FORCE ON COMPUTING CURRICULA E SOCIETY*, 2013) descreve o conhecimento curricular da CC organizado em um Corpo de Conhecimento (do inglês *Body of Knowledge*) composto por: Áreas de Conhecimento, Unidades de Conhecimento e Tópicos. O CR05 (SBC, 2005), outro documento, descreve o conhecimento da CC organizada hierarquicamente em: 6 núcleos, 58 matérias, e um conjunto de tópicos associados às matérias.

#### 4. Fundamentos da Computação (F)

- F1. Análise de Algoritmos
- F2. Algoritmos e Estrutura de Dados
- F3. Arquitetura e Organização de Computadores
- F4. Circuitos Digitais
- F5. Fundamentos de Sistemas
- F6. Linguagens de Programação
- F7. Linguagens Formais, Autômatos e Computabilidade
- F8. Organização de Arquivos e dados
- F9. Sistemas Operacionais
- F10. Teoria dos Grafos

#### F1. Análise de Algoritmos

Medidas de Complexidade, Análise Assintótica de Limites de Complexidade, Técnicas de Prova de Cotas Inferiores. Notação "Big O", "Little o", "Omega" e "Theta". Medidas Empíricas de Performance. O Uso de Relações de Recorrência para Análise de Algoritmos Recursivos. Análise de Algoritmos Iterativos e Recursivos.

Figura 1. Fragmento do Currículo Referência da SBC

Na Figura 1, é apresentada a modelagem em diferentes granularidades, no qual o núcleo **Fundamentos da Computação** é composto por 10 Matérias. No exemplo, a matéria **F1 - Análise de Algoritmos** é detalhada em uma série de **tópicos** que podem auxiliar o processo de planejamento curricular das disciplinas de cursos de graduação ou pesquisas que objetivam identificar dependências entre diferentes níveis do conhecimento, conforme a pesquisa de (MARSHALL, 2014), que estruturou o conhecimento do CS2013 utilizando grafos e utilizou a estrutura criada para comparar os currículos de cursos em CC.

### 3 | ABORDAGEM PARA ORQUESTRAÇÃO DO CONHECIMENTO CURRICULAR

A abordagem proposta decorre do fato de que o CR05 não apresenta relações de pré-requisitos entre os diferentes conhecimentos. Porém, tais relações podem ser úteis para o processo de planejamento curricular dos cursos de graduação e/ou estruturação da CC em sistemas automatizados, uma vez que, comumente, os conhecimentos não estão isolados em cursos.

Diante disso, é proposta uma abordagem *bottom-up* para orquestrar o Conhecimento Curricular em Ciência da Computação a partir das Categoria de Conhecimento, denominada neste trabalho para referenciar as Matérias do CR05, e das relações de dependência existente entre as disciplinas dos cursos de graduação (BARBOSA, 2016), conforme a Figura 2.

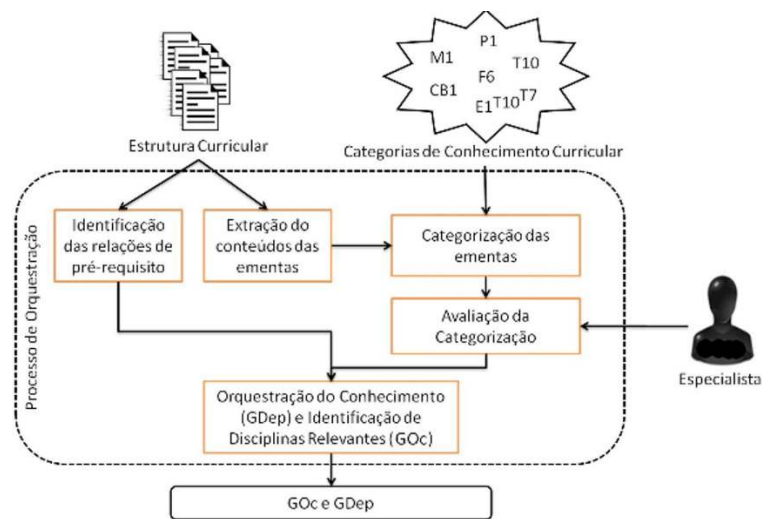


Figura 2. Arquitetura da Abordagem de Orquestração do Conhecimento

Partindo do pressuposto de que os cursos de bacharelado em CC do país baseiam-se na estruturação do conhecimento descrita no CR05, acredita-se que será possível mapear as disciplinas das IES para uma das 57 Categorias de Conhecimento. A partir disso, para cada curso analisado, deve ser realizada uma análise das diferentes Categorias identificadas para cada disciplina mapeada, e a Categoria da disciplina de pré-requisito da mesma, quando existir. Consequentemente, essa análise identificará a(s) relação(ões) de dependência(s) entre diferentes Categorias.

Como as Matérias do CR05 apresentam Conteúdos que podem ser estruturadas em mais de uma disciplina dos cursos de graduação, também foi proposto um processo de sumarização das Categorias, com a finalidade de agrupar as categorias semelhantes. Com isso, é mensurado o Grau de Ocorrência das Categorias (*GOc*) e do Grau de Dependência entre Categorias (*GDep*), fundamentais para a Orquestração. As subseções a seguir descrevem os principais conceitos e técnicas empregadas na abordagem.

### 3.1 Categorias de Conhecimento

As Categorias de Conhecimento  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_{57}\}$  utilizadas na abordagem correspondem às Matérias do CR05 (Figura 3). Das 58 possíveis, a Categoria P8 - Estágio foi desconsiderada por não apresentar Tópicos que pudessem ser detalhados em disciplinas dos cursos de graduação.

Outro documento utilizado na abordagem é a estrutura curricular dos cursos de graduação em CC das IES. Comumente, essas estruturas descrevem o conjunto de disciplinas do curso  $D = \{d_1, d_2, \dots, d_{n-1}, d_n\}$ , as ementas, conteúdos, relações de pré-requisitos  $d_i \in D$ .



### 3.2 Categorização de Textos

O processo de Categorização de Textos (CT) ou Classificação de Textos foi utilizado com a finalidade de classificar as disciplinas das estruturas curriculares  $d_i \in D$  em apenas uma das Categoria de Conhecimento  $c_i \in C$ . Para isso, foi utilizado o método de Categorização de Textos estatístico baseado em Redes Bayesianas (FELDMAN E SANGER, 2007; WITTEN E FRANK, 2005) e a ferramenta WEKA.

<b>Matemática (M)</b>	<b>Tecnologia da Computação (T)</b>	<b>Contexto Social e Profissional (P)</b>
M1. Álgebra Linear	T1. Análise de Desempenho	P1. Administração
M2. Análise Combinatória	T2. Bancos de Dados	P2. Computadores e Sociedade
M3. Cálculo Diferencial e Integral	T3. Circuitos Integrados	P3. Comunicação e Expressão
M4. Equações Diferenciais	T4. Compiladores	P4. Contabilidade e Custos
M5. Geometria Analítica	T5. Computação Gráfica	P5. Direito e Legislação
M6. Lógica Matemática	T6. Automação e Controle	P6. Economia
M7. Matemática Discreta	T7. Engenharia de Software	P7. Empreendedorismo
M8. Probabilidade e Estatística	T8. Inteligência Artificial	P9. Filosofia
M9. Variáveis Complexas	T9. Interação Humano- Computador	P10. Informática na Educação
<b>Ciências Básicas (CB)</b>	T10. Matemática Computacional	P11. Inglês
CB1. Física	T11. Métodos Formais	P12. Métodos Quantitativos Aplicados à Administração de Empresas
<b>Eletrônica (E)</b>	T12. Modelagem e Simulação	P13. Sociologia
E1. Circuitos Eletrônicos	T13. Processamento Digital de Sinais	P14. Psicologia
<b>Fundamentos da Computação (F)</b>	T14. Processamento de Imagens	
F1. Análise de Algoritmos	T15. Programação Paralela	
F2. Algoritmos e Estrutura de Dados	T16. Redes de Computadores	
F3. Arquitetura e Organização de Computadores	T17. Segurança e Auditoria de Sistemas	
F4. Circuitos Digitais	T18. Sistemas Digitais	
F5. Fundamentos de Sistemas	T19. Sistemas Distribuídos	
F6. Linguagens de Programação	T20. Sistemas Embarcados	
F7. Linguagens Formais, Autômatos e Computabilidade	T21. Sistemas Multimídia	
F8. Organização de Arquivos e dados	T22. Tolerância a Falhas	
F9. Sistemas Operacionais	T23. Telecomunicações	
F10. Teoria dos Grafos		

Figura 3. Categorias de Conhecimento

A CT utiliza os conteúdos/tópicos descritos nas ementas das disciplinas para classificá-la automaticamente em uma Categoria do Conhecimento  $D \times C$ . Para isso, deve ser criado um conjunto de treinamento contendo o máximo de dados textuais possíveis para cada Categoria. A abordagem propõe a criação do conjunto a partir dos dados apresentados no Corpo do Conhecimento do CR05, dos conteúdos descritos nas diretrizes do Enade, e das ementas de disciplinas dos cursos de graduação que apresentaram nota máxima no exame do Enade. Devido à utilização do software de Mineração de Dados WEKA, optou-se por criar um único arquivo com extensão *.arff* contendo os dados extraídos de todos os documentos. O arquivo criado não possui um tamanho máximo, porém, o layout do arquivo (Figura 4) e composto por um atributo do tipo string que deve conter conteúdos abordados na Categoria (atributo @document ementa) e outro para o rótulo da Categoria de Conhecimento (atributo @disc sbc) que deve ser marcado manualmente.

Outro documento utilizado na abordagem é a estrutura curricular dos cursos de graduação em CC das IES. Comumente, essas estruturas descrevem o conjunto de disciplinas do curso  $D = \{d_1, d_2, \dots, d_{n-1}, d_n\}$ , as ementas, conteúdos, relações de pré-requisitos  $d_i \in D$ .

### 3.3 Categorização de Textos

O processo de Categorização de Textos (CT) ou Classificação de Textos foi utilizado com a finalidade de classificar as disciplinas das estruturas curriculares em apenas uma das Categoria de Conhecimento . Para isso, foi utilizado o método de Categorização de Textos estatístico baseado em Redes Bayesianas (FELDMAN E SANGER, 2007; WITTEN E FRANK, 2005) e a ferramenta WEKA.

A CT utiliza os conteúdos/tópicos descritos nas ementas das disciplinas para classificá-la automaticamente em uma Categoria do Conhecimento . Para isso, deve ser criado um conjunto de treinamento contendo o máximo de dados textuais possíveis para cada Categoria. A abordagem propõe a criação do conjunto a partir dos dados apresentados no Corpo do Conhecimento do CR05, dos conteúdos descritos nas diretrizes do Enade, e das ementas de disciplinas dos cursos de graduação que apresentaram nota máxima no exame do Enade. Devido à utilização do software de Mineração de Dados WEKA, optou-se por criar um único arquivo com extensão `.arff` contendo os dados extraídos de todos os documentos. O arquivo criado não possui um tamanho máximo, porém, o layout do arquivo (Figura 4) e composto por um atributo do tipo string que deve os conter conteúdos abordados na Categoria (atributo `@document` ementa) e outro para o rótulo da Categoria de Conhecimento (atributo `@disc_sbc`) que deve ser marcado manualmente.

Após a criação do conjunto treinamento, devem ser criados os documentos que serão categorizados. Cada disciplina das Estruturas Curriculares dos cursos teve seu conteúdo organizado em um arquivo no formato `.arff` com layout semelhante ao apresentado na Figura 4, porém, neste caso, o atributo `@disc_sbc` deve conter uma “?” (interrogação), pois o mesmo será submetido ao processo de CT que irá mensurar o valor desse atributo, ou seja, a Categoria de Conhecimento. Devido ao uso da técnica de Redes Bayesianas, o resultado da CT indicará a distribuição de probabilidade da disciplina (termos dos conteúdos) pertencer às Categorias de Conhecimento  $D \times C$  variando entre 0 (zero) e 1 (um).

```
1 @relation Modelo_ARFF
2
3 @attribute document_ementa string
4 @attribute disc_sbc{algebraLinear, analiseComb,
5
6 @data
7
8 "limite e continuidade, derivada, integral inde:
9 "vetores no plano e no espaco; retas no plano e
10 "algebra booleana e portas logicas; simplificac:
11 "introducao e conceitos; logida da programacao;
12 "estruturas lineares e encadeadas: listas,matri:
13 "sistemas de equacoes lineares; espacos vetoria:
14 "componentes de computadores; numeros, artmetica:
15 "logica, tecnicas de demonstracao e validacao de
```

Figura 4. Formato do arquivo `.arff` utilizado na CT

Devido à natureza da técnica empregada, uma disciplina  $d_i \in D$  pode ter seu conteúdo categorizado em mais de um  $c_i \in C$ . Diante disso, todo o resultado da CT ( $D \times C$ ) deve ser submetido a um processo de validação que consiste em:

1. Se  $D \times C = 1 \rightarrow$  Aceitar a Categoria de Conhecimento resultante;
2. Se  $0 < D \times C < 1 \rightarrow$  Deve-se analisar o nome da disciplina e conteúdo com a finalidade de:
  - a. Aceitar o resultado da CT;
  - b. Recusar o resultado e recategorizar manualmente em outra;
  - c. Recusar o resultado e recategorizar como categoria excedente, ou seja, não apresenta correspondente válido;
3. Se  $D \times C = 0 \rightarrow$  Não aceitar a Categoria de Conhecimento.

Devido a não padronização dos documentos utilizados, a extração dos textos utilizados no conjunto treinamento ou das disciplinas que serão categorizadas ocorreu de forma manual. Ressalta-se que, após a extração e criação dos arquivos .arff, estes passaram por uma etapa de pré-processamento com a finalidade de remover caracteres especiais, além da redução dos documentos com a criação de *tokens*, definição da frequência mínima dos termos e remoção das *stopwords* em português.

### 3.4 Orquestração do Conhecimento Curricular

O processo de Orquestração do Conhecimento consiste em um conjunto de ações com a finalidade de mensurar o Grau de Ocorrência das Categorias (*GOc*) e o Grau de Dependência entre Categorias (*GDep*) identificadas após o processo de categorização.

#### 3.4.1 Grau de Ocorrências das Categorias de Conhecimento (*GOc*)

O resultado da CT pode mostrar diversas disciplinas  $d_i \in D$  categorizadas em uma mesma  $c_i \in C$  ou apresentar Categorias que não foram abordadas em uma estrutura curricular  $D$ , o que resulta em uma representação variável das Categorias de Conhecimento nas estruturas curriculares. Diante disso e objetivando identificar a relevância de determinada  $c_i \in C$  nas diferentes estruturas de cursos  $D = \{D_1, D_2, \dots, D_n\}$  utilizadas na abordagem, é proposto o Grau de Ocorrência das Categorias (*GOc*).

$$GOc(c_i) = \frac{\sum_{k=1}^n (goc(k, c_i))}{n} \quad (1)$$

O cálculo do *GOc* (Equação 1) baseia-se na representatividade booleana da Categoria de Conhecimento na estrutura analisada. Portanto, quando houver representatividade da Categoria na estrutura do curso, o valor será 1 (um), caso contrário, o valor será 0 (zero). Após o processamento de todas as estruturas, é calculada para cada  $c_i \in C$  a média aritmética da quantidade de Categorias identificadas. Para isso, utiliza-se a quantidade  $n$  de estruturas curriculares analisadas e a função  $goc(k, c_i)$

que verifica o valor de cada  $c_i \in C$  representada na estrutura analisada. Devido à natureza da fórmula, o resultado será um  $0 < GOc < 1$ .

### 3.4.2 Grau de Dependências entre Categorias (GDep)

As relações de dependências entre as Categorias de Conhecimento são identificadas a partir da análise das relações dos pré-requisitos entre as disciplinas submetidas ao processo de CT. Devido à natureza da categorização, vários registros  $d_i \in D$  podem ser categorizados em uma única categoria  $c_i \in C$ . Logo, poderão existir registros  $d_i \in D$  que apresentem relações de pré-requisito com disciplinas categorizadas na mesma Categoria de Conhecimento. Para esta situação, foi criado um algoritmo para sintetizar e identificar os relacionamentos entre as Categorias identificadas na coleção de documentos, considerando as seguintes situações:

1. Se a disciplina categorizada apresentar relação de pré-requisito com outra disciplina de mesma categoria. Então, a relação entre as categorias será anulada (Figura 5).

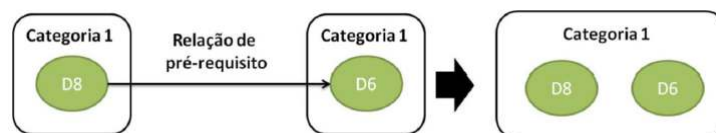


Figura 5. Exemplo de Dependência Nula

2. Se a disciplina apresenta como pré-requisito uma disciplina de Categoria diferente a dela. Então, existirá uma relação correspondente entre as duas Categorias (Figura 6).



Figura 6. Exemplo de Dependência Válida

3. Se houver mais de um pré-requisito para  $d_j$ , categorizada em  $c_j$ . Então, a dependência de  $c_j$  será a união de todas as Categorias de Conhecimento identificadas por meio das relações de dependência válida, conforme é apresentado na Figura 7.

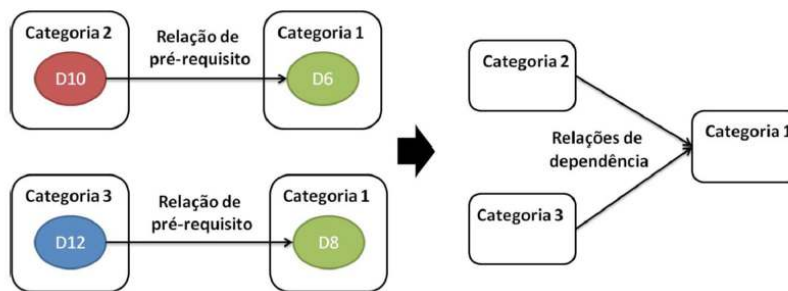


Figura 7. Agrupamento de dependências válidas de categorias diferentes

Após o processo de sintetização e identificação das relações de dependências válidas, é calculado o Grau de Dependência entre Categorias (*GDep*) com a finalidade de quantificar a intensidade da relação de dependência entre diferentes Categorias do Conhecimento.

Inicialmente, para cada estrutura *D* analisada, cria-se uma matriz  $N_{57 \times 57}$  em que  $N_{i,j}$  apresenta valor 0 ou 1, indicando, respectivamente, a ausência ou presença da relação de dependência entre as Categorias representadas pela linha e coluna da matriz.

As matrizes individuais *N* são utilizadas no cálculo do *GDep* das Categorias de Conhecimento. Representado por uma matriz quadrada  $N_{57 \times 57}$  e com estrutura semelhante à matriz *N*, o resultado do *GDep* mostra o elemento  $M_{i,j}$ , com *i* e *j* variando até 57, apresentando valor  $0 \leq GDep(i, j) \leq 1$ . Este valor é calculado na média aritmética da função  $gd(k, N_{i,j})$  que retorna o grau de relevância do elemento  $N_{i,j}$ , ou seja, o grau do relacionamento entre as categorias  $C_i$  e  $C_j$ , da *k*-ésima estrutura analisada, conforme a Equação 2.

$$GDep(i, j) = \frac{\sum_{k=1}^n (gd(k, N_{i,j}))}{n} \quad (2)$$

Ressalta-se que o uso de ambas as métricas foram necessárias, pois, se fosse considerada apenas uma delas, haveria perda de informações que poderiam ser úteis para comunidade. Por exemplo, se apenas o *GOc* fosse mensurado, não seria possível a identificação e mensuração das relações entre as Categorias do Conhecimento. Por outro lado, se apenas o *GDep* fosse mensurado, seriam perdidas informações sobre a relevância das Categorias de Conhecimento nas estruturas da curriculares, pois, provavelmente algumas não seriam identificadas por não se relacionar com outras.

#### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme descrito na Seção 3, a abordagem proposta mescla atividades manuais



e automatizadas baseadas em um conjunto de documentos, ferramentas e análises. De forma geral, a condução do estudo de caso baseou-se na seleção das estruturas curriculares; na execução do processo de orquestração; e na verificação do uso das métricas identificadas no processo de planejamento e avaliação das estruturas curriculares.

Diante disso, a seleção de estruturas curriculares utilizadas na criação do conjunto de treinamento e no processo de CT para a Orquestração baseou-se no conceito Enade 2014 dos cursos de graduação das IES. As estruturas selecionadas para o processo de Orquestração basearam-se na ordem decrescente das IES que obtiveram nota do conhecimento específico (CE) do Enade 2014 superior a 50,0 pontos e que apresentavam suas estruturas curriculares disponíveis na web (Tabela 1). Para o conjunto treinamento, foram selecionadas 8 IES de diferentes regiões do país que apresentaram CE superior a 50,0 pontos e suas estruturas disponíveis na web (Tabela 2). Tal escolha deu-se por achar necessário abordar não apenas IES com nota máxima, além de diversificar o padrão de escrita dos documentos.

Identificador do Curso	Nota Bruta - CE	Conceito ENADE
Curso 1	61,4	5
Curso 2	60,2	5
Curso 3	60,0	5
Curso 4	55,8	5
Curso 5	59,9	5
Curso 6	55,5	4
Curso 7	58,2	5

Tabela 1. Distribuição conceito ENADE dos cursos utilizados na Orquestração do Conhecimento

Identificador do Curso	Região	Conceito ENADE
Curso 1	Sul	5
Curso 2	Sudeste	5
Curso 3	Norte	5
Curso 4	Nordeste	4
Curso 5	Centro-oeste	3
Curso 6	Sudeste	3
Curso 7	Nordeste	3
Curso 8	Norte	2

Tabela 2. Distribuição conceito ENADE dos cursos utilizados no conjunto treinamento

Após a seleção, as estruturas foram analisadas para a extração dos textos e criação dos arquivos .arff (Figura 4) do conjunto de treinamento. Todo esse processo ocorreu manualmente devido a não padronização dos documentos das diferentes IES, e os dados extraídos foram estruturados em um único arquivo com 519 registros rotulados com as diferentes Categorias de Conhecimento, com distribuição conforme a Figura 8. Por outro lado, os arquivos utilizados no processo de Orquestração foram organizados em sete arquivos .arff (um para cada estrutura de IES analisada), com



tamanhos variáveis, sem o rótulo da possível Categoria de Conhecimento, distribuídos conforme a Figura 9.

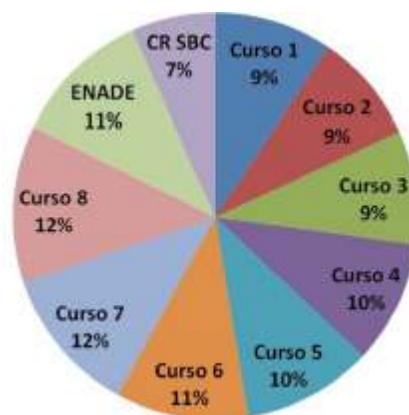


Figura 8. Distribuição dos documentos utilizados no conjunto treinamento

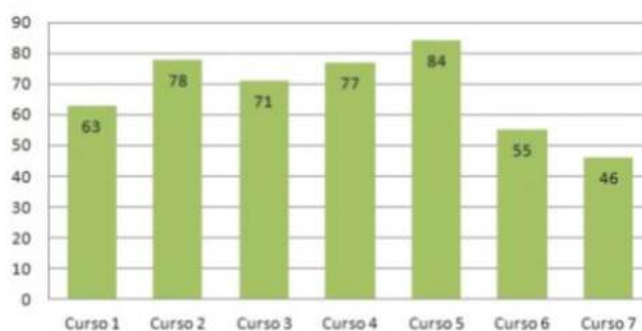


Figura 9. Distribuição da quantidade de disciplinas dos cursos utilizados no processo de orquestração

A distribuição das disciplinas por curso mostra 457 disciplinas que devem ser categorizadas em uma Categoria de Conhecimento. O uso da Mineração de Textos possibilitou a automatização desse processo. Na Tabela 3, é apresentado o resultado do processo de categorização indicando a quantidade de registros categorizados que foram aceitos ou que precisaram de recategorização (Tabela 4), conforme o algoritmo descrito na Seção 3.

Com as disciplinas das estruturas categorizadas, foram mensurados o *GOc* e o *GDep* das Categorias de Conhecimento fundamentais para a Orquestração do Conhecimento Curricular. Ambas as métricas devem considerar todas as 57 categorias propostas, porém, conforme destacado anteriormente, as estruturas podem não abordar algumas categorias. Nesse contexto, ressalta-se que, quão mais próximo de 1 (um) for o resultado do *GOc* e o *GDep*, respectivamente, isso indica que a Categoria apresenta um alto grau de representatividade nas estruturas analisadas, e que a relação dela com outras também se apresenta como representativa.

Curso	Quant. Disc.	Disc. Categ. em 1	Disc. submetidas à análise
1	63	47	16
2	71	55	16
3	78	42	36
4	77	48	29
5	84	45	39
6	55	39	16
7	46	32	14

Tabela 3. Resultado do Processo de Categorização

Curso	Quant. Disciplinas.	Disciplinas Aceitas	Disciplinas Recate- gorizadas	Disciplinas Excedentes
1	16	8	6	2
2	16	7	8	1
3	36	20	11	5
4	29	13	10	6
5	39	17	15	7
6	16	7	4	5
7	14	9	3	2

Tabela 4. Resultado da categorização dos registros que necessitaram de análises

Na Figura 10, é apresentado o resultado do Grau de Ocorrência da Categoria de Conhecimento do Núcleo Fundamentos da Computação. Nesse exemplo, é possível verificar diferentes GOC variando entre 0.5 e 1.0, destacando-se como representativa no estudo realizado, até os menos representativos que variam entre 0 e 0.49.

Das 57 Categorias de Conhecimento utilizadas na abordagem, o *GDep* identificou que apenas 45 apresentam relações de pré-requisitos com outras 32. Ressalta-se que uma Categoria de Conhecimento pode relacionar-se com outras 56 Categorias, pois uma autorrelação é considerada nula, conforme descrito no processo de sintetização (Figura 5).

Categoria de Conhecimento	Obrigatoria	Optativa	Geral	GOC obrigatório	GOC Optativa	GOC
F1. Análise de Algoritmos	5		5	0,71	0,00	0,71
F2. Algoritmos e Estrutura de Dados	6		6	0,86	0,00	0,86
F3. Arquitetura e Organização de Computadores	7		7	1,00	0,00	1,00
F4. Circuitos Digitais	6	1	7	0,86	0,14	1,00
F5. Fundamentos de Sistemas	1	3	4	0,14	0,43	0,57
F6. Linguagens de Programação	7		7	1,00	0,00	1,00
F7. Linguagens Formais, Autômatos e Computabilidade	7		7	1,00	0,00	1,00
F8. Organização de Arquivos e dados	1		1	0,14	0,00	0,14
F9. Sistemas Operacionais	7		7	1,00	0,00	1,00
F10. Teoria dos Grafos	5	1	6	0,71	0,14	0,86

Figura 10. GOC o Núcleo Fundamentos da Computação

O resultado do *GDep* é apresentado em uma Matriz com dimensão , na qual as linhas e colunas referem-se às Categorias de Conhecimento. Diante disso, optou-se por apresentar o resultado *DGep* de Categorias pertencentes ao mesmo Núcleo de

Conhecimento. Na Figura 11, é apresentado o *GDep* calculado entre as Categorias do núcleo de conhecimento Matemática, sendo possível identificar relações de pré-requisito entre as Categorias, tendo como mais representativa a relação entre *M3* – Cálculo Diferencial e Integral e *M8* – *Probabilidade e Estatística*, mensurada em 0.86, ou seja, essa mesma relação foi identificada em diferentes estruturas curriculares analisadas. Por outro lado, na Figura 12, apresenta-se uma relação *GDep* representativa que envolve os núcleos Fundamentos da Computação e Matemática, conforme é verificado na relação entre *F7* – *Linguagens Formais, Autômatos e Computabilidade* e *M7* - *Matemática Discreta*, mensurada em 0.57.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
M1. Álgebra Linear	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00
M2. Análise Combinatória	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M3. Cálculo Diferencial e Integral	0,14	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
M4. Equações Diferenciais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00
M5. Geometria Analítica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M6. Lógica Matemática	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00
M7. Matemática Discreta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00
M8. Probabilidade e Estatística	0,00	0,00	0,86	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00
M9. Variáveis Complexas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Figura 11. *GDep* entre categorias do Núcleo da Matemática

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
F1. Análise de Algoritmos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,14	0,14	0,00
F2. Algoritmos e Estrutura de Dados	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00
F3. Arquitetura e Organização de Computadores	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F4. Circuitos Digitais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F5. Fundamentos de Sistemas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F6. Linguagens de Programação	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00
F7. Linguagens Formais, Autômatos e Computabilidade	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	0,57	0,00	0,00
F8. Organização de Arquivos e dados	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F9. Sistemas Operacionais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00
F10. Teoria dos Grafos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00

Figura 12. *GDep* entre categorias dos Núcleos “Fundamentos da Computação” e “Matemática”

Os resultados apresentados com a mensuração do *GOc* e *GDep* comprovam que o conhecimento curricular em Ciência da Computação pode ser orquestrado a partir da abordagem proposta. Os resultados podem auxiliar o processo de planejamento curricular, uma vez que, dentre as Categorias de Conhecimento estabelecidas, foram identificadas aquelas que apresentam maior representatividade e, além disso, foram identificadas relações entre elas. Por fim, acredita-se que a orquestração do conhecimento também pode contribuir para pesquisas que necessitem de uma organização curricular com base nas matérias do CR05, como também em análises

que verifiquem a conformidade da estrutura curricular dos cursos com o CR05.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da mensuração das métricas *GOc* e *GDep*, alcançadas por meio da abordagem para Orquestração do Conhecimento proposta, foi constatado o que foi pressuposto no início do estudo: (i) as disciplinas das grades curriculares dos cursos de CC do país baseiam-se no conhecimento descrito no CR05, e (ii) é possível Orquestrar o Conhecimento Curricular com base nos pré-requisitos das disciplinas analisadas.

Com valores variando entre 0 e 1.0, para o Grau da Ocorrência da Categoria (*GOc*) e o Grau de Dependência entre Categorias (*GDep*), foi possível mensurar quão representativa é cada Categoria de Conhecimento, e como se dá a relação dela com as demais, observando o contexto de pré-requisito. Ressalta-se que, quando mensurada a representatividade das categorias, verificou-se que mais de 50%, das 57 Categorias possíveis, apresentaram-se com representatividade acima de 0.5. Por outro lado, no contexto do estudo realizado, constatou-se que, do mesmo total de Categoria possíveis, 47 delas se relacionaram com outras 32.

Os números destacados no parágrafo anterior e detalhados nos resultados mostram que, para o contexto analisado, a abordagem conseguiu responder aos questionamentos realizados e, além disso, agrega valor ao conhecimento descrito no CR05, uma vez que possibilitou a Orquestração do Conhecimento Curricular (na granularidade Matéria), podendo ser útil para o planejamento e avaliação da conformidade de um curso com o “padrão” identificado.

Contudo, ressalta-se que limitações de automatização do processo foram identificadas, porém, não inviabilizaram o objetivo final do trabalho. Ressalta-se ainda que o uso da abordagem não se restringe apenas em identificar um padrão que possa ser útil para sequenciar disciplinas de um curso de graduação em CC, ou avaliar a disposição das disciplinas no curso, mas, também, acredita-se que o resultado seja de grande valia para a comunidade que estuda o ensino em computação ou que necessita estruturar o conhecimento em outras área do conhecimento.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, A., NUNES, I., MENEZES, D., SCHIEL, U. (2015). O design instrucional e seu uso como arquitetura pedagógica: Uma análise das publicações em informática na educação no brasil. In **Anais dos Workshops do IV Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE)**. Maceió, Alagoas.

BARBOSA, A. F. **Uma abordagem para orquestração do conhecimento com suporte ao planejamento e avaliação curricular em ciência da computação**. 2016. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2016.

DA SILVA, P. A. CAVALCANTE, P. S. (2016). Orquestrando processos didáticos com design thinking. **In Anais dos Workshops do V Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE)**. Uberlândia, Minas Gerais.

FELDMAN, R. SANGER, J. (2007). **Text Mining Handbook: Advanced Approaches in Analyzing Unstructured Data**. Cambridge University Press, New York, NY, USA.

FILATRO, A. (2008). **Design Instrucional na Prática**. Pearson Education do Brasil, 1ª edição.

INEP (2014). **Portaria INEP nº 238**, de 02 de junho de 2014. Disponível em: [http://download.inep.gov.br/educa%C3%A7%C3%A3o\\_superior/enade/legislacao/2014/diretrizes\\_cursos\\_diplomas\\_bacharel/diretrizes\\_bacharel\\_computacao.pdf](http://download.inep.gov.br/educa%C3%A7%C3%A3o_superior/enade/legislacao/2014/diretrizes_cursos_diplomas_bacharel/diretrizes_bacharel_computacao.pdf). Acessado: 31 mar. 2018.

JOINT TASK FORCE ON COMPUTING CURRICULA, A. f. C. M. A. Society, I. C. (2013). **Computer Science Curricula 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science**. ACM, New York, NY, USA. 999133.

MARSHALL, L.. **A graph-based framework for comparing curricula**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação), 2014. 255f, University of Pretoria. Disponível em: <https://repository.up.ac.za/handle/2263/37060>. Acessado em 30 mar. 2018.

OLIVEIRA, I. V. P. D., GOMES, A. S., BRITO, J. A., FILHO, I. J. M. (2017). Learning orchestration in distributed learning environments scenarios. In 2017 **12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)**, pages 1–4.

SBC (2005). **Currículo de referência da SBC para cursos de graduação em bacharelado em ciência da computação e engenharia de computação**. Disponível em: <http://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/131-curriculos-dereferencia/760-curriculo-de-referencia-cc-ec-versao2005/>. Acessado: 31 mar. 2018.

WITTEN, I. H. FRANK, E. (2005). **Data mining: practical machine learning tools and techniques**. Elsevier, San Francisco, CA.

## UMA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UMA REDE DE SENSORES SEM FIOS EM RELAÇÃO AO POSICIONAMENTO DO NÓ SINK

### **César Alberto da Silva**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia  
Elétrica  
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)  
Belo Horizonte - MG

### **Melissa Bonfim Alcantud**

Instituto Federal de São Paulo (IFSP)  
Presidente Epitácio - SP

### **Andrea Padovan Jubileu**

Instituto Federal de São Paulo (IFSP)  
Presidente Epitácio - SP

### **Linyer Beatryz Ruiz Aylon**

Programa de Pós-Graduação em Ciências da  
Computação  
Universidade Estadual de Maringá (UEM)  
Maringá - PR

**RESUMO:** A pesquisa em relação ao uso de tecnologias de conexão sem fio em diversas áreas propulsou esse estudo referente à eficiência energética de Redes de Sensores sem Fio (RSSF), considerando a variação de quantidade de nós sensores, o tempo de coleta de dados desses nós e o posicionamento do nó sink. Para a realização desse estudo foi utilizado o simulador Castalia como instrumento de análise do comportamento de uma RSSF em um ambiente real, reduzindo custo e tempo.

**PALAVRAS-CHAVE:** protocolo de roteamento, castalia, simulação.

**ABSTRACT:** The research on the use of wireless technologies in several areas propelled this study regarding the energy efficiency of Wireless Sensor Networks (WSN), considering the variation of the number of sensor nodes, the time of data collection of these nodes and the positioning of the sink node. For this study, the Castalia simulator was used as an instrument to analyze the behavior of an WSN in a real environment, reducing cost and time.

**KEYWORDS:** routing protocol, castalia, simulation.

## 1 | INTRODUÇÃO

As Redes de Sensores Sem Fio (RSSFs) possuem uma ampla possibilidade de serem utilizadas em diferentes áreas, tais como agricultura, militar, ambiental, médica, entre outras. Podem ser implantadas para monitorar aspectos do mundo físico por meio dos nós sensores, que são pequenos computadores acoplados com sensores de temperatura, vibração e outros [Tanenbaum e Wetherrall 2011].

A quantidade de energia consumida pelos nós sensores são quesitos relevantes na implantação de uma aplicação, visto que a vida útil das RSSFs pode estar relacionada à



capacidade de hardware, armazenamento e recarga de energia [Ruiz et. al 2011] e [Stattner et. al 2012]. Para encontrar um modelo ideal de configuração, de acordo com aplicação desejada, faz-se o uso de ferramentas que realizam simulações de ambientes reais utilizando os dados coletados de uma RSSF. Uma vez realizada a simulação com os parâmetros adotados, esses simuladores geram um pacote de arquivos contendo dados que retratam todos os eventos que ocorreram ao longo da simulação na rede. Os dados coletados estão aptos a serem analisados estatisticamente, a fim de serem comparados para a escolha/definição da melhor configuração da rede. Entre as várias ferramentas de simulações, as mais conhecidas para redes de sensores sem fio são: Network Simulator 2 (NS-2), TraceGraph, MannaSim e Castalia. Neste trabalho foi utilizado o Castalia, um simulador de rede sem fios derivado do simulador OMNeT++.

Este trabalho compreende a simulação de uma RSSF variando a quantidade de nós sensores, o posicionamento do nó sink e o tempo de coleta de dados.

Os trabalhos relacionados ao estudo realizado são apresentados na Seção 2. A Seção 3 descreve as simulações e os resultados obtidos e, por fim, as conclusões são apresentadas na Seção 4.

## 2 | TRABALHOS RELACIONADOS

Existem diversos trabalhos na literatura que propõem vários protocolos para reduzir o consumo de energia em RSSF. Kumar [2014] apresenta um estudo com uso de protocolos baseados em cluster. O autor propõe dois protocolos para uso em RSSF heterogênea: Single-hop Energy-Efficient Clustering Protocol (S-EECP) e Multi-hop Energy-Efficient Clustering Protocol (M-EECP). A eleição dos clusters heads, em ambos os protocolos, é realizada por uma probabilidade baseada na relação entre a energia residual de cada nó e a energia média da rede. Dessa forma, os nós com maior quantidade de energia têm mais chances de serem eleitos. A diferença entre esses protocolos é simplesmente que o protocolo S-EECP é utilizado para comunicação single-hop e o protocolo M-EECP é usado para comunicação multi-hop. Dois experimentos foram realizados utilizando o simulador NS-2. No primeiro experimento foram definidos 100 nós sensores distribuídos uniformemente em uma área de 100 x 100 m<sup>2</sup>. No segundo experimento foram definidos 200 nós sensores distribuídos uniformemente em uma área de 200 x 200 m<sup>2</sup>. Os resultados dos experimentos foram comparados com os protocolos EECT (XIN et al., 2008) e EEHC (KUMAR et al., 2009). Os protocolos S-EECP e M-EECP foram superiores em relação ao tempo de vida da rede e mantiveram o consumo de energia balanceado entre os clusters heads.

Diversas outras abordagens são utilizadas na implementação de um protocolo de roteamento. Mondal et al. (2016) utilizam fuzzy logic para eleição do cluster head, Gupta et al. (2016) utilizam a técnica Honey Bee Optimization para selecionar o próximo nó na transmissão dos dados e Bhatti e Kaur (2017) propõem um algoritmo

de roteamento com sink móvel baseado em grid virtual.

O estudo em questão, apresentado neste artigo, diferencia-se dos encontrados na literatura por fazer uma análise do consumo de energia da rede em relação à quantidade de nós sensores, posicionamento do nó sink e do tempo de coleta dos nós sensores.

### 3 | SIMULAÇÃO E RESULTADOS

Para realizar as simulações do presente estudo foi utilizado o simulador Castalia. No caso, os nós sensores têm como finalidade medir a temperatura e umidade de uma área com quatro hectares (40.000 metros quadrados), o que corresponde a uma área de 200 metros de comprimento por 200 metros de largura. Na referida área, os nós sensores da rede são distribuídos em forma de grid, ou seja, de maneira regular sobre a área monitorada, e com mesma capacidade de hardware.

Foram simulados quatro cenários com mobilidade estacionária e com quantidade de nós de 25, 36, 49 e 81. Para cada cenário foram definidos dois tempos de sensoriamento para os nós sensores: 10 e 30 segundos. Em ambos os casos, o posicionamento do nó responsável em centralizar o recebimento de dados (nó sink) foi avaliado no centro e em um canto da área, sendo que as simulações para cada cenário foram repetidas 33 vezes. As Tabelas 1 e 2 apresentam os resultados das simulações em relação ao tempo de coleta de 10 e 30 segundos, respectivamente.

	Qtd.de nós	Nó <i>sink</i>	Pacotes Recebidos (nó <i>sink</i> )	Pacotes Enviados	Perda de Pacotes Enviados	Energia Consumida (Joules)	Energia Consumida / Pacotes recebidos
conf_6x6	36	centro	50,377	541,379	296,285	18,018	0,357
conf_6x6	36	canto	26,083	438,883	195,816	17,605	0,674
conf_7x7	49	centro	64,146	699,404	420,871	19,117	0,298
conf_7x7	49	canto	35,488	736,022	460,252	19,179	0,540
conf_8x8	81	centro	72,253	773,474	480,615	19,929	0,276
conf_8x8	81	canto	45,922	921,17	629,839	20,28	0,442

Tabela 1: Dados das redes simuladas com envio de um pacote a cada 10 segundos.

	Qtd.de nós	Nó <i>sink</i>	Pacotes Recebidos (nó <i>sink</i> )	Pacotes Enviados	Perda de Pacotes Enviados	Energia Consumida (Joules)	Energia Consumida / Pacotes recebidos
conf_6x6	36	centro	19,729	361,089	105,002	17,538	0,888
conf_6x6	36	canto	10,752	327,96	75,707	17,318	1,610
conf_7x7	49	centro	25,869	439,683	153,764	18,315	0,708
conf_7x7	49	canto	13,766	452,039	169,211	18,369	1,334
conf_8x8	81	centro	30,193	480,153	184,732	18,868	0,625
conf_8x8	81	canto	19,512	541,179	246,541	19,015	0,975

Tabela 2: Dados das redes simuladas com envio de um pacote a cada 30 segundos.

Pode-se observar que, mesmo variando a quantidade de nós e o tempo de coleta, o posicionamento do nó sink no centro obteve melhor resultado, em todos os cenários, em relação à energia consumida pela quantidade de pacotes recebidos.

## 4 | CONCLUSÕES

Após as várias simulações com diferentes configurações de redes, chegou-se à conclusão que a localização do nó sink está diretamente relacionada ao consumo de energia em uma RSSF.

A localização do nó sink deve visar à diminuição da distância máxima entre ele e os outros nós sensores da rede, minimizando o problema de encaminhamento de dados por nós sensores intermediários para os nós sensores que não possuem capacidade de comunicação direta com o nó sink.

A quantidade de nós sensores da rede também está diretamente relacionada ao consumo de energia, pois um número maior de nós sensores causa aumento de dados trafegando pela rede, inclusive de dados de controle para descoberta de novas rotas.

## REFERÊNCIAS

Bhatti, R. e Kaur, G. **Virtual Grid based energy efficient mobile sink routing algorithm for WSN**, In: 2017 11th International Conference on Intelligent Systems and Control (ISCO), Coimbatore, 2017. p. 30-33.

Gupta, A., Thakur, A., Saini, H. S., Kumar, R. e Kumar, N. **H-IECBR: HBO based-Improved Energy Efficient Chain Based Routing protocol in WSN**, In: 2016 IEEE 1st International Conference on Power Electronics, Intelligent Control and Energy Systems (ICPEICES), Delhi, 2016. p. 1-4.

Kumar, D. **Performance analysis of energy efficient clustering protocols for maximising lifetime of wireless sensor networks**, in IET Wireless Sensor Systems, vol. 4, no. 1, March, 2014. p. 9-16.

Kumar, D., Aseri, T.C., e Patel, R.B. **EEHC: energy efficient heterogeneous clustered scheme for wireless sensor networks**, In: Elsevier Comput. Commun, 32, (4), 2009. p. 662–667.

Mondal, S., Dutta, P., Ghosh, S. e Biswas, U. **Energy efficient rough fuzzy set based clustering and cluster head selection for WSN**, In: 2016 2nd International Conference on Next Generation Computing Technologies (NGCT), Dehradun, India, 2016. p. 439-444.

Pantazis, N.A., Nikolidakis, S.A. e Vergados, D.D. **Energy-Efficient Routing Protocols in Wireless Sensor Networks: A Survey**, In: IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 15, no. 2, 2013. p. 551-591.

Ruiz, L.B., Loureiro, A.A.F., Silva, F.A., Silva, T.R.M.B., Pozza, R.S., Costa, J.C.C., Gonçalves, P.C. e Silva, C.A. **Engenharia de computação invisível**. In: DE SOUZA, A. F.; MEIRA JR., W. (Org.), Atualizações em Informática 2011, capítulo 8. PUC-Rio. 2011.

Stattner, E., Vidot, N., Hunel, P. e Collard, M. **Wireless sensor network for habitat monitoring: A counting heuristic**. In: 2012 IEEE 37th Conference on Local Computer Networks Workshops (LCN Workshops), 2012. p. 753–760.

Tanenbaum, A.S. e Wetherall, D. **Redes de computadores**. Tradução: Daniel Vieira. 5ª ed. São Paulo: Person. 2011.

Xin, G., Yong, X. W. e Fang, L. **An energy-efficient clustering technique for wireless sensor networks**. Proc. Int. Conf. IEEE Networking, Architecture, and Storage, 2008. p. 248–252.

## **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 978-85-7247-157-2

