

Santa Helena, Paraná

V Semana Tecnológica Acadêmica de Ciência da Computação da UTFPR, câmpus Santa Helena

27, 28 e 29 de agosto de 2018.

ANAIIS

<http://sh.utfpr.edu.br/setac/anais2018.pdf>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Santa Helena

Reitor
Luiz Alberto Pilatti

Vice-reitora
Vanessa Ishikawa Rasoto

Diretor do Câmpus
Carlos Alberto Mucelin

Diretor de Graduação e Educação Profissional
Adelmo Lowe Pletsch

Coordenadora do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação
Arlete Teresinha Beuren

Coordenadora da V Semana Tecnológica Acadêmica do Curso de Bacharelado em
Ciência da Computação
Suzan Kelly Borges Piovesan

Comissão Científica
Alessandro Samuel Rosa
Anderson Brilhador
Arlete Teresinha Beuren
Cláudio José Biazus
Davi Marcondes Rocha
Euclides Peres Farias Júnior
Evandro Alves Nakajima
Franck Carlos Velez Benito
Patrícia de Souza Pires
Tatiane Tambarussi

Revisão
Vera Vasilévski
Patrícia de Souza Pires

Organização e edição
Vera Vasilévski

UTFPR, câmpus Santa Helena
Prolongamento da Rua Cerejeira, s.n.
85892-000, Bairro São Luiz, Santa Helena/PR - Brasil
Telefone geral +55 (45) 3268-8800
Coordenação de Ciência da Computação (COCIC)
cocic-sh@utfpr.edu.br



S471s Semana Tecnológica Acadêmica de Ciência da Computação da UTFPR, Campus

Santa Helena (4.: 2017 : Santa Helena, PR)

Anais ... / Suzan Kelly Borges Piovesan e Vera Vasilévski (orgs.) [recurso Eletrônico]. -- Santa Helena: UTFPR, 2018.

85 p. il. 30 cm

Endereço eletrônico : <http://sh.utfpr.edu.br/setac/anais2018.pdf>

1. Informática na educação. 2. Computação gráfica. 3. Estatística. 4. Robótica. 5. Software. I. Título. II. Piovesan, Suzan Kelly Borges, org. III. Vasilévski, Vera ,org. IV. Universidade Tecnológica Federal

CDD 22.ed. 004.063

Bibliotecária Cleide Bezerra CRB 9^a/770
Biblioteca da UTFPR – Câmpus Santa Helena

O conteúdo dos trabalhos acadêmicos publicados nestes anais é de responsabilidade dos autores.

Apresentação

Com imensa e grata satisfação, apresentamos os Anais da V Semana Tecnológica Acadêmica do Curso de Ciência da Computação (SeTAC²). Nesta edição, os anais reúnem ao todo seis trabalhos completos, que foram expostos em apresentação oral, com abertura para questões por parte da plateia, e duas resenhas acadêmicas. A importância deste trabalho dá-se pela possibilidade de fomentar a produção e argumentação científicas, oportunizando aos alunos participar ativamente da vida acadêmica, seja produzindo, apresentando e publicando artigos ou assistindo às apresentações e acessando este material para leitura e consulta. Isso motiva uma ampliação de seu conhecimento e de sua experiência, promovida pela SeTAC².

Estes anais são fruto de esforço de muitas mãos. Dentre elas, destacam-se: o Centro Acadêmico de Ciência da Computação (CACiC), que, mais uma vez, cheio de entusiasmo, simpatia e força de vontade, auxiliou e abrillantou o evento, fazendo da SeTAC² também um momento de integração para os acadêmicos; o corpo docente do curso de Ciência da Computação, que auxiliou em todas as etapas desde o planejamento do evento, orientação e revisão de artigos para estes anais e realização da semana acadêmica.

Os trabalhos apresentados nestes anais foram produzidos por graduandos e professores do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da UTFPR, câmpus Santa Helena. Os temas abordados encaixam-se nas seguintes áreas: Sistemas de software; Controle e Automação, Sistemas Embarcados e Robótica; Visão Computacional, Processamento de Imagens e Reconhecimento de Padrões; e Inteligência e Matemática Computacional, que representam linhas de pesquisa do curso. Nesta edição, mais uma vez, para nosso orgulho e incentivo, todas essas áreas estão representadas.

Sendo assim, com grande satisfação, a coordenação da V SeTAC² partilha esta terceira edição dos anais com toda a comunidade. Os trabalhos aqui publicados impulsionam o crescimento da pesquisa e do pensamento tecnológico dentro de nosso curso, e reafirma nosso compromisso com a tecnologia e com a ciência na busca de soluções, já na graduação, para um mundo mais sustentável, melhor e mais ágil.

Profa. Suzan Kelly Borges Piovesan
Coordenadora da V SeTAC²

Sumário

ARTIGOS

Análise estatística da qualidade de sinal de dispositivos móveis.....	6
Rute Cristina Bach	
Sula Fernandes	
Vitor Alex Alves de Marchi	
QRmesse: Automatização de eventos comunitários	15
Márcio José Araújo	
Giuvane Conti	
Aplicativos Educacionais com Inteligência Artificial	35
Lenon Silva Assali	
Suzan Kelly Borges Piovesan	
Uma alternativa à programação imperativa: Ocaml.....	46
Rafael Campos Nunes	
Giuvane Conti	
Aplicação de plataforma IoT para sistemas de automação.....	54
Jonathan Galdino da Silva	
Itamar Iliuk	
Prototipação de uma plataforma <i>online</i> para metodologias de ensino inovadoras	65
Guilherme. V. Castagnaro Correia	
Felipe. T. Guimarães	
Nilton S. Lopes Filho	
Giani Carla Ito	

RESENHAS

Ciência da Computação e a Interdisciplinaridade	76
Wagner Leandro Sotto Destro	
Vera Vasilévski	
Uso de drones e preparação de imagens para tarefas de classificação de imagens	81
Jecé Xavier Pereira Neto	
Thiago França Naves	

Análise estatística da qualidade de sinal de dispositivos móveis

Statistical analysis of mobile devices signal quality

Rute Cristina Bach¹, Sula Fernandes², Vitor Alex Alves de Marchi³

Ciência da Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-SH)

bachr@alunos.utfpr.edu.br¹, fernandess.2015@alunos.utfpr.edu.br², vmarchi@utfpr.edu.br³

RESUMO

O objetivo deste trabalho é medir a intensidade de sinal de duas operadoras de telefonia móvel para verificar sua qualidade na área urbana do município de Santa Helena/PR. Os dados referentes à intensidade de sinal foram obtidos através de um aplicativo para smartphone, e medidos em diferentes pontos do município. Os dados foram submetidos ao teste estatístico t de Student mostram que para a Operadora X, a qualidade do sinal encontra-se entre boa e excelente já, para a Operadora Y, a qualidade do sinal encontra-se entre regular e ruim.

Palavras-chave: telefonia móvel; intensidade de sinal; área urbana.

ABSTRACT

The goal of this work is to measure the signal strength of two mobile operators to verify the signal quality in the urban area of the city of Santa Helena, State of Paraná. Signal strength data is obtained through a smartphone application, measured at different points in the city. The results obtained, according to the statistical calculations performed (Student's T-Test), show that the signal quality of operator X is between good and excellent, and that the signal quality of operator Y is between regular and poor.

Keywords: mobile telephony; signal strength; urban area.

Referência:

BACH, R. C.; FERNANDES, S.; MARCHI, V. A. A. Análise estatística da qualidade de sinal de dispositivos móveis. In: SEMANA TECNOLÓGICA ACADÊMICA DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO DA UTFPR-SH, 5., 2018, Santa Helena, PR. *Anais...*, Santa Helena: UTFPR, 2018. p.6-14. Disponível em: <<http://sh.utfpr.edu.br/setac/Anais2018.pdf>>.

INTRODUÇÃO

Na sociedade atual, as pessoas estão a todo instante recorrendo a várias formas de comunicação. As redes de telefonia móvel possuem uma vasta área de telecomunicações projetada para a comunicação entre várias estações móveis.

Neste artigo, estuda-se a qualidade do sinal da telefonia móvel na área urbana da cidade de Santa Helena/PR. Mede-se a intensidade do sinal, em decibel-miliwatts (dBm), de duas operadoras de telefonia móvel, por meio de procedimentos estatísticos, mais especificamente, aplica-se o teste t de Student, para investigar se a qualidade de sinal dessas operadoras é considerada boa ou não, ou seja, verifica-se se o sinal alcança a área urbana da cidade, que é a área de cobertura dessas operadoras.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 REDE DE TELEFONIA MÓVEL

Uma rede de telefonia móvel ou telefonia celular é projetada para estabelecer comunicação entre duas unidades móveis, denominadas MS (Mobile Stations – estações móveis), ou entre uma unidade móvel e outra fixa, chamada unidade terrestre. Um provedor de serviços tem de ser capaz de localizar e rastrear uma unidade que faz chamada, alocar a chamada e transferir o canal de uma estação rádio base para outra, à medida que o usuário que faz a chamada deixa área de cobertura (FOROUZAN, 2008).

Na aplicação atual da telefonia celular, onde há um ponto de acesso (*access point*), os sistemas de acesso móvel utilizam o modelo *honey comb* (células), que representa uma pequena área atendida por uma estação base. Essa arquitetura permite a reutilização de frequências. Assim, a operadora utiliza de forma otimizada as frequências licenciadas a que tem direito, e os assinantes não experimentam qualquer problema de interferência, devido ao controle de potência (REDES ESTACIO, 2012).

O número de frequências de reutilização (NFR) é dado pela fórmula: $NFR = D^2/3R^2$, em que R é o raio da célula e D, a distância de reutilização. Observe que células pequenas permitem baixas potências nos terminais dos usuários. A transição do dispositivo terminal de uma célula para outra é um problema para os canais móveis, conhecido com *handoff*. Esse caso não existe em acessos fixos (REDES ESTACIO, 2012).

O tamanho de uma célula não é fixo. O raio de cobertura de uma célula é variante de 1km a 20km. Uma vez determinado, o tamanho da célula é otimizado para evitar interferência de sinais de células adjacentes. A potência de transmissão de cada célula é mantida baixa, de modo a evitar que seu sinal interfira nessas outras células (FOROUZAN, 2008).

Células vizinhas não devem usar o mesmo conjunto de frequências para comunicação, pois podem gerar interferência para os usuários localizados próximos às fronteiras das células. Portanto, um padrão de reutilização de frequências é usado, o qual é uma configuração de N células, em que cada célula usa um conjunto de frequências exclusivo. Quando o padrão é repetido, as frequências podem ser reutilizadas (FOROUZAN, 2008).

1.2 INTENSIDADE DO SINAL

A intensidade do sinal é medida em decibel-miliwatts (dBm). Essa é uma medida comumente utilizada na área de telecomunicações, para verificar a qualidade do sinal de transmissão. Usa-se dBm ou dBmW como uma unidade de medida para expressar a potência absoluta, mediante uma relação logarítmica. Define-se dBm como o nível de potência em decibéis em relação ao nível de referência de um 1mW (NOVA ELETRÔNICA, 2017). Tal medida pode ser expressa por meio da equação:

$$P \text{ dBm} = 10 \log_{10} \left(\frac{P}{1mW} \right),$$

onde P é a potência em *watts*.

Devido à falta de material teórico para referência, a única informação de medida mínima de dBm para comunicação encontrada foi -110, em Figueiras e Frattasi (2010). Foram feitas ligações para ambas as operadoras da cidade de Santa Helena, no intuito de obter uma tabela de referência para a qualidade do sinal, por meio das medidas em dBm, porém ambas se recusaram a fornecer tais valores, alegando que são dados sigilosos. Então, foram realizadas pesquisas em fóruns e páginas de Internet. Após várias consultas, inclusive a fóruns (HOWARDFORUMS, 2009) e blogues, reuniram-se relatos e informações, como a tabela citada em Thompson e Taylor (2008). A partir dela, montou-se uma tabela com critérios próprios, para esta pesquisa. Dessa forma, usa-se aqui Tabela 1, construída por estes autores, como base para comparar os resultados.

Tabela 1: Medidas em dBm para referência e interpretação da qualidade do sinal.

Faixa	Significado
-110 até -105	Ruim e sem comunicação
-99 até -90	Regular e com comunicação
-89 até -80	Baixa qualidade de comunicação
-79 até -65	Qualidade aceitável e estável
acima de -65	Qualidade excelente

Fonte: Construída a partir de Under-Linux (2006).

1.3 MÉTODO DE ANÁLISE

1.3.1 Teste de Hipótese

Muitas vezes, em problemas práticos, o objetivo principal do pesquisador não é a estimativa em si, mas sim fazer afirmações a respeito do parâmetro, isto é, do comportamento geral do objeto em estudo.

Nesse sentido, um teste de hipótese (ou teste estatístico) é um procedimento para determinar se a evidência que uma amostra fornece é suficiente para concluir se o parâmetro populacional está num intervalo específico (GRAYBILL, IVER e BURDICK, 1998). No teste de hipóteses, há a hipótese nula e a hipótese alternativa.

Segundo Barbetta (2010), a hipótese nula, denotada por H_0 , é uma afirmação sobre o valor do parâmetro (por exemplo, a média) e deve sempre conter a condição de igualdade. Nesse caso, considera-se:

$$H_0: \mu \geq -79 \quad \text{vs} \quad H_1: \mu < -79,$$

Assim, busca-se verificar se a qualidade do sinal vai de boa a excelente, contra a opção regular a ruim.

O teste realizado é unilateral de média, com variância desconhecida, visto que os dados foram colhidos e não existe conhecimento sobre os valores verdadeiros em que a antena da torre ERS está operando.

O procedimento para tal teste consiste em obter uma amostra $X = (X_1, \dots, X_n)$, sendo $n=18$, neste estudo; fixar um nível de significância α , comumente adotado como 95% (valor segundo a tabela T de Student); e seguir as seguintes etapas:

- Calcular: $\bar{x} = \sum_{i=1}^{18} x_i$ (média);
- Calcular: $s^2 = \sum_{i=1}^{18} \frac{(x_i - \bar{x})^2}{18-1}$ (variância);
- Calcular: $t = \frac{(\bar{x} - (-79))\sqrt{18}}{s}$ (tabela T Student);
- Comparar t com o valor de referência $t_\alpha = -1,7396$ (95%);
- Caso $t \leq t_\alpha$, aceita-se H_1 , isto é, conclui-se que há evidência para rejeitar que a qualidade do sinal vai de boa a excelente, com confiança de 95%, caso contrário, aceita-se H_0 , isto é, não há evidência suficiente para determinar que a qualidade do sinal é de boa a excelente.

1.3.3 Dados

Foram escolhidas duas operadoras (X e Y), cuja intensidade do sinal foi estudado. Posteriormente, foi verificado nos sites das operadoras X e Y, respectivamente, se havia cobertura da área no município. Nessas sites, foi constatado que ambas as operadoras apresentam a área urbana da cidade de Santa Helena/PR como área de cobertura. Os mapas obtidos se encontram representados nas figuras 1, 2, 3 e 4.

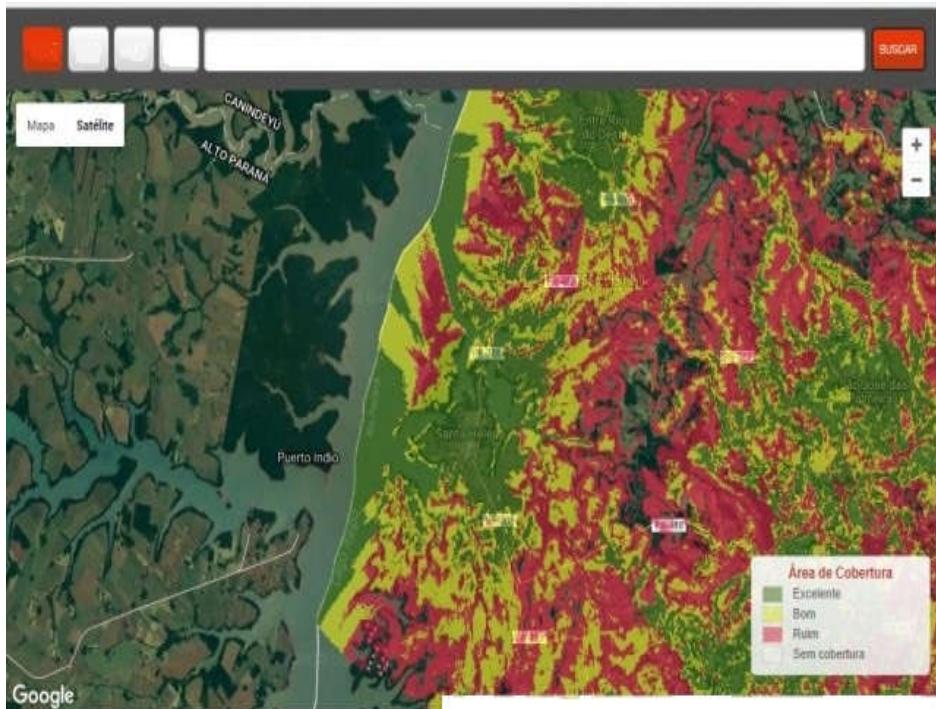


Figura 1: Cobertura da operadora X.

Fonte: Google Maps (2018).

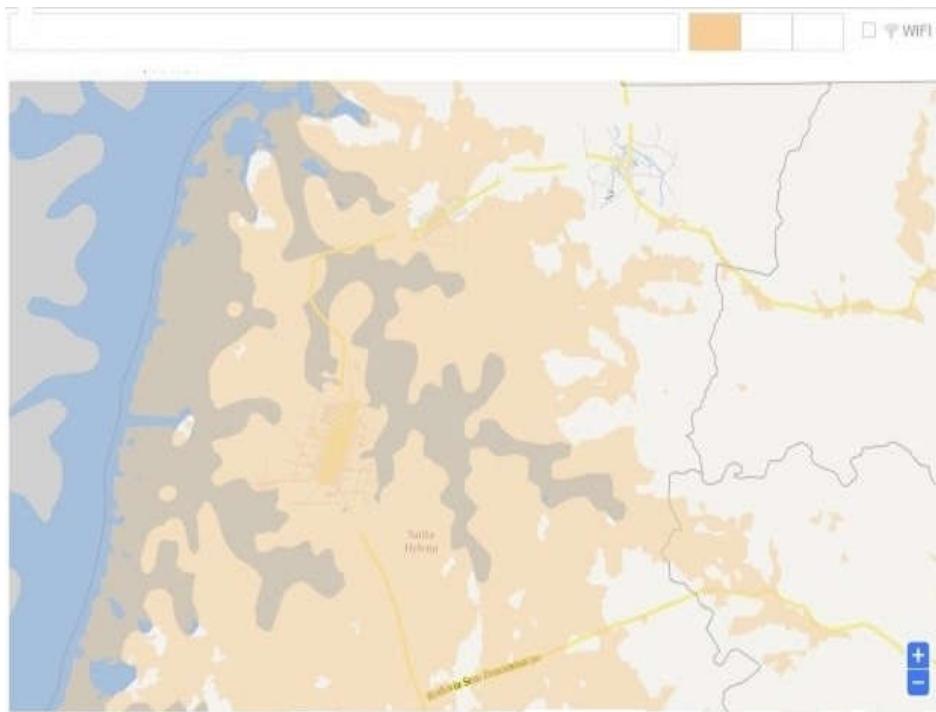


Figura 2: Cobertura da operadora Y.

Fonte: Google Maps (2018).

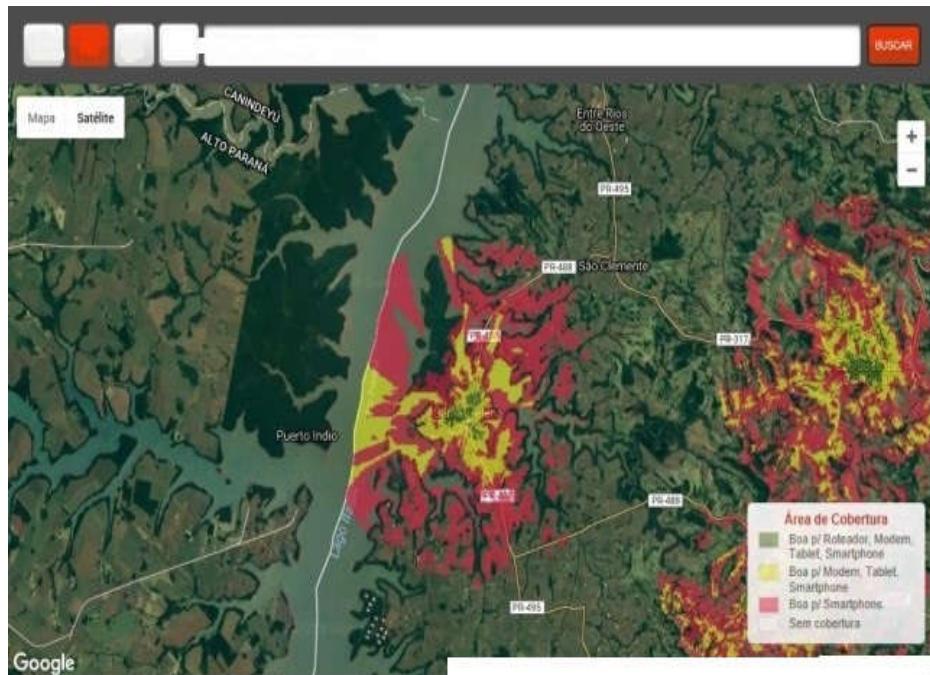


Figura 3: Cobertura 2G.
Fonte: Google Maps (2018).

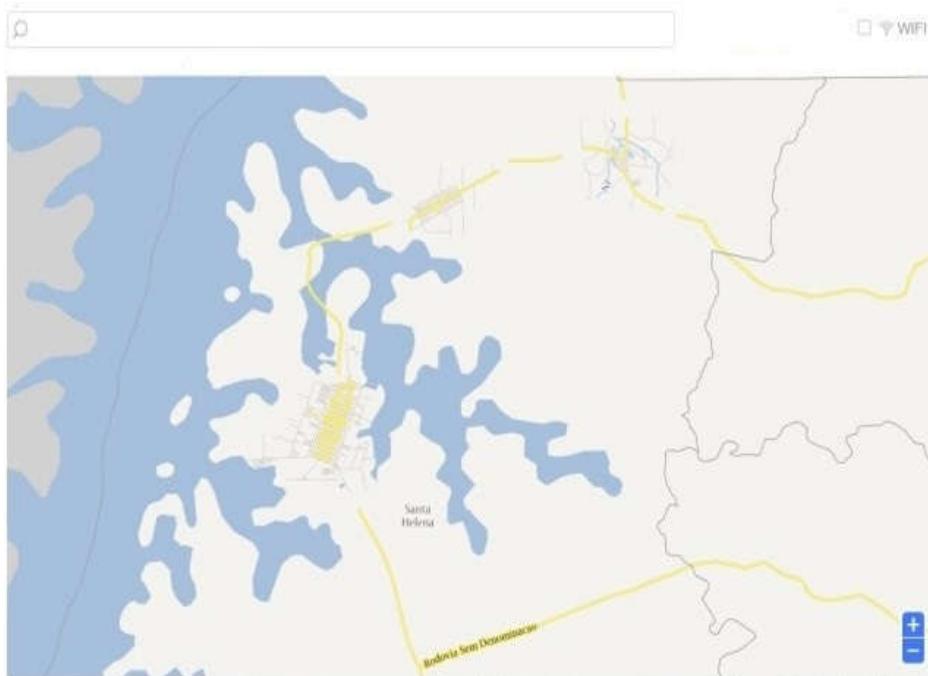


Figura 4: Cobertura 3G.
Fonte: Google Maps (2018).

Para a realização da coleta dos dados, foram escolhidos 18 pontos da área urbana do município de Santa Helena/PR. Desses 18 pontos, foram escolhidos alguns ao longo da avenida principal, que abrange toda a extensão do município, e posteriormente foram escolhidos pontos em ruas paralelas a ela, como mostra a figura em anexo (Anexo 1). A localização dos pontos, bem como seus referenciais visuais de localização podem ser consultados na Tabela 2.

Tabela 2: Dados coletados por pontos e operadoras.

Rua	Referência	X	Y
R. Ângelo Cattani	Trevo Polícia R.	-63 dBm	-89 dBm
R. Ângelo Cattani	CICA	-63 dBm	-87 dBm
R. Ângelo Cattani	Rodoviária	-69 dBm	-95 dBm
R. Ângelo Cattani	Curva Ogregon	-91 dBm	-95 dBm
R. Ângelo Cattani	Trevo Praia	-77 dBm	-89 dBm
Av. Brasil	Portal Praia	-81 dBm	-95 dBm
Av. Brasil	Mercado Pérola	-75 dBm	-93 dBm
Av. Brasil	Praça Santos Dumont	-61 dBm	-77 dBm
Av. Brasil	Praça Central	-67 dBm	-77 dBm
Av. Brasil	Praça da Criança	-59 dBm	-89 dBm
Av. Brasil	Pirobrás	-73 dBm	-99 dBm
Rua Pará	Cemitério	-77 dBm	-103 dBm
Rua Pará	Sanepar	-77 dBm	-93 dBm
Rua Pará	Detran	-79 dBm	-95 dBm
Rua Pará	Centro de Saúde S. Luiz	-81 dBm	-93 dBm
Rua Pará	Conj. Santa Rita de Cássia	-73 dBm	-99 dBm
Rua Goiás	Esc. Mun. Prof. Inês Mocellin	-57 dBm	-77 dBm
Av. Santa Catarina	Hospital Maeda	-71 dBm	-89 dBm

Na medição, em dBm, da intensidade do sinal de telefonia móvel da operadora Y, utilizou-se um *smartphone* da marca ASUS, modelo ASUS_Z00VD, com sistema operacional Android na versão 5.1, e, para as medições da operadora X, utilizou-se um *smartphone* da marca LG, modelo K10 Power, com sistema operacional Android na versão 7.0.

Em ambos os *smartphones*, utilizou-se o aplicativo Network Cell Info Lite (Figura 5) disponível para Android na Play Store. O aplicativo mostra a intensidade do sinal em dBm, de acordo com a operadora do celular. Esse aplicativo não necessita estar conectado a uma rede de Internet para captar a intensidade do sinal, o que mostra que o aplicativo trata a informação que o telefone celular está recebendo no momento, sem influência de demais medições.



Figura 5: Interface do aplicativo utilizado.

2 RESULTADOS

Seguindo o procedimento do teste estatístico t de Student para cada operadora, foi possível calcular os valores para o teste de qualidade do sinal apresentado. Para realizar o teste, utilizou-se o valor $t_{\alpha} = -1,7396$, isto é, procedeu-se o teste a um nível de 95% de significância. A Tabela 3 apresenta os resultados do teste estatístico para as duas operadoras.

Tabela 3: Resultado do teste estatístico de qualidade do sinal.

Operadora	Valor de t	Conclusão
X	3,3610	Aceita-se H_0
Y	-6,6250	Rejeita-se H_0

Da Tabela 3, observa-se que a operadora de telefonia móvel X não apresenta evidência contra a afirmação de que “A qualidade do sinal encontra-se entre boa e excelente”, pois ($t \geq 1,7396$), enquanto, para a operadora de telefonia móvel Y, há forte evidência de que a qualidade do sinal se encontra entre regular e ruim, pois ($t < 1,7396$).

Devido ao valor dBm ser afetado por conta de uma relação direta com a distância da torre celular, não foi de interesse essa informação para o estudo, pois ela está embutida no resultado medido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

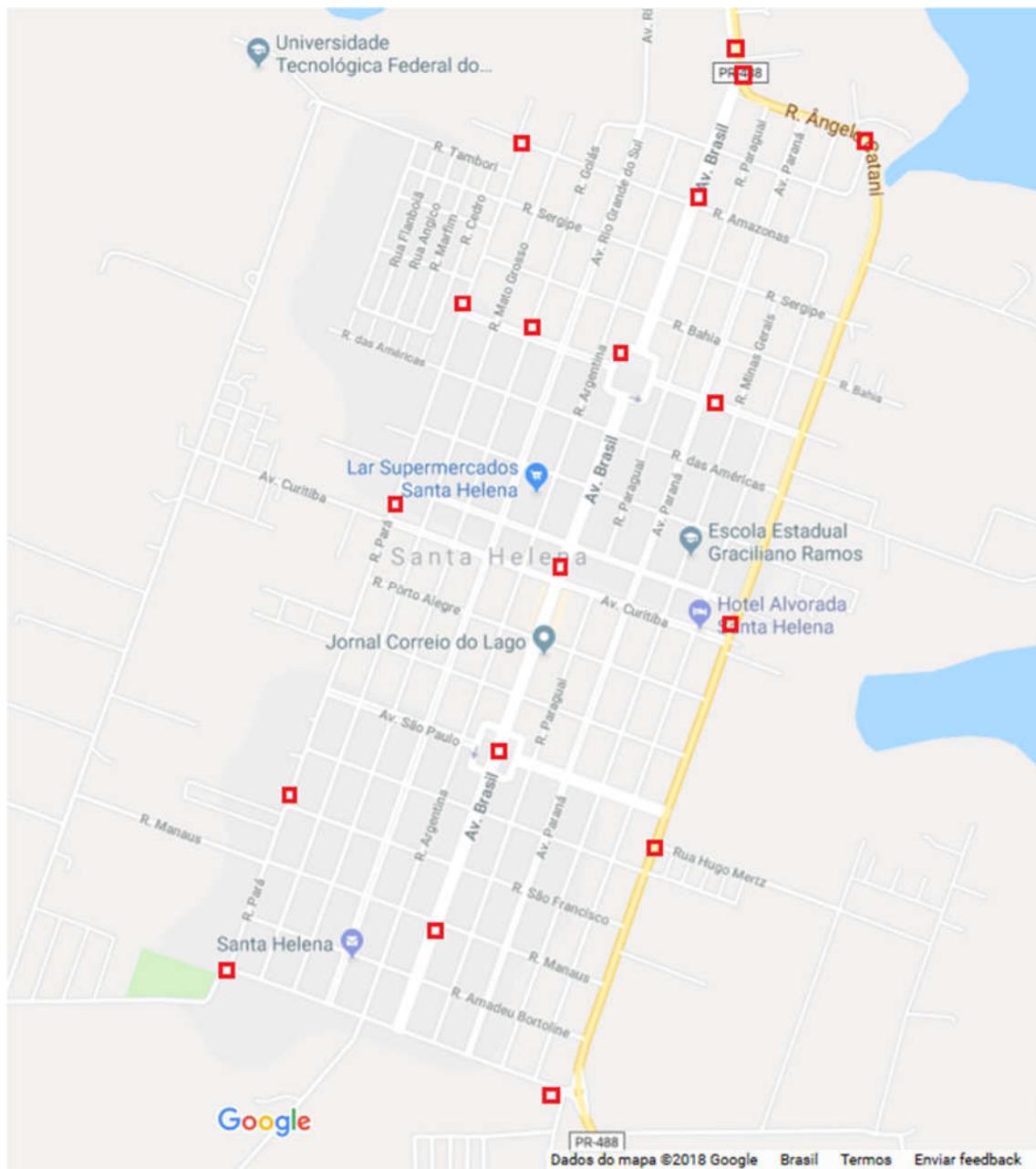
Este estudo mediu a intensidade do sinal de duas operadoras de telefonia celular da cidade de Santa Helena, no Paraná, e por meio de teste estatístico, verificou sua qualidade. O levantamento mostrou que uma das operadoras apresenta baixo desempenho. Sugere-se, como um próximo passo, fazer uma análise mais completa, ou seja, recolher uma quantidade maior de informações, por meio de uma variedade maior de celulares (com fabricantes variados) e em mais regiões do município, para aumentar o alcance dos resultados.

Ainda, há podem-se estudar as demais operadoras de telefonia móvel da cidade e verificar a qualidade do sinal, por conseguinte, do serviço oferecido por elas.

REFERÊNCIAS

- BARBETTA, P. A. **Estatística para cursos de engenharia e informática**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- ESTACIO REDES. **Redes sem fio – AV2**. Disponível em: <<http://hugoredesestacio.blogspot.com/2012/05/redes-sem-fio-av2.html>>. Acesso em: set. 2018.
- FIGUEIRAS, J.; FRATTASI, S. **Mobile positioning and tracking: from conventional to cooperative techniques**. Wiley, 2010.
- FOROUZAN, B. A. **Comunicação de dados e redes de computadores**. 4.ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.
- GOOGLE MAPS. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps>>. Acesso em: jul. 2018.
- GOOGLE PLAY. Disponível em: <<https://play.google.com/store?hl=pt>>. Acesso em: maio 2018.
- GRAYBILL, F.; IVER, H.K. & BURDICK, R.K. **Applied Statistics, a first course in Inference**, Prentice Hall, 1998.
- HOWARD FORUMS MOBILE COMMUNITY. **dBm/signal strength on GSM - acceptable numbers?** 2009. Disponível em: <<https://www.howardforums.com/showthread.php/1523050-dBm-signal-strength-on-GSM-acceptable-numbers>>. Acesso em: mai. 2018.
- NOVAELETRÔNICA. Disponível em: <<http://blog.novaelectronica.com.br/tabela-conversao-dbm-x-watts-x-volts>>. Acesso em: dez. 2018.
- THOMPSON, A.; TAYLOR, B. N. **Guide for the use of the International System of Units (SI)**. NIST Special Publication SP811. 2008. Disponível em: <<https://physics.nist.gov/cuu/pdf/sp811.pdf>>. Acesso em: jul. 2018.
- UNDER-LINUX. **Fóruns**. Disponível em: <<https://under-linux.org/showthread.php?t=82636>>. Acesso em: jul. 2018.

Anexo 1 – Localização dos pontos escolhidos em Santa Helena/PR para a coleta dos dados.



Fonte: Google Maps (2018).

QRmesse: Automatização de eventos comunitários

QRmesse: Automation of communitarian events

Márcio José Araújo,¹ Giuvane Conti²

Ciência da Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-SH)

marcioaraújo@alunos.utfpr.edu.br,¹ *giuvaneconti@utfpr.edu.br*²

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento do sistema QRmesse, que substitui as fichas utilizadas para a aquisição de produtos em eventos comunitários, como quermesses e festas escolares. A implementação do sistema demanda um estudo, aqui relatado, sobre a automatização do processo de venda e entrega de produtos auxiliado por dispositivos móveis Android como leitores de QR Code. A aplicação criada para os dispositivos móveis integra-se a um sistema Java EE via Web Service. O trabalho utiliza frameworks e bibliotecas que facilitam a construção de aplicações Java EE, Web Services e Android e descreve essa implantação. O sistema foi testado em um evento e mostrou desempenho e usabilidade satisfatórios. Desse teste surgiram questões que foram consideradas. Conclui que a automatização de eventos comunitários proporciona melhorias na experiência dos participantes e aprimora a realização de eventos futuros.

Palavras-chave: Java EE; Aplicativo Android; QR Code; Web Service.

ABSTRACT

This work presents the QRmesse system development, which replaces the fiches used for the acquisition of products in social events, such as research and school holidays. The system implementation requires a study, related here, about sale and delivery automation process of products aided by Android devices as readers of QR Code. An application designed for mobile devices integrates with the Java EE system via Web Service. The work uses frameworks and libraries that facilitate the construction of Java EE applications, Web and Android Services, and an application. The system was tested in one event and showed satisfactory performance and usability. This test reformed issues that were considered. It concludes that event automation can improve participants' experience and the achievement of future events.

Keywords: Java EE; Android application; QR Code; Web Service.

Referência:

ARAÚJO, M. J.; CONTI, G. QRmesse: Automatização de eventos comunitários. In: SEMANA TECNOLÓGICA ACADÊMICA DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO DA UTFPR-SH, 5., 2018, Santa Helena, PR. Anais..., Santa Helena: UTFPR, 2018. p.15-34. Disponível em: <<http://sh.utfpr.edu.br/setac/Anais2018.pdf>>.

INTRODUÇÃO

Festas organizadas por grupos pertencentes a instituições filantrópicas, sejam escolares, religiosas, clubísticas ou de qualquer agregação de indivíduos, promovidas com a finalidade de angariar fundos, demandam esforço coletivo e prazer num mesmo acontecimento. Em igrejas católicas, há a festa junina e a festa do santo padroeiro, que são anuais. Em escolas, é comum realizar festa junina, festa do dia das mães e do dia dos pais. Além disso, situações festivas podem ser ocasionais, como eventos culturais, ou até mesmo festas para angariar fundos com determinado objetivo.

É comum que, em eventos de pequeno e médio porte, a venda de produtos que serão consumidos pelos participantes da festa seja realizada por meio de fichas, disponíveis em pontos de venda localizados no ambiente do evento. A entrega dos produtos está condicionada à entrega da ficha correspondente ao produto desejado. Tal sistema pode ocasionar filas, tanto nos pontos de vendas quanto nos pontos de entrega dos produtos.

Nos pontos de vendas, uma das dificuldades advém da conversão de moeda para os valores das fichas e do cálculo para o troco, quando necessário, já que as fichas de produtos geralmente possuem preços variados. Nos pontos de entrega, o tempo de espera depende da disponibilidade do produto. Alguns produtos – geralmente os industrializados, como refrigerantes, doces ou bolos – estão prontos para a entrega. Assim, o cliente entrega a ficha e recebe o produto. Nesse caso, a ordem de recebimento depende da ordem de chegada do cliente ao ponto de entrega. Todavia, existem produtos, geralmente comestíveis, que são preparados na hora do evento, como pastéis, pinhões ou porções, e cuja entrega do produto pode demorar alguns ou vários minutos, a depender da demanda. Isso pode ocasionar filas, às vezes tumultuosas, pois em alguns momentos a demanda supera muito a oferta.

Quando o tempo de espera pela entrega ou preparação e a quantidade de pessoas que adquiriram a ficha para esse produto são altos, filas demasiadamente grandes podem ocorrer. Algumas vezes, a fila torna-se uma aglomeração de pessoas em volta da barraca fornecedora do produto. Essa situação pode causar estresse nos participantes do evento: ajudantes-voluntários e clientes.

A partir disso, este trabalho apresenta o sistema computacional QRmesse, que auxilia na gestão de festas e eventos comunitários. Fazem parte do sistema uma aplicação Java Web com Web Service e uma aplicação Android. Esse sistema organiza os processos de venda e entrega de produtos em eventos comunitários, bem como gera base de informações para otimizar eventos futuros da mesma organização. Ademais, o desenvolvimento da aplicação leva em conta restrições orçamentárias e o espírito voluntário que há entre os organizadores desses eventos. Dessa forma, podem-se ampliar a margem de lucro, o controle por parte da instituição e o nível de satisfação dos participantes.

A atual disponibilidade dos dispositivos móveis, ferramentas versáteis que permitem a utilização de câmeras e o acesso a redes sem fio, possibilita a criação de soluções para agilizar processos de atendimento ao consumidor de comidas e bebidas. Todavia, essas aplicações, quando utilizadas, estão em ambientes comerciais, como restaurantes e lanchonetes. Daí vem a importância de um sistema como o QRmesse, que é projetado para modernizar a gestão de eventos comunitários e reduzir a necessidade e o tamanho das filas geradas durante a realização do evento.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 AUTOMAÇÃO

A partir da evolução e do aumento da oferta de dispositivos eletrônicos no mercado, sistemas computacionais puderam ser desenvolvidos, a fim de satisfazer as exigências de controle administrativo e oportunizar melhorias no atendimento ao cliente (SENHORAS, 2003). Segundo Maximiano (2006), eficiência é a melhor relação obtida entre custos e benefícios. A eficiência na execução de um serviço se relaciona de forma proporcionalmente inversa ao tempo de espera, pois, conforme Hui e Tse (2001), quanto mais longa uma pessoa acredita ter sido a espera, mais negativa será sua avaliação do serviço. Além disso, a expectativa de esperar acarreta custos econômicos e psicológicos (OSUNA, 1985). Ainda, Hui e Tse (2001) mostram que é mais fácil o consumidor aceitar emocionalmente o tempo de espera, quando informado sobre sua posição na fila ou quanto tempo aproximadamente precisa esperar para receber um produto.

1.1.1 Identificação e Captura Automática de Dados

Segundo Romano (2011), uma das necessidades de atividades do varejo é a utilização de ferramentas com o fim de agilizar a captura de dados para evidenciar benefícios de custo, produtividade, qualidade, flexibilidade e inovação. Diversas tecnologias podem ser empregadas em dispositivos para identificação e captura automática de dados (AIDC: Automatic Identification Data Capture). Romano (2011) resume as tecnologias AIDC em seis grupos, presentes na Figura 1.

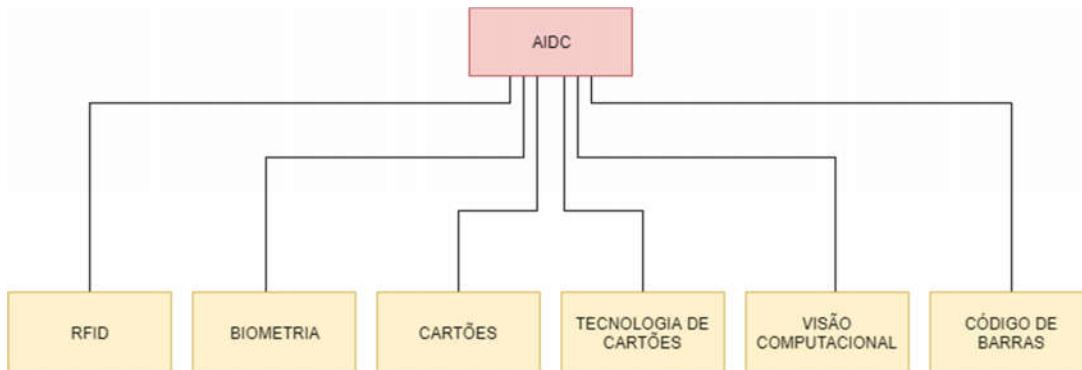


Figura 1: Grupos de tecnologias AIDC.

Fonte: Adaptada de Romano (2011).

O grupo Código de Barras possui dois tipos: unidimensional e bidimensional, apresentados na Figura 2. O padrão unidimensional é comumente encontrado em quase todos os produtos comercializados. Em 2002, já havia mais de um milhão de produtos com código de barras no Brasil (GS1 BRASIL, 2017). O padrão bidimensional, mais conhecido por QR Code (Quick Response Code – código de resposta rápida), cujo desenvolvimento foi anunciado pela Denso Wave em 1994 (QR CODE.COM, 2017), com a finalidade de ampliar a capacidade de informações armazenadas por códigos de barras unidimensionais, pode armazenar até 354 vezes mais informações e ser lido até 10 vezes mais rápido do que o código unidimensional (PARRA, 2015).

Ambos os padrões de códigos de barras presentes na Figura 2 podem ser impressos por qualquer impressora comum, pois a imagem gerada por eles é binária, geralmente preta e branca. Todavia, existe a necessidade de leitura. Em dois aspectos, segurança e facilidade de leitura, pode-se considerar a versão 2D mais eficiente. Assim afirmam Chuang, Hu e Ko (2010), pois, do ponto de vista de segurança, códigos de barra 1D podem ser facilmente reconhecidos, observando-se as linhas verticais e as lacunas entre as barras, além da necessidade de alinhamento do ângulo de leitura. Já o padrão 2D (QR Code) possui amplo intervalo de ângulos para leitura, devido à marcação de três cantos, e seu padrão simbólico não é fácil de ser interpretado por olhos humanos, contudo, dispositivos móveis dotados de câmera podem fazer a leitura de forma eficiente, por meio de aplicativos.



Unidimensional 1D



Bidimensional 2D

Figura 2: Código de barras.

1.2 BANCOS DE DADOS

Existem diversos sistemas gerenciadores de bancos de dados (SGBD), dentre os mais utilizados, conforme a Figura 3, está o PostgreSQL. Ele pode ser acessado a partir das principais linguagens de programação, incluindo C, C++, Perl, Python, Java, Tcl e PHP (STONES e MATTHEW, 2006). Atualmente, o PostgreSQL segue o padrão da indústria para linguagens e consulta SQL:2003. Por ser uma aplicação de código-fonte aberto, uma equipe de desenvolvedores da Internet mantém o PostgreSQL. Assim, os usuários têm acesso ao código-fonte e contribuem com correções, aprimoramentos e sugestões para novos recursos.

1.3 PLATAFORMA JAVA EE

De acordo com Layka (2014), uma aplicação *web* é um conjunto de páginas da *web* capaz de gerar conteúdo dinâmico em resposta a solicitações, e parte da popularidade da linguagem Java pode ser atribuída a seu uso na criação de aplicações *web*. O objetivo da plataforma Java EE é fornecer aos desenvolvedores um conjunto eficiente de APIs que podem reduzir o tempo de desenvolvimento, reduzir a complexidade da aplicação e melhorar o desempenho das aplicações (Oracle, 2017b). Ao contrário de páginas da *web* estáticas, uma aplicação *web* permite a execução de atividades e o armazenamento das informações resultantes.

A integração de aplicações Java EE com banco de dados pode ser facilitada quando se utiliza o mapeamento objeto-relacional ORM (Object-Relational Mapping). Segundo Yousaf (2012), essa técnica permite mapear objetos Java para uma coleção de tuplas relacionadas que serão armazenadas em um banco de dados relacional. Como documentado em The Eclipse Foundation (2014), o EclipseLink é uma estrutura de persistência Java eficiente e flexível para armazenar objetos Java em um banco de dados, relacional ou NoSQL, e para converter objetos Java em documentos XML ou JSON. O EclipseLink fornece APIs e ambiente em tempo de execução para implementar a camada de persistência da plataforma Java. Além disso, implementa Java Persistence API (JPA), arquitetura Java para XML Binding (JAXB) e outras tecnologias de persistência baseadas em padrões.

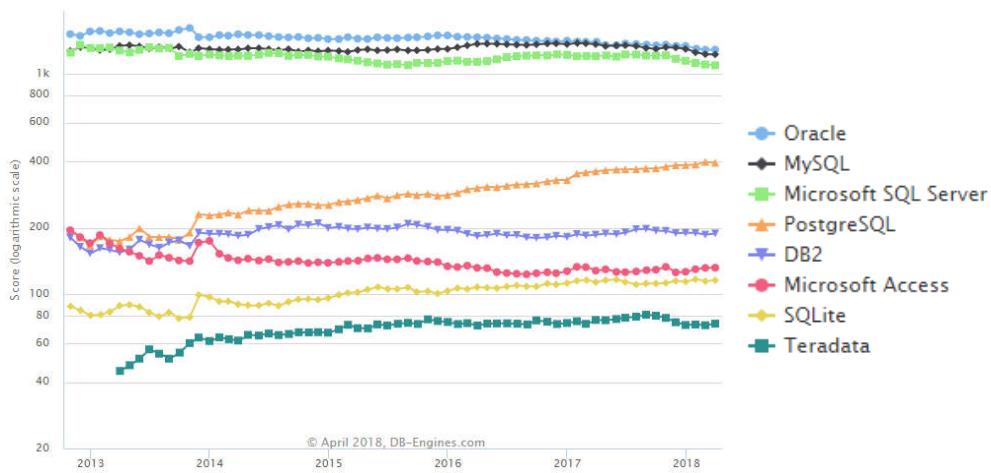


Figura 3: Ranking top 10 da popularidade mundial de SGBDs.

Fonte: Adaptada de DB-Engines (2017).

1.4 WEB SERVICES

Web Services são tecnologias para a construção de aplicativos distribuídos. Esses serviços, que podem ser disponibilizados via Internet, usam um sistema de mensagens HTML, XML, somente texto, PDF, JPEG, JSON, entre outros, não vinculados a sistemas operacionais específicos ou linguagens de programação (Oracle, 2017a). Assim, quando a disponibilização de algum serviço pode ser automatizada, ou seja, pode responder a requisições de forma padronizada – como a localização de um endereço a partir de um CEP –, existe a possibilidade de implantar um Web Service.

Um dos padrões de arquiteturas para implantação de WebService é o REST. Conforme Conti (2015), o padrão arquitetural REpresentational State Transfer (REST) cria um sistema hipermídia distribuído, utilizando elementos da Web. O termo REST foi criado por Fielding (2000), em sua tese de doutorado, que também propõe que esse padrão seja norteado por seis princípios básicos, resumidos no Quadro 1.

Quadro 1: Restrições da arquitetura REST.

Princípio	Descrição
Cliente-servidor	O cliente mantém o estado da sessão e cada requisição deve conter apenas informações necessárias para atender à solicitação.
Sem estado	A comunicação entre cliente e servidor não deve ter estado. O servidor não precisa guardar o estado do cliente. Em vez disso, os clientes devem incluir todas as informações necessárias na solicitação, para que o servidor possa atender a elas.
Sistema em camadas	Várias camadas hierárquicas como <i>gateways</i> , <i>firewalls</i> e <i>proxies</i> podem existir entre o cliente e o servidor. As camadas podem ser adicionadas, modificadas, reordenadas ou removidas de forma transparente, para melhorar a escalabilidade.
Cache	Os recursos podem ser armazenados em <i>cache</i> sempre que possível. O cabeçalho da resposta indica se os dados são armazenados em <i>cache</i> ou não, cabeçalhos de cache são suportados para melhorar o desempenho.
Interface uniforme	Todas as interações entre clientes, servidores e componentes intermediários são baseadas na uniformidade de suas interfaces. A restrição de interface uniforme é dividida em quatro sub-restricções: identificação de recursos, representações de recursos, mensagens autodescritivas e hipermídia como motor do estado de aplicação.
Código sob demanda	Essa é uma restrição opcional em que os clientes podem ampliar suas funcionalidades baixando e executando o código sob demanda. Os exemplos incluem <i>scripts</i> de JavaScript, <i>applets</i> de Java, Silverlight e assim por diante.

Fonte: Adaptado de Fielding (2000).

As aplicações que aderem a essas restrições são consideradas RESTful, e as aplicações que utilizam tal padrão recebem o nome RESTful Web Service. Essas restrições não ditarão a tecnologia real a ser usada para o desenvolvimento de aplicativos. Em vez disso, a adesão a essas diretrizes e práticas recomendadas torna um aplicativo escalável, visível, portátil e confiável. Os aplicativos RESTful utilizam recursos da Web e usam HTTP como protocolo de transporte (VARANASI e BELIDA, 2015).

1.5 APLICAÇÕES ANDROID PARA CONTROLE DE PEDIDOS

Conforme definido em Google (2007), o Android é a primeira plataforma verdadeiramente aberta e abrangente para dispositivos móveis. Ele inclui um sistema operacional, interface de usuário e aplicativos, enfim, todo o *software* pode ser executado em um telefone celular, mas sem os obstáculos proprietários que impediam a inovação móvel.

Os primeiros dispositivos móveis utilizados como ferramentas para a realização de pedidos em restaurantes foram os Personal Digital Assistants (PDAs), também conhecidos como Palmtops. Os trabalhos de Patel, Patel e Obersnel (2007) e Cheong, Chiew e Yap (2010) apresentam utilizações de PDAs como ferramentas para a solicitação de pedidos. Todavia, o surgimento dos *smartphones* sucitou a evolução de aplicações que utilizam dispositivos móveis para esse fim, conforme o trabalho de Tanpure, Shidankar e Joshi (2013). Estudos como os de Dhore et al. (2014) e Sarkar et al. (2014) mostram que aplicações Android, com a finalidade de gerenciar pedidos, aumentam a velocidade de atendimento, a qualidade do serviço e a popularidade de estabelecimentos e reduzem erros humanos.

2 METODOLOGIA

2.1 AMBIENTE DE UM EVENTO COMUNITÁRIO

A Figura 4 simula o cenário de um evento comunitário que utiliza a solução computacional QRmesse. Nessa simulação, há um caixa para a realização da venda e ativação dos cartões dotados de QR Code, três barracas de entrega de produtos mediante baixa nos créditos do cartão, um terminal para consulta de saldo e uma área com o servidor onde está instalada a aplicação Java EE. Os dispositivos móveis e o servidor precisam estar interligados pela rede wireless. Portanto, para implantar o sistema, é necessário um roteador que alcance o sinal de todos os dispositivos. A partir disso, dois *softwares* são essenciais para instalar o sistema no servidor: o Apache Tomcat Server, para hospedar a aplicação Java EE, e o SGBD PostgreSQL, para gerenciar o banco de dados.

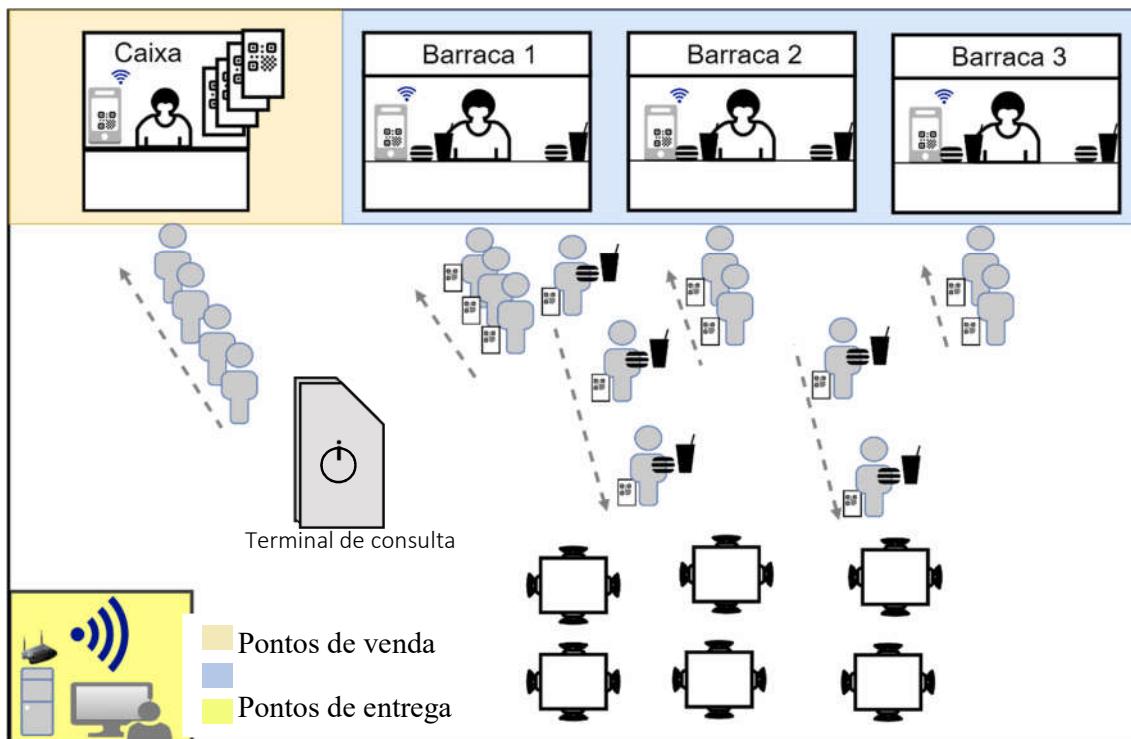


Figura 4: Esquema de um evento comunitário utilizando o sistema QRmesse.

2.2 ARQUITETURA DO SISTEMA

Para a implantação do sistema, foram construídas três aplicações: uma aplicação *web*, um Web Service e um aplicativo Android. O primeiro passo executado foi a modelagem e construção da base de dados PostgreSQL. Assim, a aplicação web Java EE foi desenvolvida para principalmente permitir o armazenamento, na base de dados, das informações necessárias à realização de um evento comunitário. Essa aplicação também realiza o monitoramento do consumo de produtos durante o evento.

Em seguida, foi desenvolvido o código para a implantação do Web Service, para possibilitar o acesso às informações cadastradas e, quando necessário, adicionar informações por meio dos dispositivos móveis. Finalmente, iniciou-se o desenvolvimento da aplicação Android, que permite a leitura do QR Code dos cartões e acessa o Web Service para solicitar ou adicionar informações do sistema.

A Figura 5 representa como ocorre a interligação entre essas aplicações e a tecnologia empregada para a construção de cada uma delas.

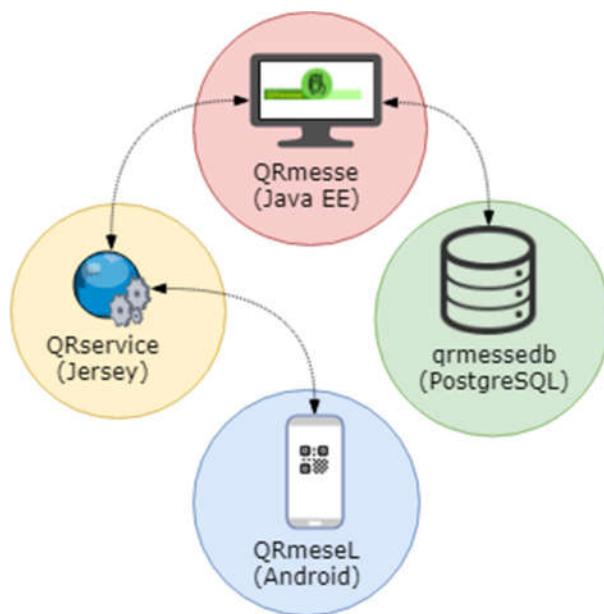


Figura 5: Fluxo entre as aplicações do sistema QRmesse.

2.3 BASE DE DADOS

A base de dados foi construída no ambiente do *software pgAdmin III*. Além das 16 tabelas presentes no Diagrama Entidade Relacionamento (DER) do QRmesse (Apêndice I), a base de dados contém três *triggers* e quatro funções, listadas no Quadro 2. O controle do saldo do cartão é realizado por meio de duas *triggers*. A *trigger t_atualiza_saldo_cartao_consumo* é disparada toda vez que um registro é adicionado na tabela tb_consumo, para que o valor do pedido seja subtraído do saldo do cartão.

Nota-se, na Figura 6, que a tb_consumo não está diretamente relacionada com a tb_cartao, entre elas está a tb_pedido. Todavia, o preço do produto consumido, cujo valor será descontado do saldo do cartão, está presente na tb_consumo. Já a *trigger t_atualiza_saldo_cartao_carga* adiciona ao saldo atual do cartão o valor da carga e é disparada após a inserção de cada registro na tabela tb_carga. A Figura 6 mostra como a tb_cartao está relacionada com as tabelas tb_consumo e tb_carga.

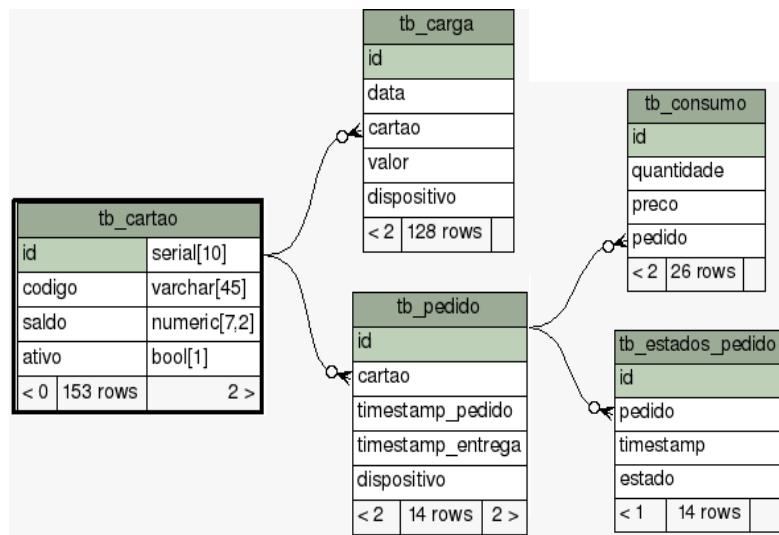


Figura 6: Relacionamentos da tabela tb_cartao com dois graus de separação.

A fim de simplificar o código da aplicação Java EE, foram desenvolvidas quatro funções PL/pgSQL. A utilização dessas funções também reduz a necessidade de requisições para o servidor do banco de dados, pois, a partir de apenas uma chamada a aplicação Java EE, obtém-se informações de várias tabelas. O Quadro 2 contém uma breve descrição das funções implantadas no banco de dados.

Quadro 2: Funções PL/pgSQL desenvolvidas no banco de dados.

Função	Descrição
func_pedidos_cartao	Retorna um registro com informações sobre o pedido do cartão, conforme id do cartão passado por parâmetro.
func_produtos_pedido	Retorna um registro com informações sobre os produtos do pedido, conforme id do pedido passado por parâmetro.
func_vendas_produtos_por_evento	Retorna uma lista de registros, cada um com informações sobre cada produto consumido no evento, conforme id do evento passado por parâmetro.
func_receita_evento	Retorna o valor arrecadado do evento cujo id foi passado por parâmetro.

2.4 APLICAÇÃO JAVA WEB

A aplicação Java Web QRmesse tem como objetivo principal permitir o cadastro das instâncias das entidades necessárias à realização do evento. Dentre essas entidades, estão: os usuários, os cartões, os produtos e os pontos de venda e de entrega. Além disso, o evento pode ser monitorado pela aplicação, ou seja, podem-se visualizar em tempo real a quantidade de cartões ativos, a quantidade de produtos consumidos e as filas de pedidos em preparo.

A estrutura do WebService QRservice disponibiliza informações sobre consumo de produtos e o saldo de cartões, e permite a carga e o consumo de produtos, após a leitura do QRcode pelos dispositivos móveis. A Figura 7 contém o diagrama de sequência da carga de cartão, já, na Figura 8, o mesmo tipo de diagrama representa o consumo.

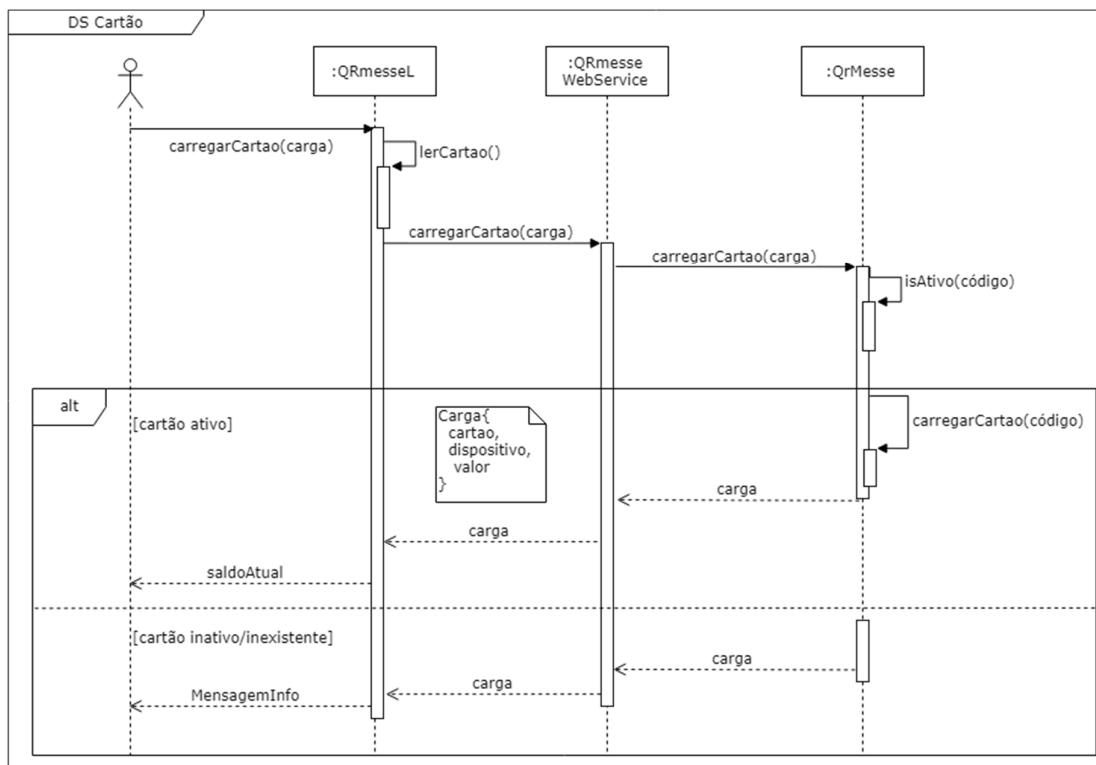


Figura 7: Diagrama de sequência da carga de cartão.

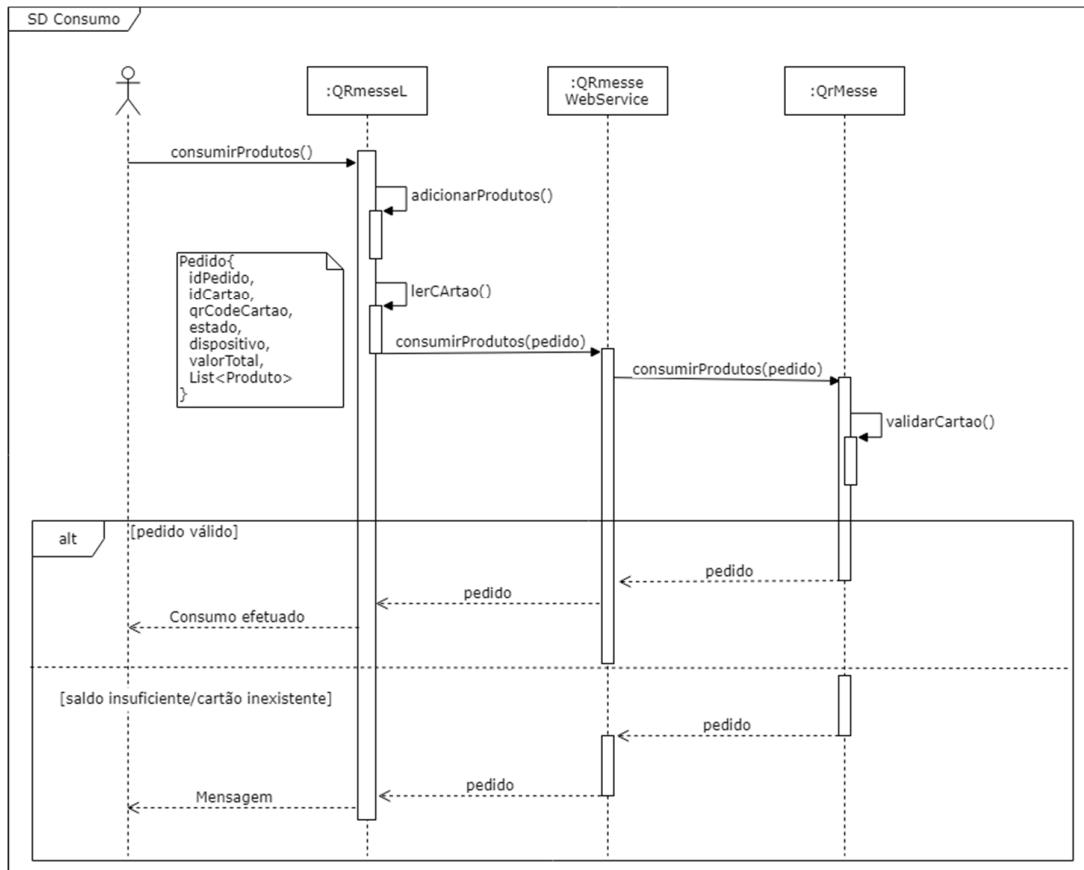


Figura 8: Diagrama de sequência do consumo de produtos.

2.4.1 Geração do QR code

A geração do QR Code deu-se pela utilização do *framework* PrimeFaces, presente na aplicação Java EE. O QR Code deve ser lido pelos dispositivos móveis e enviado para o Web Service por meio da conexão *wireless*. Esse código permite ao sistema encontrar, na base de dados, o cartão, a fim de realizar (re)carga ou consumir saldo. O código gerado é criptografado, para prevenir o sistema contra fraudes, pois, se, por exemplo, o código fosse apenas uma sequência numérica, bastaria a qualquer participante do evento, cujo QR Code do cartão gerasse um valor numérico N, imprimir um QR Code N+1 e tentar utilizá-lo no evento.

2.5 O WEB SERVICE

O Web Service QRservice, desenvolvido com o apoio do *framework* Jersey, realiza a interface entre os dispositivos móveis, que contêm a aplicação QRmesseL, e o banco de dados qrmessedb. Entretanto, para que seja concedido o acesso às funcionalidades disponibilizadas pelo QRservice, é necessário que o dispositivo tenha sido cadastrado na aplicação *web* e que o usuário esteja autenticado na aplicação. O sistema de *login*, que realiza a autenticação, foi implantado por meio do *framework* Spring Security. O Quadro 3 apresenta algumas das principais funcionalidades disponibilizadas pelo QRservice.

Quadro 3: Principais funcionalidades disponibilizadas pelo QRservice.

Função	Descrição
getBarracaByMacDispositivo	Retorna a barraca pelo endereço MAC do dispositivo
postCarga	Realiza a carga de saldo no cartão
postConsumo	Realiza o pedido e o consumo de saldo do valor total do pedido
getProdutoByBarraca	Retorna a lista de produtos pelo id da barraca

2.6 A APLICAÇÃO ANDROID

O aplicativo QRmesseL, desenvolvido no IDE Android Studio, permite a realização de consultas como saldo de cartão e de pedidos na fila para entrega. Além disso, a aplicação realiza a carga e recarga de saldo nos cartões e os pedidos de produtos. Para tanto, o dispositivo desempenha o papel de leitor de código QR Code.

Para realizar a leitura do QR Code nos dispositivos móveis Android, optou-se pela API ZXing (“zebra crossing”), uma biblioteca de processamento de imagem de código de barras de 1D e 2D de código aberto, implementada em Java, com abertura para outras linguagens (ZXING PROJECT, 2017). Trabalhos como os de Félix (2016), Vanz (2012) e Fernandes, Marcilio e Marques (2015) utilizam e descrevem, inclusive com códigos-fonte, como funciona a integração da API ZXing com aplicações Java e Android.

As implantações de código referentes a acessos das funcionalidades do Web Service foram realizadas a partir da biblioteca HTTP para Android Volley, desenvolvida pela Google para simplificar a implantação de requisições de rede em aplicativos Android.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta algumas telas das aplicações Java Web e Android desenvolvidas para realizar a interface entre os usuários e o sistema. Telas comuns a quase todo tipo de sistema, como *login*, cadastro de usuários, cadastro de produtos, cadastro da instituição, não estão presentes, por

não ser consideradas relevantes aqui. Portanto, apresentam-se apenas as telas que permitem a realização das funcionalidades particulares ao sistema QRmesse.

3.1 A APLICAÇÃO JAVA EE

O desenvolvimento da interface foi facilitado pela utilização do *framework* PrimeFaces, que disponibiliza mais de 100 componentes para utilização em aplicações JSF. O Cadastro de Eventos (Figura 9) permite ao operador do sistema cadastrar os eventos e ter acesso às demais telas de cadastro, como Barracas, Caixas e Dispositivos que pertencem ao evento selecionado. Além disso, pode-se visualizar a tela de monitoramento do evento (Figura 10).

Nome do evento	Início	Encerramento
Festa Junina 2018	Sábado, 16 de Junho de 2018 15:00:00	Sábado, 16 de Junho de 2018 21:00:00
Quermesse de agosto	Domingo, 12 de Agosto de 2018 11:00:00	Sexta-feira, 4 de Maio de 2018 20:00:00

Figura 9: Tela de cadastro de eventos com o menu das opções para o evento selecionado.

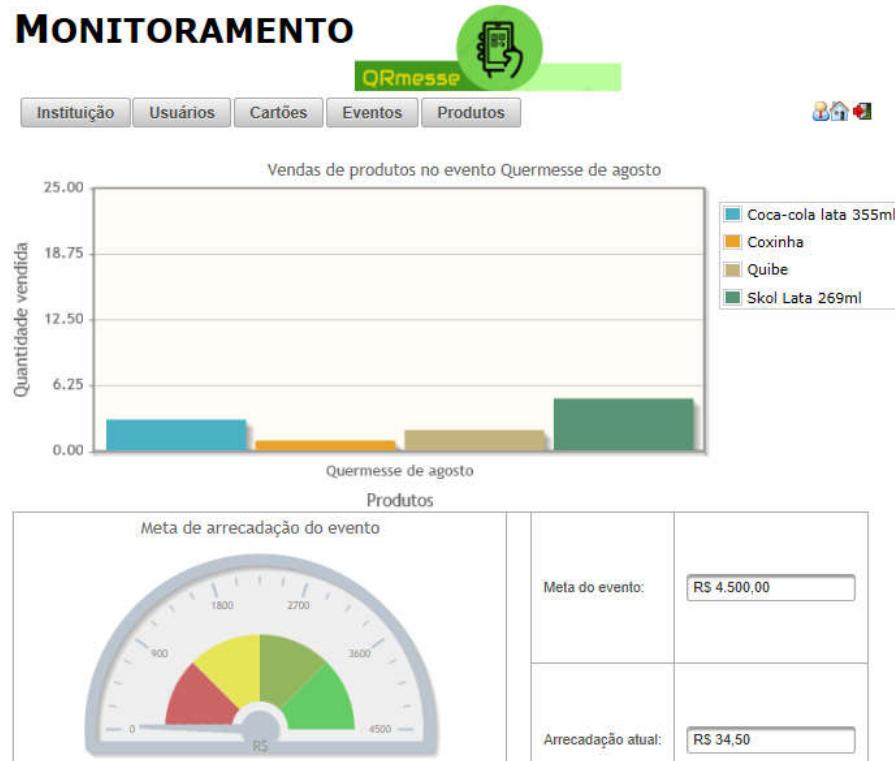


Figura 10: Tela de monitoramento do evento.

A Figura 10, tela de monitoramento do evento, mostra um gráfico com quantidade vendida de cada produto e um gráfico com um ponteiro indicando a quantidade total arrecadada, tendo como valor máximo a meta de arrecadação estipulada para o evento.

A tela Cadastro de Cartões (Figura 11) permite ao operador do sistema gerar os cartões e, posteriormente, visualizar o saldo e o QRcode de cada um dos cartões gerados.

CADASTRO DE CARTÕES



Instituição Usuários Cartões Eventos Produtos

QRcode



Saldo 20,00

Gerar cartões

Quantidade: * 30 Saldo * R\$ 20,00 Ativo Gerar

Cartões

Figura 11: Tela para cadastro de cartões.

Em Cadastro de Barracas (Figura 12), além do nome da barraca, devem ser definidos o gerente, que é um usuário cadastrado no sistema, e os produtos que a barraca disponibilizará aos participantes do evento. Nessa tela, os dispositivos podem ser apenas visualizados, pois a definição do local em que o dispositivo irá operar durante o evento é realizada na tela de Cadastro de Dispositivos.

CADASTRO DE BARRACAS



Instituição Usuários Cartões Eventos Produtos

Quermesse de agosto > Barracas

Barracas: Quermesse de agosto

Barraca: * Crepe/Cachorro-quente

Gerente Márcio Araújo

Produtos Crepe Cachorro-quente

Salvar

Barra Salgados Bebidas Crepe/Cachorro-quente

Bolinho de carne
Cachorro-quente
Coca-cola lata 355ml
Coxinha
Crepe
Pipoca
Quentão
Quibe
Skol Lata 269ml

Dispositivos

Produtos	Dispositivos	
Bolinho de carne, Coxinha, Quibe]	[cdcd]	<input checked="" type="checkbox"/> Excluir
Coca-cola lata 355ml, Skol Lata 269ml, Quentão]	[Smart Márcio]	<input checked="" type="checkbox"/> Excluir
	[]	<input checked="" type="checkbox"/> Excluir

Figura 12: Tela de cadastro de barracas.

Para que somente dispositivos pertencentes ao evento realizem comunicação com o sistema, é necessário que eles sejam cadastrados. Portanto, é no Cadastro de Dispositivos (Figura 13) que o papel do dispositivo é definido, ou seja, se o dispositivo se comportará como uma ferramenta para a carga de saldo no cartão ou para o consumo de produto.

The screenshot shows a software application window titled 'QRmesse'. At the top, there is a navigation bar with tabs: 'Instituição', 'Usuários', 'Cartões', 'Eventos', and 'Produtos'. On the right side of the header, there are icons for user, location, and other system functions. Below the header, the main content area has a title 'Quermesse de agosto > Dispositivos'. A form is displayed for registering a device named 'SmartPhone João' from the manufacturer 'Xiaomi', model 'Rednote 3', with Mac address '78:02:f8:b6:77:61'. It is located at 'Barraca' and assigned to 'Salgados'. A dropdown menu under 'Caixa' lists three items: '144 Salgados', '145 Bebidas', and '146 Crepe/Cachorro-quente'. Buttons for 'Salvar' (Save) and 'Novo' (New) are visible. At the bottom, there is a table with two rows: one for 'Tablet Altair' assigned to 'Salgados' and another for 'SmartPhone João' also assigned to 'Salgados'. Each row includes a checkbox icon.

Figura 13: Tela de cadastro de dispositivos.

Os pedidos realizados pelos dispositivos móveis podem ser acompanhados pela tela de pedidos (Figura 14). Nela, eles são filtrados conforme seu *status*. Pedidos entregues provêm de produtos cuja entrega ocorre no momento da leitura do cartão. O *status* realizado ocorre quando um produto não está pronto para a entrega, necessita de preparo, desse modo, o pedido entra em uma fila de espera. O *status* Preparado é opcional, ele seria utilizado quando no evento houvesse garçons, assim eles poderiam saber que há pedidos para ser entregues. Portanto, os pedidos podem passar diretamente do *status* Realizado para Entregue.

Pedido	Cartão	Horário do pedido	Entregue	Estado	Detalhes	Espera	
467	201	15/05/2018 13:37:48	15/05/2018 13:37:48	Realizado	Bolinho de carne (1) Coxinha (1) Quibe (2) R\$ 12,00	6 min.	<button>Cancelar</button>
466	196	15/05/2018 13:37:10	15/05/2018 13:37:10	Realizado	Coxinha (2) R\$ 6,00	7 min.	<button>Cancelar</button>
465	196	15/05/2018 13:33:22	15/05/2018 13:33:22	Realizado	Cachorro-quente (1) Crepe suíço (1) R\$ 6,50	11 min.	<button>Cancelar</button>

Figura 14: Acompanhamento de pedidos do evento

3.2 A APLICAÇÃO ANDROID

A aplicação para dispositivos móveis, desenvolvida no IDE Android Studio, tem como principal função permitir que aparelhos como *smartphones* e *tablets* realizem o papel de leitores de QR Code, presente nos cartões dos participantes do evento. Como explicado, o dispositivo pode ser usado para duas finalidades: para a carga de saldo ou para o consumo de produtos. Após o processo de *login* bem-sucedido, a primeira tela que aparece para o portador do dispositivo informa qual é o evento, o local e quem fez o *login*. Após clicar no botão Avançar (Figura 15), a próxima tela contém um menu com três opções. A primeira opção é diferente, conforme o local em que o dispositivo foi alocado, se for dispositivo de Caixa, será Carga, caso seja dispositivo de Barraca, será Entregar (Figura 16). As próximas duas opções retornam informações sobre o saldo e consumo do cartão.

Nos dispositivos configurados para operar nos pontos de caixa do evento, deve-se primeiramente entrar com o valor de carga para, em seguida, ler o cartão. A Figura 17 exibe a tela para a entrada do valor de saldo que será carregado. Essa tela aparece após a escolha da opção Carga. Basta ao operador pressionar os botões + e – correspondentes a cada valor, que o sistema exibirá o valor da carga que será realizada. Para compor o valor de R\$25,00, exibido na Figura 18, basta ao operador clicar uma vez no botão + da nota de R\$20,00 e uma vez no botão + da nota de R\$5,00.

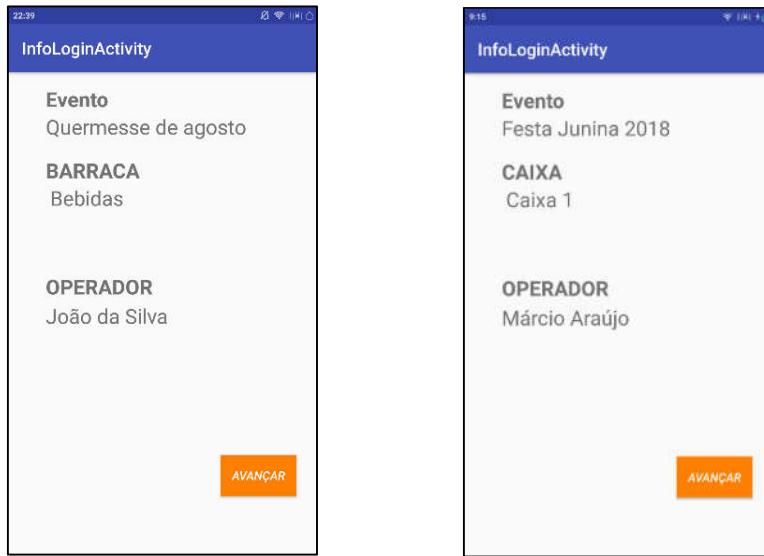


Figura 15: Tela inicial com informações sobre o dispositivo.



Figura 16: Menu de opções para os dispositivos.



Figura 17: Tela para entrada do valor de carga de saldo.

Nos dispositivos configurados para operar em barracas de produtos, após selecionar a opção Entregar, aparecerá uma tela (Figura 18) mostrando apenas imagens dos produtos associados à barraca do dispositivo. Abaixo de cada uma dessas imagens, aparecem dois botões, + e -, para permitir a entrada da quantidade. Com isso, o sistema calcula o valor total do pedido e exibe-o na parte superior da tela. Em seguida, o operador clica no botão Entregar ou no botão Preparar. Se for um produto de pronta entrega, escolhe-se a opção Entregar, se ainda for necessário preparar o produto, deve ser escolhida a opção Preparar.



Figura 18: Tela para escolha de produtos para entregar ou preparar.

Após a leitura do cartão e o envio da solicitação ao servidor, é exibida uma das duas telas da Figura 19. Assim, o produto pode ser entregue imediatamente, colocado na fila de pedidos ou não há saldo suficiente para o cartão lido.

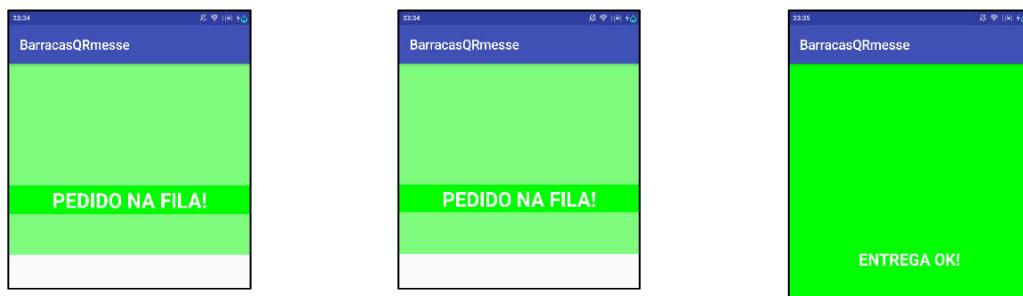


Figura 19: Resultados da solicitação de consumo.

Ainda na tela de produtos, o operador do dispositivo pode clicar no botão Pedidos e ver a lista de pedidos pendentes (Figura 20a), ou seja, ainda não foram entregues. Após o clique no botão Entregar da tela (Figura 20a), o cartão deve ser lido novamente, a fim de confirmar que esse é o cliente que solicitou aquele pedido, se não for, será exibida a tela da Figura 20b.



Figura 20a: Lista de pedidos pendentes.

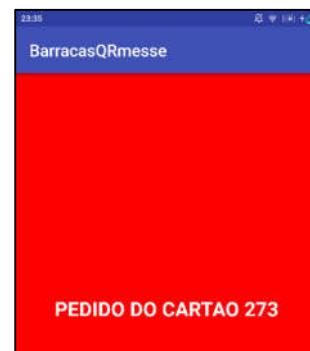


Figura 20b: Erro na entrega de pedido.

3.4 VALIDAÇÃO DO SISTEMA

Na no dia 12/05/2018, ocorreu um torneio de truco em uma lanchonete. Durante o evento, foram comercializados produtos somente para clientes que utilizavam cartões com QR Code gerados pelo sistema QRmesse. Para consumir produtos durante o evento, os clientes precisavam adquirir um cartão ao custo de R\$20,00, pois esse era o valor do saldo inicial para cada cartão.

No ambiente do estabelecimento, foi ativado um roteador TP-LINK, modelo TR-WR740N e nele foi ativada uma rede wireless em que um notebook ASUS S46C, com os sistemas QRmesse instalado, além do SGBD PostgreSQL 9.6, e quatro dispositivos Android com o aplicativo QRmesseL instalado. Desses quatro dispositivos, um foi configurado para operar como caixa e os outros três como barraca, entretanto, para facilitar a entrega, todos com os três dispositivos estavam cadastrados para a mesma barraca.

Durante o evento, foram realizados 78 consumos, para 26 cartões diferentes. Além do uso do sistema QRmesse, o operador do caixa também fez um controle manual, anotando tanto os saldos dos cartões quanto os pedidos realizados. Cada vez que um cliente saía do local, ele verificava se ainda havia saldo nos cartões e conferia com suas anotações. As conferências foram bem-sucedidas. Mesmo sem prévio treinamento, os garçons que operaram os três dispositivos configurados para entrega de produtos conseguiram utilizar o sistema sem dificuldade.

Houve a necessidade de intervenção do desenvolvedor do sistema apenas uma vez, quando um dos garçons realizou desconto de saldo de cartões trocados. Nesse caso, o cliente A pediu o produto X e o cliente B, o produto Y, porém o garçom inverteu o desconto. Para não interferir diretamente no sistema, já que não há a opção de cancelar o consumo, foi realizada uma carga para cada um no valor do produto incorreto e, em seguida, o desconto do produto correto.

Ao final do evento, ouviu-se a opinião dos operadores. Os garçons elogiaram o sistema, o operador de caixa sugeriu a implantação de transferência de saldo entre cartões, pois a soma dos saldos de dois clientes possibilitariam a compra de um produto cujo valor era superior ao saldo individual de ambos. Além disso, para formalizar a validação do sistema, os usuários responderam a um questionário de avaliação do uso do QRmesse, a partir do qual foi gerado o Quadro 4.

Quadro 4: Respostas do questionário de avaliação de usuários do QRmesse.

Quanto à facilidade de uso do QRmesse:							
Opções	Muito fácil	Fácil	Moderadamente fácil	Difícil	Muito difícil		
Respostas	3	2	0	0	0		
Quão rápida é a leitura de cartões QR Code no sistema?							
Opções	Muito rápida	Rápida	Normal	Lenta	Muito lenta		
Respostas	2	3	0	0	0		
A agilidade no atendimento ao consumidor utilizando o sistema QRmesse se comparado ao atendimento convencional torna-se:							
Opções	Muito mais ágil	Mais ágil	Não se altera	Mais lenta			
Respostas	1	3	1	0	0		
Quanto às cores, tamanhos de fontes e disposição dos elementos nas telas do sistema:							
Opções	Totalmente adequados	Adequados	Normais	Inadequados	Totalmente inadequados		
Respostas	3	2	0	0	0		
Qual é sua percepção sobre a maioria dos clientes que consumiram produtos via o QRmesse?							
Opções	Elogiaram o uso do sistema com QR Code	Mostraram-se indiferentes		Criticaram o sistema de Cartões			
Respostas	4	1		0			
Você acha útil a aplicação desse sistema para agilizar pedidos em um evento?							
Opções	Muito útil	Útil	Indiferente				
respostas	2	3	0				

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou o uso de tecnologias para desenvolvimento de aplicações Java Web com Web Service que realizam a integração com dispositivos móveis Android utilizados como leitores de QR Code e aplicados na construção de um sistema que gerencia as vendas em eventos comunitários.

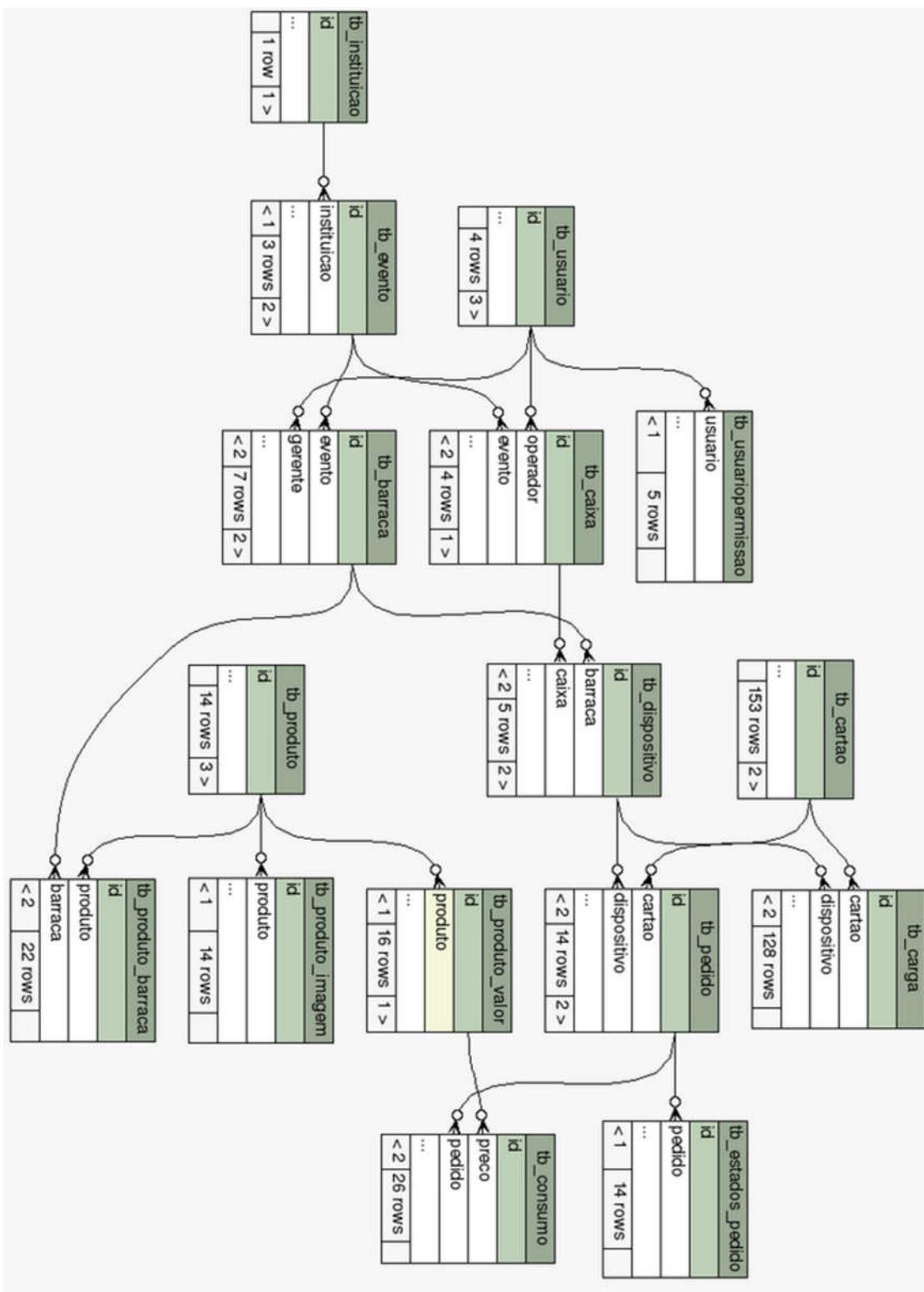
Conforme os resultados do teste realizado, pode-se dizer que os recursos disponíveis em dispositivos móveis, como a facilidade de conexão com redes *wifi* e a utilização da câmera para realizar a leitura de QR code permitem a criação de um sistema computacional que agilize e organize os processos de compra e venda de produtos em eventos comunitários.

O sistema poderia melhorar a experiência dos participantes do evento, se, para eles, estivesse disponível o acesso ao Web Service para, por exemplo, saber sua posição na fila de pedidos ou até mesmo realizar pedidos. Todavia, para essa funcionalidade, deverão ser levados em conta aspectos de segurança de acesso, a fim de evitar fraudes.

REFERÊNCIAS

- BEZERRA, A. C. A. Festa e cidade: entrelaçamentos e proximidades. **Espaço e Cultura**, n.23, p.7-18, 2012.
- CHEONG, S. N.; CHIEW, W. W.; YAP, W. J. Design and development of Multi-touchable E-restaurant Management System. INTERNATIONAL CONFERENCE ON IEEE. Science and Social Research (CSSR), 2010. p.680-685.
- CHUANG, J.-C.; HU, Y.-C.; KO, H.-J. A novel secret sharing technique using QR code. **International Journal of Image Processing**, v. 4, n. 5, p. 468-475, 2010. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=E41525789B894D6CA2E4C19526FCD8BA?doi=10.1.1.740.3429&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 6 nov. 2018.
- DB-ENGINES. DB-Engines Ranking - Trend of Relational DBMS Popularity. **DB-Engines**, Knowledge Base of Relational and NoSQL Database Management Systems, 2017. Disponível em: <https://db-engines.com/en/ranking_trend/relational+dbms>. Acesso em: 25 abril 2018.
- CONTI, G. **Arquitetura e implementação de sig móvel embasado em conceitos da internet das coisas**. 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa.
- DHORE, V. B. E. A. Digital Table Booking and Food Ordering System Using Android Application. **International Journal of Emerging Engineering Research and Technology**, v.2, n.7, p.76-81, 2014.
- FIELDING, R. T. I. **Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures**. University of California, 2000.
- GOOGLE. Where's my Gphone? **Google Official Blog**, 2007. Disponível em: <<https://googleblog.blogspot.com.br/2007/11/wheres-my-gphone.html>>. Acesso em: 25 Abril 2018.
- GS1 BRASIL. História. **Bem-vindo à GS1 Brasil**, 2017. Disponível em: <<https://www.gs1br.org/sobre-a-gs1/Paginas/historia.aspx>>. Acesso em: 1 nov. 2018.
- LAYKA, V. **Learn java for web development**: Modern java web development. Apress, 2014.
- MAXIMINIANO, A. C. A. **Introdução à Administração**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- MEIRELLES, F. D. S. 28.^a Pesquisa Anual do Uso de TI, 2017. **Fundação Getúlio Vargas**, 2017. Disponível em: <<http://eaesp.fgvsp.br/sites/eaesp.fgvsp.br/files/pesti2017gvciappt.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2018.
- ORACLE. Introduction to Java EE. **Java Enterprise Edition**, 2017a. Disponível em: <<https://javaee.github.io/tutorial/overview001.html>>. Acesso em: 3 nov. 2018.
- ORACLE. The Java EE 6 Tutorial. **ORACLE Help Center**, 2017b. Disponível em: <<https://docs.oracle.com/javaee/6/tutorial/doc/gijqy.html>>. Acesso em: 19 nov. 2018.

- OSUNA, E. E. The psychological cost of waiting. **Journal of Mathematical Psychology**, v.29, n.1, p.82-105, 1985.
- PARRA, F. A influência do QR Code na reconfiguração da interação com o ciberespaço. **Revista de Estudos de Gestão, Informação e Tecnologia**, Itaquaquecetuba, v.2, n.4, p.50-61, jul. 2015.
- PATEL, K. J.; PATEL, U.; OBERSNEL, A. PDA-based Wireless Food Ordering System for Hospitality Industry – A Case Study of Box Hill Institute. **WIRELESS TELECOMMUNICATIONS SYMPOSIUM**. WTS 2007. IEEE, 2007. p.1-8.
- QR CODE.COM. History of QR Code. **QR Code.com**, 21017. Disponível em: <<http://www.qrcode.com/en/history/>>. Acesso em: 1 nov. 2017.
- ROMANO, R. R. **Os impactos do uso de tecnologia da informação e da identificação e captura automática de dados nos processos operacionais do varejo**. FGV-EAESP. São Paulo. 2011.
- SARKAR, S. E. A. Integration of Touch Technology in Restaurants using Android. **International Journal of Computer Science and Mobile Computing**, v.3, n.2, p.721-728, 2014.
- SENHORAS, E. M. **O varejo supermercadista sob perspectiva**, v.9, n.3, mai-jun 2003.
- STONES, R.; MATTHEW, N. **Beginning databases with PostgreSQL**: from novice to professional. Apress, 2006.
- TANPURE, S. S.; SHIDANKAR, P. R.; JOSHI, M. M. Automated food ordering system with real-time customer feedback. **International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering**, v.3, n.2, 2013.
- VARANASI, B.; BELIDA, S. **Spring REST**. Apress, 2015.
- YOUSAF, H. **Performance evaluation of java object-relational mapping tools**. University of Georgia, 2012.
- ZXING PROJECT. ZXing Project. **ZXing Project**, 2017. Disponível em: <<https://github.com/zxing>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

Apêndice 1 – Diagrama Entidade Relacionamento da base de dados do QRmesse.

Aplicativos educacionais com inteligência artificial

Educational applications with artificial intelligence

Lenon Silva Assalin¹, Suzan Kelly Borges Piovesan²

Ciência da Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-SH)

lenon@alunos.utfpr.edu.br¹, suzanlpiovesan@utfpr.edu.br²

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo testar funcionalidades de três aplicativos que possuem como plataforma smartphones e que utilizam inteligência artificial para solucionar problemas matemáticos. Para os testes propostos, usou-se um smartphone da marca LG, modelo K10, e como entrada para os aplicativos, a equação $\int_2^3 5x^3 + 3 dx$. Os três aplicativos foram capazes de gerar resultados corretos quanto a equação proposta a eles, mas podem ser melhorados no que diz respeito à leitura e processamento de imagem. Sugere-se a melhoria dos aplicativos, adicionando-se resoluções de equações mais complexas, como integrais triplos.

Palavras-chave: aplicativos; inteligência artificial; problemas matemáticos.

ABSTRACT

This article aims to present the functionalities of three apps that have as platform smartphones and that make use of artificial intelligence to solve mathematical problems. For the tests, a LG smartphone, model K10 was used to obtain the equation $\int_2^3 5x^3 + 3 dx$. All three apps have been able to generate correct results as to the equation proposed to them, but they can be improved with respect to reading and image processing. It is possible to improve the apps, adding to resolutions of more complex equations, such as triple integrals.

Keywords: Apps; artificial intelligence; mathematical problem.

Referência:

ASSALIN, L. S.; PIOVESAN, S. K. B. Aplicativos Educacionais com Inteligência Artificial. In: SEMANA TECNOLÓGICA ACADÊMICA DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO DA UTFPR-SH, 5., 2018, Santa Helena, PR. Anais.... Santa Helena: UTFPR, 2018. p.35-45. Disponível em: <<http://sh.utfpr.edu.br/setac/Anais2018.pdf>>.

INTRODUÇÃO

A inteligência artificial (IA) é um dos campos mais recentes na área da Computação. Teve início após a Segunda Guerra Mundial, com o objetivo de simular as atividades intelectuais humanas e, eventualmente, simular manifestações psíquicas mais complexas, como afetividade e desejo (RUSSELL e NORVING, 2013).

Atualmente, existem várias áreas de atuação que fazem uso de IA, como, por exemplo, *machine learning*, robótica, veículos autônomos. Uma das áreas com menor visibilidade é a área educacional, em que, mesmo havendo algumas aplicações, ainda se encontra pouco desenvolvida em relação às demais áreas. A IA faz uso de ferramentas para tentar reproduzir o pensamento humano, enquanto o ser humano faz uso da educação como um meio para desenvolver mentes pensantes. Isso faz com que, de alguma maneira, uma complemente a outra.

A partir disso, este trabalho tem como objetivo apresentar e discutir três aplicativos de dispositivos móveis que fazem uso de IA para solucionar problemas voltados à matemática: o Socratic, o Cymath e o Photomath.

1 REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

1.1 REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir são apresentadas definições de inteligência artificial, assim como seu uso dentro da educação.

1.1.1 Definições de Inteligência Artificial

Não há uma definição conclusiva sobre o que é IA. Segundo Russell e Norving (2013), muitos estudiosos tentam dar suas próprias definições sobre o termo nascido em 1956, em uma conferência na cidade de Dartmouth. Algumas delas estão expostas a seguir.

Segundo Santos (2018), a inteligência artificial é um ramo de pesquisa da Ciência da Computação que busca, por meio de símbolos computacionais, construir mecanismos e dispositivos que simulem a capacidade do ser humano de pensar, resolver problemas, ou seja, de ser inteligente.

Ao longo do tempo, surgiram definições em quatro categorias diferentes para responder ao que é inteligência artificial. A primeira categoria é denominada “pensando como um humano”. Sobre isso, Bellman (1978) diz que IA é a automatização de atividades associadas ao pensamento humano, como a tomada de decisão, resolução de problemas e o aprendizado. Uma segunda categoria seria “pensando racionalmente”. Nessa categoria, Charniak e McDermott (1985) dizem que IA é o estudo das faculdades mentais pelo uso de modelos computacionais. Já uma terceira categoria enquadra-se em “agindo como seres humanos”. Nessa categoria, Kurzweil (1990) trata a IA como sendo a arte de criar máquinas que executam funções que exigem inteligência, quando executadas por pessoas. Por fim, a quarta categoria é “agindo racionalmente”. Nessa última categoria, Poole et al. (1998) citam que a inteligência artificial é o estudo do projeto de agentes inteligentes.

1.1.2 O Teste de Turing

Em 1950, Alan Turing propôs um método de avaliação para determinar se uma máquina poderia apresentar inteligência. Esse método mais tarde ganhou o nome de Teste de Turing.

Segundo Turing (1950), em vez de perguntar se as máquinas pensam, deve-se perguntar se as máquinas podem passar por um teste de inteligência comportamental. O teste para determinar se uma máquina possui inteligência comportamental consiste em ter um interrogador humano, um voluntário também humano e uma máquina. Assim, apenas por troca de mensagens o interrogador deve ser capaz de discernir se quem está do outro lado do computador é um ser humano ou uma máquina. O exame proposto não tem o objetivo de testar a inteligência da máquina, e sim se ela consegue exibir comportamentos que um ser humano normal demonstra.

Após quase 70 anos, o teste ainda se mostra relevante, pois até a data presente não se tem notícia de uma máquina que tenha passado com êxito em qualquer tipo de experiência proposta pelo teste.

1.1.3 Inteligência Artificial e Educação

Não é de hoje que se pode observar a deficiência na educação no Brasil. Segundo Barros (2018), o modelo de ensino brasileiro é lento, para uma era de mudanças exponenciais. Para ajudar os estudantes nessa corrida, é necessário criar novos modelos capazes de desenvolver habilidades fundamentais ao mundo atual e, consequentemente, a demanda de inteligência artificial.

Com a ajuda da IA no campo educacional, tem-se utilizado agentes inteligentes, capazes de prover o armazenamento dos dados do aluno, e com essas informações oferecer um conteúdo

mais específico para a necessidade de cada aluno. Ainda sobre os agentes, para Borges (2017, s.p.):

Com os avanços da IA, finalmente, temos os meios e as capacidades técnicas para que, na maior parte do tempo, o professor esteja focado no planejamento das aulas, tornando-se um curador e organizador dentro da plataforma de diversos conteúdos, exercícios individuais e em grupo, presenciais ou remotos, além de outros materiais educacionais interativos. O professor deve, nesta fase, concentrar-se em entender a necessidade e os perfis dos alunos, bem como prover ferramentas para auxiliá-los a resolver sozinhos os problemas e dificuldades que possam encontrar.

Nesse sentido, Pereira (2012, p.1) destaca que, “Mesmo que este avanço tenha acontecido recentemente e de uma maneira muito rápida, existem muitos estudos e pesquisas de ferramentas que aplicam técnicas da inteligência artificial para facilitar o processo de educação”.

A Educação a Distância vem evoluindo juntamente com a sociedade e as tecnologias. Iniciou por correspondências, e hoje faz uso da Internet para sua realização. Para que esse modelo de ensino ocorra, é necessária a realização de pesquisas de técnicas que facilitem o processo de ensino-aprendizagem, e esse estudo é feito por uma área da Ciência da Computação: a inteligência artificial (FRANCELINO, 2015).

Cada vez mais presente, a IA aplicada na Educação a Distância busca facilitar a vida dos estudantes, propondo métodos de ensino em que o estudante possa obter uma compreensão simples e direta do assunto em questão. Ela também objetiva filtrar as necessidades do aluno, buscar o que ele mais tem dificuldade e apresentar conteúdos que possam ajudá-lo a sanar suas dúvidas.

Pereira (2012) destaca que existem três técnicas baseadas em IA utilizadas nas ferramentas de EaD: sistemas especialistas, redes neurais artificiais e sistemas de lógica *fuzzy* ou difusa.

Sobre sistemas especialistas, “são programas que utilizam conhecimento e procedimentos inferenciais para resolver problemas que normalmente requerem muita perícia humana” (WEBBER et al., 2009, p.1).

Uma breve explicação sobre o que são redes neurais artificiais é dada por Ferreira et al. (2008, p. 4).

Redes neurais artificiais são compostas por nós simples no sentido que seu estado pode ser demonstrado em números ou valores de ativação. Cada um de seus nós gera uma saída baseada em sua ativação. A interligação destes nós é feita através das arestas rotuladas com pesos, e o valor de saída de um nó é transmitido a todos os nós com os quais este se conecta.

Já sobre os sistemas lógicos *fuzzy*:

A aplicação da lógica *fuzzy* busca identificar os comportamentos observáveis do estudante sobre o conteúdo e suas atividades de aprendizagem. [...] Baseado nos resultados gerados pela função *fuzzy*, o sistema promove recursos e orientações coerentes ao caminho de aprendizagem mais eficiente para cada aluno no decorrer de seu curso (BARONE et al., 2009, p. 5).

1.1.4 Tecnologias Móveis e Educação

A cada dia que passa, o uso dos dispositivos móveis aumenta. Essa tecnologia acresce em número de usuários a cada dia, pela facilidade de acesso e por seu simples manuseio. Segundo Ferreira e Tomé (2010), a presença de jovens é indissociável da presença de celulares. Podem estar falando, escrevendo SMS, lendo mensagens, ouvindo música, tirando fotos, compartilhando informação ou qualquer outra atividade, mas certamente têm um celular ligado e pronto a funcionar.

O fato de o jovem aluno sempre ter um celular consigo traz a ideia de utilização dessa tecnologia em sala de aula. Viana (2012) cita que a tecnologia permitiu que a interatividade e o maior e mais rápido acesso à informação chegassem às salas de aula. Assim, *tablets*, lousas digitais, *datashows*, redes sociais e *sites* educativos tornaram-se grandes parceiros dos professores na hora de ensinar.

Com o avanço da tecnologia móvel, cada vez mais aumenta a quantidade de aplicativos voltados às mais diversas áreas, devido à facilidade de acesso. Segundo Lemes (2014, s.p.):

Os *smartphones* comportam aplicativos de todas as naturezas possíveis e imagináveis. Se existe uma necessidade humana, alguém já pensou e desenvolveu um aplicativo para tal finalidade. E a área da educação vem se beneficiando cada vez mais destas ferramentas digitais, assim como as demais necessidades humanas contempladas pelas aplicações digitais.

1.2 REFERENCIAL METODOLÓGICO

A partir disso, propõe-se testar o desempenho de três aplicativos educacionais. A seguir são apresentados os testes realizados, assim como a metodologia desenvolvida para aplicá-los.

1.2.1 Testes

Fez-se um teste em três aplicativos que usam inteligência artificial para resolução de problemas matemáticos: Socratic, Cymath e Photomath, todos eles obtidos a partir da loja Google Play. Usou-se um *smartphone* da marca LG, modelo K10 com uma câmera de 13 *megapixels*, assim se obtendo fotos com resolução de até 4160x3120 *pixels*.

Para realização dos testes, o *smartphone* foi posicionado em frente à tela de um *notebook* que exibia o *site* do Google Imagens. Após uma busca realizada para o texto “função integral”, dentre várias equações, foi escolhida a equação $\int_2^3 5x^3 + 3 dx$.

1.2.1.1 Socratic

O Socratic usa reconhecimento de imagem, inteligência artificial e informações da Internet para interpretar questões de matemática. Com uma simples foto do problema, o aplicativo consegue resolver as equações, que vão das mais simples, como soma e subtração, até as mais avançadas, por exemplo, derivada e integral. O aplicativo também consegue encontrar respostas voltadas para várias matérias, desde história até literatura. Também se podem digitar as equações ou perguntas desejadas, caso o usuário não queira tirar foto da questão ou a câmera não consiga focá-la bem, o que impossibilita o reconhecimento do exercício pelo aplicativo.

A Figura 1 apresenta a tela inicial do Socratic. Pode-se perceber que, com apenas dois botões, o usuário escolhe se deseja tirar uma foto do problema ou digitá-lo. Na aba ABC, os problemas podem ser digitados.

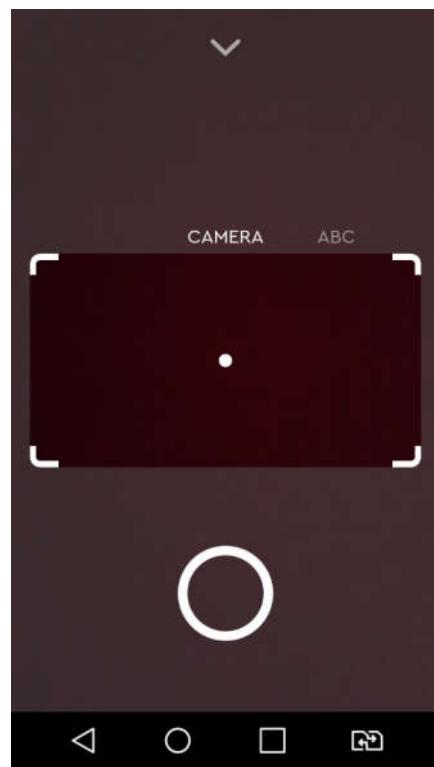


Figura 1: Tela inicial do Socratic.

A Figura 2 apresenta a tela da câmera do aplicativo. Observa-se que, após a foto ser exibida, é disponibilizada a opção de marcar apenas o problema que o usuário deseja resolver.

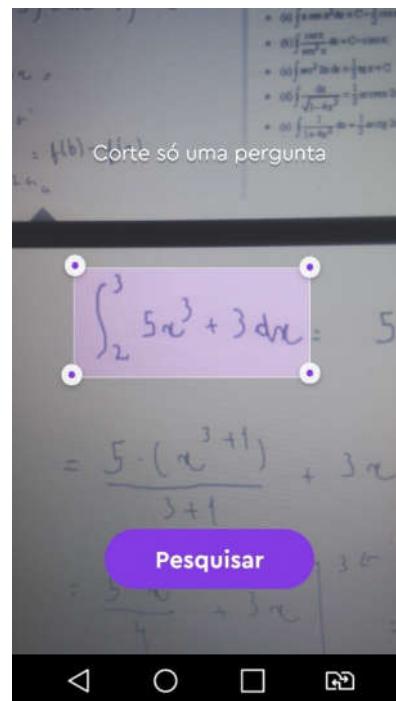


Figura 2: Teste da câmera do Socratic.

Como se pode observar na Figura 3, o aplicativo oferece o passo-a-passo de como o problema foi resolvido. Em alguns pontos, ele ainda explica como os cálculos foram realizados, para que não haja dúvidas sobre o método utilizado na solução encontrada.

The screenshot shows a step-by-step solution for the integral problem $\int_2^3 (5x^3 + 3) dx$. The steps are numbered 1 through 20, illustrating the process from the original equation to the final simplified result.

- Step 1:** $\int_2^3 5x^3 + 3dx$
- Step 2:** $\int_2^3 (5x^3)dx + \int_2^3 (3)dx$
- Step 3:** $5 \left(\int_2^3 (x^3)dx \right) + \int_2^3 (3)dx$
- Step 4:** $5 \left(\frac{x^{3+1}}{3+1} \Big|_2^3 \right) + \int_2^3 (3)dx$
- Step 5:** $5 \left(\frac{3^{3+1}}{3+1} - \frac{2^{3+1}}{3+1} \right) + \int_2^3 (3)dx$
- Step 6:** $5 \left(\frac{3^4}{3+1} - \frac{2^4}{3+1} \right) + \int_2^3 (3)dx$
- Step 7:** $5 \left(\frac{81}{3+1} - \frac{16}{3+1} \right) + \int_2^3 (3)dx$
- Step 8:** $5 \left(\frac{81}{4} - \frac{16}{4} \right) + \int_2^3 (3)dx$
- Step 9:** $5 \left(\frac{81}{4} - 4 \right) + \int_2^3 (3)dx$
- Step 10:** $5 \cdot \frac{65}{4} + \int_2^3 (3)dx$
- Step 11:** $\frac{5 \cdot 65}{4} + \int_2^3 (3)dx$
- Step 12:** $\frac{325}{4} + \int_2^3 (3)dx$
- Step 13:** $\frac{325}{4} + \int_2^3 (3)dx$
- Step 14:** $\frac{325}{4} + 3x^3 \Big|_2^3$
- Step 15:** $\frac{325}{4} + 3 \cdot 3^3 - 3 \cdot 2^3$
- Step 16:** $\frac{325}{4} + 3 \cdot 3 - 3 \cdot 2$
- Step 17:** $\frac{325}{4} + 9 - 3 \cdot 2$
- Step 18:** $\frac{325}{4} + 9 - 6$
- Step 19:** $3 + \frac{325}{4}$
- Step 20:** $3 + \frac{325}{4}$
- Step 21:** $\frac{337}{4}$

Annotations from the right side of the interface:

- Step 18:** Reúne e combina termos semelhantes.
- Step 19:** Identifica os termos semelhantes e agrupa-os.
- Step 20:** Combina $9 + -6$ para obter 3.

Figura 3: Resoluções do Socratic.

A Figura 4 traz um exemplo de como o aplicativo consegue buscar respostas na Internet, mostrando, assim, alguns sites com respostas para uma pergunta que o usuário tenha feito.

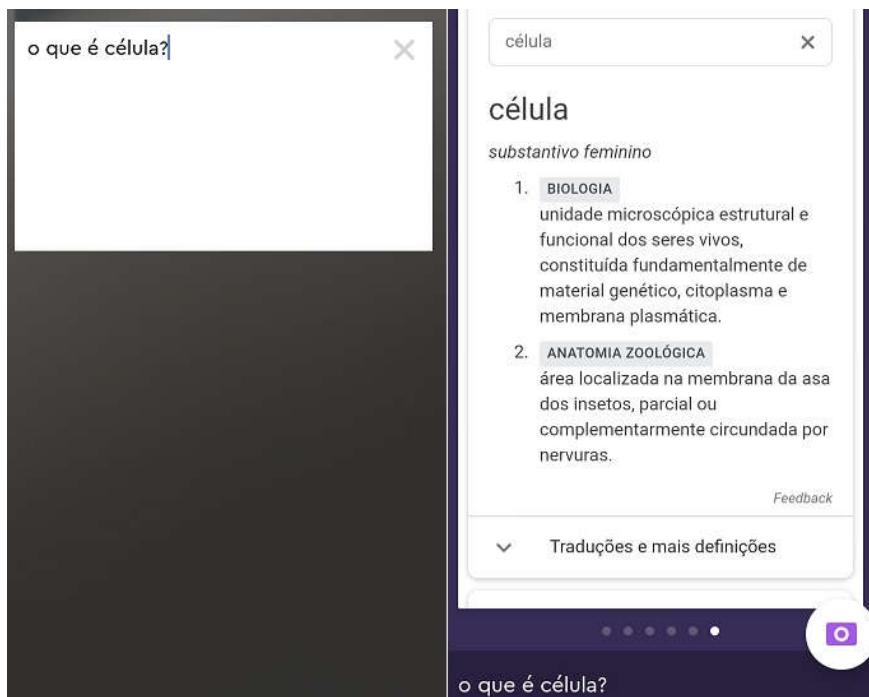


Figura 4: Busca escrita do Socratic.

1.2.1.2 Cymath

O Cymath também faz uso de reconhecimento de imagem e inteligência artificial para interpretar as questões. O teclado mostra-se completo, apresentando várias opções para o usuário.

Uma diferença entre o Cymath e o aplicativo Socratic é que o Cymath só resolve questões de matemática. O aplicativo é básico, com poucos recursos visuais, mas cumpre a função a que se propõe, assim, resolveu a equação de teste.

Conforme mostra a Figura 5, o aplicativo Cymath disponibiliza um teclado detalhado. Desse modo, oferece para o usuário uma quantidade variada de possibilidades para resolver diversos problemas.

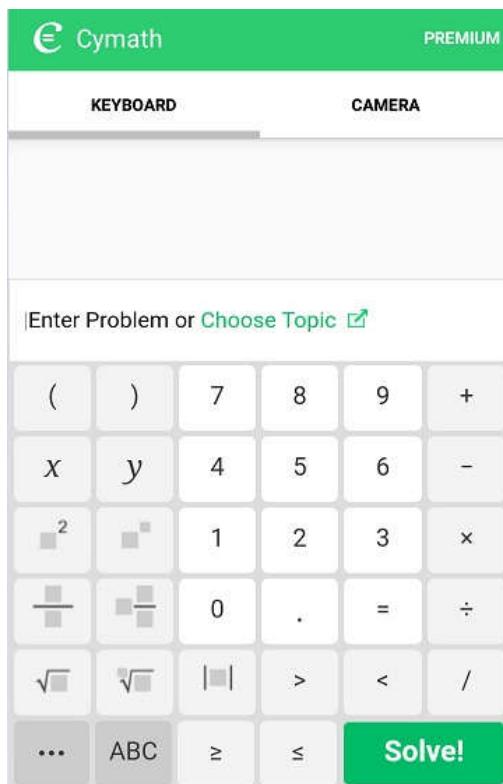


Figura 5: Tela com o teclado do aplicativo Cymath.

A Figura 6 mostra várias opções para resoluções de problemas matemáticos, de acordo com a necessidade de solução, isto é, o usuário pode direcionar o aplicativo para realizar a operação desejada.

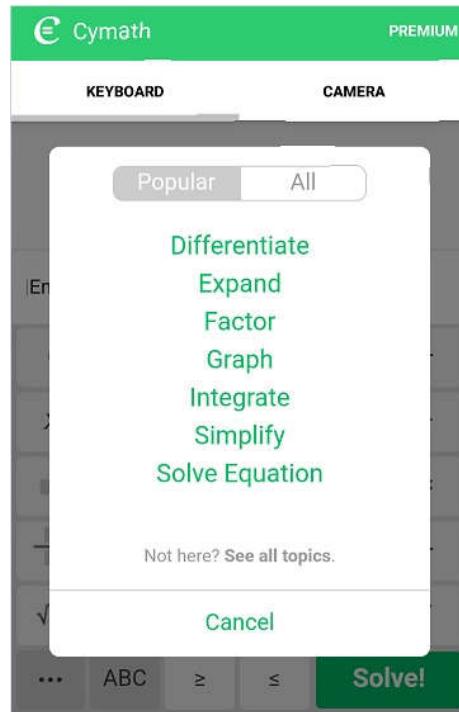


Figura 6: Problemas que o Cymath resolve.

Como se pode observar, o Cymath oferece variados tópicos para ajudar o usuário a encontrar as soluções para os problemas em variados níveis, do mais básico ao mais complexo, ou seja, desde uma conta de simplificação até a resolução de integral – por exemplo, a integral usada como teste neste trabalho.

1.2.1.3 Photomath

Como os outros aplicativos testados, o Photomath também usa reconhecimento de imagem e inteligência artificial para interpretar e resolver questões matemáticas. O aplicativo apresenta uma gama ainda maior de opções para resoluções de exercícios e consegue ser ainda mais completo que o Cymath.

Uma diferença entre ele e o aplicativo Cymath é que o Photomath, apesar de só resolver questões de matemática, oferece conteúdo mais completo em relação à parte da calculadora.

A Figura 7 mostra que o aplicativo Photomath permite o usuário gerenciar o histórico de problemas solucionados, com uma opção de adicionar os problemas aos favoritos, como mostra a Figura 8.



Figura 7: Tela de histórico do Photomath.



Figura 8: Tela de soluções do Photomath.

A tela de soluções do Photomath, além de mostrar a resolução do problema selecionado pelo usuário, oferece opções para editar e para reportar problemas que o aplicativo possa apresentar.

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os três aplicativos foram capazes de gerar resultados corretos para a equação proposta a eles, mas podem ser melhorados no que diz respeito à leitura e processamento de imagem. Os aplicativos testados têm público-alvo abrangente, pois conseguem encontrar respostas para questões básicas e também para questões mais complexas. Crianças conseguem facilmente utilizá-

los. Com uma interface básica, torna-se intuitiva sua utilização, além do fato de os aplicativos serem facilmente encontrados na loja da Google Play. Até o momento não há nenhuma das opções na Apple Store.

O aplicativo Socratic mostrou resultado aceitável na resolução do problema proposto a ele por meio da câmera, apresentando solução bem explicada e didática. Apesar de possuir a melhor avaliação na Google Play, dentre os três aplicativos testados, ele não possui um teclado em que o usuário possa digitar problemas matemáticos. Caso o celular do usuário não possua uma câmera com resolução apropriada, torna-se difícil utilizá-lo.

Com o Cymath, o teclado mostrou-se admissível na usabilidade. O aplicativo dá ao usuário solução bem explicada, contudo, a leitura da câmera mostrou-se inferior à dos demais, forçando o usuário, muitas vezes, a digitar os problemas. Ainda, pode-se destacar que o aplicativo possui uma versão *premium*, oferecendo, assim, um número restrito de funcionalidades ao usuário que usa a versão gratuita.

O Photomath, que é totalmente gratuito, cobre todos os requisitos matemáticos, testados por oferecer um teclado completo e abas intuitivas. Porém, o aplicativo, por não ter a opção de tirar foto, somente tenta fazer a leitura do problema para o qual o usuário está apontando no momento. Assim sendo, muitas vezes o aplicativo não consegue compreender o que o usuário está buscando.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve o objetivo de verificar a usabilidade de aplicativos para dispositivos móveis que utilizam inteligência artificial e são voltados para a educação. De maneira simples, foram testados os aplicativos Socratic, Cymath e Photomath. Os três aplicativos mostraram-se satisfatórios, mas podem ser melhorados quanto a seu processamento de imagem e resolução de problemas mais complexos como, por exemplo, integrais triplas, que não são resolvidas por eles.

Futuramente, a inteligência artificial estará presente em todas as áreas de conhecimento, possibilitando a quem a utilize maior agilidade e facilidade em práticas que até o momento não possuem o apoio dessa tecnologia. Este artigo demonstra um exemplo de como a inteligência artificial consegue beneficiar a área da educação, portanto, quanto antes ela for introduzida no meio educacional, alunos e professores poderão usufruir dos ganhos que ela trará.

Entretanto, assim como em todos os meios, existe a possibilidade de o aluno fazer uso dessa tecnologia apenas para copiar os resultados que os aplicativos oferecem, o que faz com que o ganho na produtividade não seja efetivo quanto ao desenvolvimento educacional. É preciso saber usar a tecnologia de maneira que beneficie a educação e o aprendizado.

REFERÊNCIAS

- BARONE, Dante A. C. e RISSOLI, Vandor R. V. e GIRAFFA, Lúcia M. **Uma proposta de aplicação de lógica Fuzzy para modelagem do processo de raciocínio de um assistente virtual.** 2009. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/584/570>>. Acesso em: 04 ago. 2018.
- BARROS, Evandro. **Inteligência Artificial:** educação impactará mais que a tecnologia. Administradores. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/noticias/cotidiano/inteligencia-artificial-educacao-impactara-mais-que-a-tecnologia/124042/>>. Acesso em: 15 maio 2018.
- BELLMAN, Richard. **An introduction to artificial intelligence:** Can Computers Think? Boyd & Fraser Publishing Company, 1978.
- BORGES, Henrique. **Inteligência artificial na educação.** 2017. Disponível em: <<https://medium.com/cesar-reports/intelig%C3%A1ncia-artificial-na-educa%C3%A7%C3%A3o-fada8c73740>>. Acesso em: 12 maio 2018.

- CHARNIK, Eugene e MCDERMOTT, Drew. **Introduction to Artificial Intelligence**. Massachusetts: Addison-Wesley, 1985.
- CYMATHE. Disponível em: <<https://www.cymath.com/>>. Acesso em: 21 abr. 2018.
- FERREIRA, Fabiano Rodrigues; SILVEIRA, Ismar Frango; MUSTARO, Pollyana Notargiacomo. Uso de redes de Kohonen na recuperação personalizada de Objetos de Aprendizagem: Um estudo de caso no ensino de ritmos musicais brasileiros. In: Workshop sobre Informática na escola, 5., Belém do Pará, PA. **Anais do XXVIII Congresso da SBC**. 2008. p.352-361. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/995/981>>. Acesso em: 14 maio 2018.
- FERREIRA, Eduarda e TOMÉ, Irene. Jovens, Telemóveis e Escola. **Educação, Formação & Tecnologias**. Lisboa, v.3, n.2, p.24-34. abr. 2010. Disponível em: <<http://eft.educom.pt/index.php/eft/article/view/148/85>>.
- FRANCELINO, Luciene de Aguiar. A Inteligência Artificial na Educação a Distância. **Revista Cesuca Virtual**, v.2, n.4, p.22-28, set. 2015. Disponível em: <<http://ojs.cesuca.edu.br/index.php/cesucavirtual/article/view/934>>. Acesso em: abril 2018.
- KURZWELL, Raymond. **The Age of Intelligence Machines**. Massachusetts: MIT Press, 1990.
- LEMES, David de Oliveira. A inteligência artificial nunca irá substituir o professor. **Medium**. Disponível em: <<https://medium.com/@dolemen/a-intelig%C3%A3o-artificial-nunca-ir%C3%A3o-substituir-o-professor-776785a2d43f>>. Acesso em: 16 maio 2018.
- PEREIRA, Guilherme Vota. **A inteligência artificial aplicada na educação**. Florianópolis, 2012. Disponível em: <http://www.ceavi.udesc.br/arquivos/id_submenu/387/guilherme_vota_pereira.pdf>. Acesso em: 14 maio 2018.
- PHOTOMATH. Disponível em: <<https://photomath.net/jobs>>. Acesso em: 02 maio 2018.
- POOLE, David, MACKWORTH, Alan e GOEBEL, Randy. **Computational intelligence: A logical approach**. Oxford: Oxford University Press, 1998.
- RUSSEL, S.; NORVING, P. **Inteligência artificial**. 3.ed. Rio de Janeiro: Campus, 2013.
- SOCRATIC. Disponível em: <<https://socratic.org/>>. Acesso em: 13 abr. 2018.
- SANTOS, Marco Aurélio da Silva. Inteligência Artificial. **Brasil Escola**. Disponível em: <<https://brasilescola.uol.com.br/informatica/inteligencia-artificial.htm>>. Acesso em: 15 maio 2018.
- TURING, Alan. Computing Machinery and Intelligence. **Mind, New Series**, Oxford, v.59, n.236, p.433-460, out. 1950.
- VIANA, Gabriela. A tecnologia invade a sala de aula: veja recursos que auxiliam o ensino. **Techtudo**. 2012. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2012/10/tecnologia-invade-sala-de-aula-veja-recursos-que-auxiliam-o-ensino.html>>. Acesso em: 16 maio 2018.
- WEBBER, Carine e BOFF, Elisa e BONO, Fernanda. **Ferramenta especialista para avaliação de software educacional**. Caxias do Sul, 2009. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/1115/1018>>. Acesso em: 16 maio 2018.

Uma alternativa à programação imperativa: Ocaml

An alternative to imperative programming: Ocaml

Rafael Campos Nunes,¹ Giuvane Conti²

Ciência da Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-SH)
rafaelnunes@alunos.utfpr.edu.br,¹ *giuvaneconti@utfpr.edu.br*²

RESUMO

O presente trabalho intenta demonstrar a importância do paradigma funcional para o estudo e desenvolvimento de *software*, denotando características do paradigma e, sobretudo, da linguagem de programação OCaml. Faz-se também uma comparação direta entre dois paradigmas, o imperativo e o funcional. A linguagem de programação adotada é o C++ para representar o paradigma imperativo e, nesse contexto, a comparação avalia a quantidade de código escrito para transmitir uma ideia, legibilidade e *performance*. Ao final são discutidas diferenças de implementação, vantagens e desvantagens dessas duas linguagens. Resulta evidente que linguagens funcionais são alternativas poderosas ao paradigma empregado majoritariamente.

Palavras-chave: Paradigmas de Programação; Estudo Comparativo; OCaml; Paradigma Funcional.

ABSTRACT

The intent of the present work is to show the importance of the functional paradigm to the study and development of software, denoting the paradigm's traits and, specially, of the OCaml programming language. A direct comparison is also made between the two paradigms, the imperative and the functional. The programming language used to represent the imperative paradigm is C++ and, in this context, the comparison is made under three perspectives: amount of code written to convey an intent, readability and performance where in the end a discussion about advantages and disadvantages of both languages used in this article, denoting that functional languages are powerful alternatives comparing to the major employed paradigm.

Keywords: Programming paradigms; Comparative Study; OCaml; Functional Paradigm.

Referência:

NUNES, R. C.; CONTI, G. Uma alternativa à programação imperativa: Ocaml. In: SEMANA TECNOLÓGICA ACADÊMICA DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO DA UTFPR-SH, 5., 2018, Santa Helena, PR. Anais..., Santa Helena: UTFPR, 2018. p.46-53. Disponível em: <<http://sh.utfpr.edu.br/setac/Anais2018.pdf>>.

INTRODUÇÃO

Atualmente se observa um crescimento significativo na utilização de conceitos do paradigma funcional em linguagens cujo paradigma principal é tanto orientado a objetos como procedural. Tais conceitos se concretizam com a adoção de funções anônimas (*lambda functions*), aplicação de funções em listas (*map*), filtros (*filters*), redutores (*reducers*), dentre outros utilizados em linguagens como: Java, ECMAScript – conhecido como JavaScript –, Python, C# e C++. Apesar disso, essas linguagens não tangem, *stricto sensu*, ao paradigma funcional por ainda permitirem mutabilidade de estado, efeitos colaterais, expressões de atribuição (MELO e SILVA, 2008, p.89), expressões para laços etc.

As linguagens de programação de paradigma funcional compreendem um estilo de programação que utiliza conjuntos para expressar dados sobre os quais se trabalha e funções matemáticas, isto é, a entidade matemática que transforma dados de um conjunto de entrada A em um conjunto de saída B, de tal maneira que obedeça à relação expressa pela função e, além disso, que essa correspondência, segundo Menezes (2005), seja funcional e total, concomitantemente.

A utilização dos elementos expostos no parágrafo anterior simplifica as construções de código feitas em linguagens funcionais, além de garantir, quando pura (MAESSEN, 2002), a ausência de efeitos colaterais. Dessa forma, facilita-se a compreensão do código e diminui-se o tempo gasto com depuração, pontos cruciais no desenvolvimento de *software* tolerante a falhas e robusto, além de, consequentemente, haver economia quanto ao tempo utilizado para o desenvolvimento (MINSKY, 2011). A partir disso, é oportuno levantar o questionamento: por que é importante atentar para a programação funcional?

Com a finalidade de responder ao questionamento exposto, este trabalho demonstra a importância e o significado do paradigma funcional no cenário de desenvolvimento de *software*, abordando vantagens e desvantagens, utilizando, para tal finalidade, a linguagem de programação OCaml, cujas características a validam como linguagem de alta *performance* e expressividade.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

Os paradigmas de programação, de acordo com Peter Van Roy (2009), são maneiras de programar um computador, baseando-se em uma teoria matemática ou um coerente conjunto de princípios. Cada paradigma suporta um conjunto de conceitos que é adequado para cada tipo de problema. A título de exemplo, há o paradigma orientado a objetos e o imperativo, e aquele costuma ser utilizado quando há grande quantidade de dados ou informações que estão relacionadas de alguma maneira.

Tanto o paradigma imperativo como o paradigma funcional se fundamenta em dois modelos computacionais abstratos que surgiram na década de 1930, subsidiando, dessa forma, todo o modelo computacional atual. Estes são:

1. A máquina de Turing, proposta por Alan Turing;
2. O cálculo lambda, proposto por Alonzo Church.

O primeiro modelo computacional, segundo Melo e Silva (2008), é o conceito de endereços de memória (a fita infinita), cujo conteúdo é modificado ou lido por instruções computacionais de forma que exista uma separação conceitual entre o conteúdo de um endereço de memória, comumente conhecido como célula nesse contexto, e os comandos que manipulam esse conteúdo.

O segundo modelo é tão-somente o conceito de avaliação de funções matemáticas, sendo também conceito essencial da programação funcional, e por vezes denotado de *λ-cálculo*.

O cálculo lambda pode ser compreendido, na visão de Meyer (1982), como uma maneira conveniente de escrever expressões que denotam uma função, visão corroborada por Sá e Silva (2006), que asseveraram que esse cálculo é formado por uma linguagem denotacional. Nesse contexto, a avaliação de uma função matemática pode ser entendida como uma redução, isto é, tomando-se o polinômio x^2+3x-2 , reduz-se-lhe, ao aplicar um valor à variável x, a qual pode ser substituída por um valor determinado pelo domínio da função.

Ambos os modelos descrevem modelos de computação que são equivalentes¹, no entanto, a aplicabilidade à programação funcional está atrelada ao segundo. Em suma, o modelo do cálculo lambda objetiva oferecer a construção de um arcabouço semântico para expressar funções, consequentemente compondo-as para obter a computação desejada. É válido ressaltar que esse modelo de computação, como sustenta Minsky (2011), foi e ainda é altamente influente, sendo origem de diversos avanços em projeto de linguagens, como coletores de lixo, polimorfismo paramétrico e inferência de tipos.

¹ Essa equivalência é demonstrada na tese Church-Turing (COPELAND, 1997).

É da união de aspectos funcionais, imperativos e orientados a objeto que a linguagem OCaml surge. A linguagem faz parte da família ML de linguagens – uma família de linguagens que serve como metalinguagem, nesse caso, para o provador de teoremas LCF. Desenvolvida pela entidade de pesquisa francesa Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA, 2018), oferece multifacetadas de programação que, de acordo com Formiga (2008), contemplam algumas características explicadas nas subseções seguintes: orientada a expressões; estaticamente tipada (com inferência de tipos); compilação nativa ou para bytecode; avaliação estrita e orientada a objetos.

A primeira característica concerne a como o programa é escrito nessa linguagem: todo comando escrito nela é uma expressão, ao contrário de ser um comando. Isso significa que, segundo Formiga (2008), todas as estruturas em código OCaml são declarações ou expressões. Além disso, toda expressão contém um valor, sendo as partes de uma expressão também dotadas de valor, dessa forma, a linguagem permite que o programador componha expressões a seu desejo.

A linguagem é estaticamente tipada, ou seja, todas vinculações de valores a um identificador são feitas em tempo de compilação e a semântica dessa vinculação é verificada nesta fase (MELO e SILVA, 2008). Essa característica confere tanto à OCaml como a linguagens dessa família execução de código em menor tempo, uma vez que toda variável terá seu tamanho de armazenamento definido em tempo de compilação.

Além de ser performática pelo sistema de tipos, a linguagem compila para a Categorical Abstract Machine (CAM) e para linguagem de máquina. Nesta, sua *performance* tem significativo aumento, por não depender de um ambiente de execução virtual.

A avaliação estrita, também conhecida como avaliação precoce (*eager evaluation*), é uma característica da semântica da linguagem, explicada por Melo e Silva (2008), em que cada subexpressão de um programa é avaliada na ordem em que ocorre no programa. Uma forma de apreender esse efeito é, segundo Formiga (2008), saber que, ao chamar uma função com uma tupla de argumentos, cada argumento deverá ser avaliado antes da aplicação direta a qualquer subexpressão dessa função. Consequentemente, segundo Maessen (2002), uma linguagem estrita não é considerada uma linguagem pura, pois inclui efeitos colaterais e estado.

A última característica, contemplada por OCaml e outras linguagens a partir da década de 1980, refere-se a uma metodologia de programação que, como assevera Snyder (1986), reforça o reúso de código e o projeto modular de *software*, utilizando para tal fim objetos que abstraem o comportamento e característica do objeto real a ser modelado. Essa metodologia suporta abstração de dados e a habilidade de definir novos tipos de objetos, contudo, Formiga (2008) assevera: a abordagem não é recorrentemente utilizada pela comunidade.

Ao lado das características já expostas, uma importante característica dessa e de outras linguagens, como Haskell, Scala, F# e Elm, são os tipos algébricos de dados (TAD), um tipo composto de dado que pode ser formado ao combinar outros tipos. Esses tipos, segundo Sulzmann (2006), aumentam a expressividade da linguagem, por fornecer uma maneira de expressar tanto registros como variantes na qual, sob a ótica da teoria de tipos, são um produto cartesiano e uma união disjunta, respectivamente.

Dado o exposto, é importante ressaltar que, ao escrever um *software*, seja ele de cunho empresarial ou de pesquisa, há a necessidade de se criar abstrações acerca do problema para definir as construções de código utilizadas no *software*. É sob tal fundamentação que, a título de exemplo, ao trabalhar com listas telefônicas podem-se descrever tais dados como um vetor de estruturas que contém o nome e o telefone da entidade, como pode ser observado na Figura 1.

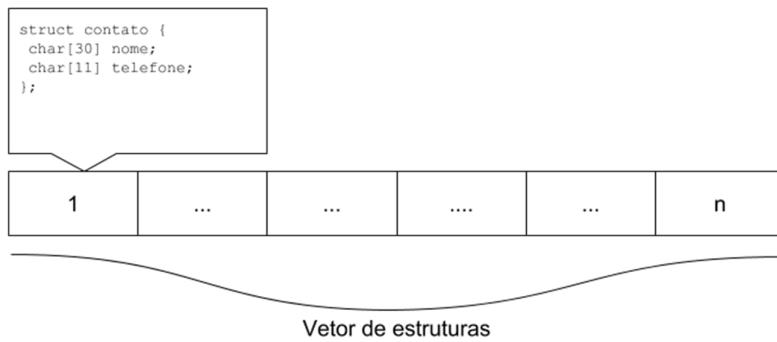


Figura 1: Vetor de estruturas.

No entanto, ao tomar como ponto de estudo a modelagem de um algoritmo a partir de dados do mundo real, observa-se que há diversas maneiras de escrevê-lo, isto é, pode-se utilizar, além da maneira denotada na figura, estruturas como `HashMap` em Java, `Map` em C++ ou, de maneira mais genérica, um tipo algébrico de dado recursivo em OCaml. Dada as diferenças de implementação, é possível comparar as implementações da linguagem como descrito na próxima seção.

2 METODOLOGIA

As ferramentas utilizadas para comparação são as linguagens de programação OCaml e C++, nas versões 4.02.3 e c++14, respectivamente. Ainda sobre ferramentas, pode-se dizer que serão utilizados os compiladores `ocamlopt` (na mesma versão da linguagem) e `g++ 5.4.0.6`.

É importante ressaltar que o *hardware* no qual foram executados os algoritmos comprehende as seguintes características: processador Intel 2350M (2,3GHz) e 12GiB de memória primária.

A fim de demonstrar a importância da escrita funcional, apresentam-se, na próxima seção, pequenos excertos de código, sob três pontos de comparação: quantidade de código escrito, legibilidade e *performance*, sendo esse último caracterizado pela quantidade de tempo utilizada para computar. Tais excertos são algoritmos vistos recorrentemente na prática da programação, ou seja, algoritmos de estruturas de dados como listas, árvores, recursividade e algoritmos de pesquisa e ordenação.

A métrica utilizada para pontuar a linguagem é a quantidade de linhas utilizadas para expressar um algoritmo, a legibilidade do código, dado que uma pessoa com pouca familiaridade na linguagem possa entender o que está escrito, e, por último, será utilizado o programa Time, disponível na plataforma Linux, para mensurar o tempo de execução em algoritmos como os de ordenação e recursividade com uma quantidade expressiva de elementos (uma ordem de 10E4). Além disso, os programas implementados em OCaml e C++ foram compilados, respectivamente, da seguinte maneira:

```
ocamlopt <nome_arquivo> -o <nome_executavel>
g++ -std=c++14 -O3 -Wall -pedantic <nome_arquivo> -o
<nome_executavel>
```

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ALGORITMOS DE ESTRUTURA DE DADOS

A linguagem OCaml permite a utilização de tipos algébricos de dados, como já citado e, dessa forma, ao implementar uma lista de dados inteiros, pode-se escrever o seguinte código:

```
1 type list = Nil | Cons of int * list;;
```

São notórias, a partir do código exposto, a simplicidade e a elegância ao escrever uma lista de dados em que seu tamanho só é limitado pela memória primária do computador.

Em contrapartida, a implementação em C++, mostrada abaixo, demanda uma quantidade maior de linhas em sua versão atual (C++14), pois ainda não disponibiliza TADs:

```
1 struct node {
2     int value;
3     struct node *next;
4 };
5 typedef struct node List;
```

Além dessa implementação, a implementação utilizando classes também é possível, contudo, não há discrepância perceptível quanto à utilização de memória primária (uma classe ou estrutura ocupam 4KiB de memória).

A partir do código mostrado, é possível inferir três consequências da utilização da linguagem funcional:

1. Menor quantidade de código;
2. Menor tempo para escrever tal código;
3. Identificação de erros mais facilmente.

A segunda e a terceira consequências são implicações diretas da primeira. Com menos elementos, é mais fácil depurar o código possivelmente errado. Essa diferença é expressivamente maior, ao definir outras estruturas, como árvores binárias ou códigos de maior porte.

3.2 ALGORITMOS RECURSIVOS

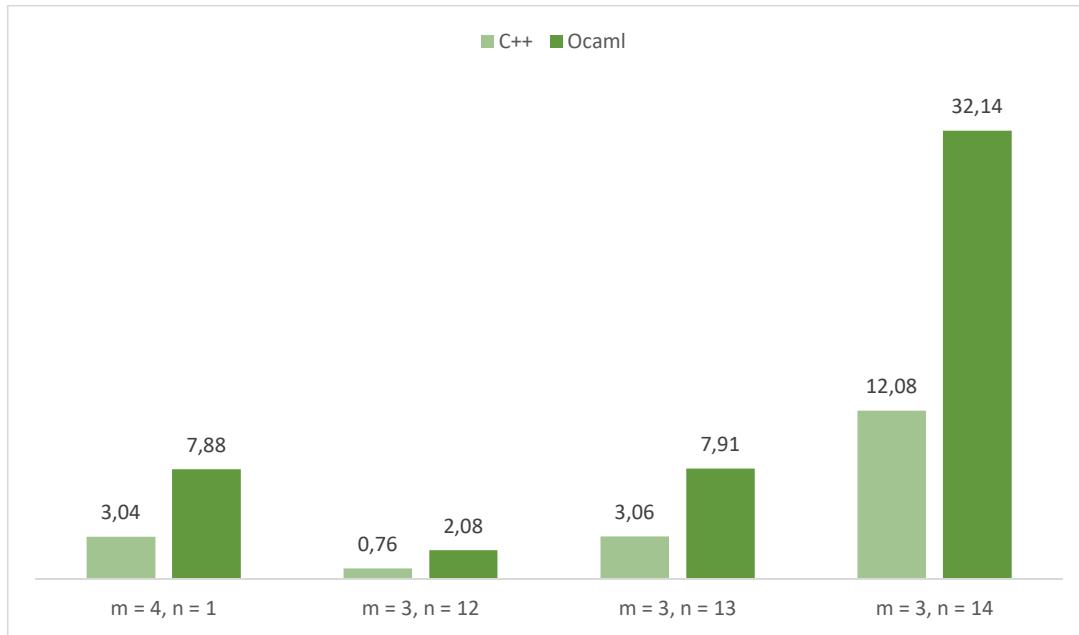
Algoritmos recursivos são, por natureza, iterativos e, consequentemente, implicam a utilização excessiva da pilha de chamada de funções (*call stack*), caso utilizem recursão. Neste artigo, utiliza-se a função recursiva de Ackermann para demonstrar a implementação e a eficiência nas duas linguagens:

```
1     int ackermann(int m, int n) {
2         if (m == 0) {
3             return n+1;
4         } else if (n == 0 && m > 0) {
5             return ackermann(m-1, 1);
6         }
7         return ackermann(m-1, ackermann(m, n-1));
8     }

1     let rec ackermann m n =
2         if m == 0 then n + 1
3         else if n == 0 && m > 0 then ackermann (m-1) 1
4         else ackermann (m-1) (ackermann m (n-1));;
```

A escrita do código anterior, apesar de um pouco estranha àqueles que não são familiarizados com linguagens funcionais, é similar à implementação em C++. Contém características imperativas denotadas pelas expressões condicionais, difere também no tempo de execução, no qual C++ se destaca pela *performance*.

Abaixo, pode ser visualizado um gráfico contendo a execução do algoritmo, definido nesta seção, para diferentes valores de *m* e *n*.

Figura 2: Gráfico de *performance* do algoritmo.

3.3 ALGORITMOS DE PESQUISA E ORDENAÇÃO

Os algoritmos de pesquisa e ordenação são aplicados sobre uma estrutura de dados com a finalidade de buscar ou ordenar elementos. É sabido também que a implementação de certos algoritmos é feita utilizando recursividade, contudo, decide-se aqui denotar essa diferença de aplicações, sendo esta dedicada ao exposto no início desta subseção.

O primeiro algoritmo a ser implementado é a busca linear, ou seja, dada uma lista de elementos e uma chave, o algoritmo se encarrega de buscar a chave na lista dada e retorna ao usuário se a chave existe ou não. Segue a implementação do algoritmo em C++.

```

1  bool search(List *l, int k) {
2      if (l == nullptr) return false;
3      while (l->next != nullptr) {
4          if (v->value == k) {
5              return true;
6          }
7          l = l->next;
8      }
9      return false;
10 }
```

O algoritmo definido em OCaml para realizar a mesma busca é:

```

1 let rec search list k =
2     match list with
3     | [] -> false
4     | h :: t -> if h = k then true else search t k;;
```

Novamente, OCaml sobressai em dois pontos, pois a construção do código exige menor quantidade de linhas, implicando código mais simples em depuração. Além disso, a alta expressividade do código pela utilização de *pattern matching* e inferência de tipos, sendo essa característica inerente ao compilador, o faz ser facilmente modificado para outra finalidade sem, no entanto, mudar o código drasticamente.

Para demonstrar essa expressividade, modifica-se o algoritmo de pesquisa para retornar a chave encontrada, em vez de um valor booleano, representando se ela foi encontrada ou não. Em OCaml, a modificação se daria da seguinte maneira:

```
1 let rec search list k =
2     match list with
3     | [] -> Nil
4     | h :: t -> if h = k then Some h else search t k;;
```

De acordo com o código anterior, OCaml garante, novamente, pontos acima de linguagens imperativas comuns. Um exemplo que demonstra a diferença gritante entre o tamanho da implementação é o algoritmo de ordenação Quicksort, pois, em C++, são 34 linhas de código utilizadas para definir o algoritmo, em OCaml são utilizadas somente 4²:

```
1 let rec quicksort = function
2     | [] -> []
3     | h :: t -> let smaller, larger =
4         List.partition (fun y -> y < h) t in
5         quicksort smaller @ (h :: quicksort larger);;
```

O tempo de depuração consequentemente é menor pelos motivos demonstrados nos códigos anteriores, ou seja, o tempo, recurso finito e imprescindível para as empresas e pessoas, pode ser mais bem aproveitado. Em contrapartida, OCaml, com relação ao tempo de execução, mostra-se demasiadamente lenta ao executar o algoritmo de Ackermann, embora, segundo Formiga (2008), a *performance* de OCaml seja próxima à da linguagem C++. Ainda, apesar de linguagens imperativas estarem se adequando cada vez mais a características funcionais³, as linguagens funcionais ainda são vanguarda, algumas em nichos específicos, como Erlang em telecomunicações, e outras em um nicho de programação de propósito geral, como Haskell.

CONCLUSÃO

Em suma, OCaml é uma linguagem com alto poder de expressividade, sendo notória a quantidade de linhas necessárias para expressar algoritmos e estruturas de dados comuns. Aliado a isso, a linguagem conta com um compilador rápido, dotado de inferência de tipos, reduzindo assim erros de vinculação de tipos, por parte dos programadores, existentes em linguagens como C++⁴ e Java.

Obtém-se a partir do trabalho desenvolvido que linguagens funcionais são alternativas poderosas que, atualmente, estão ganhando espaço para além do nicho de pesquisa, como pode ser visto no Facebook (Reason, Erlang), JaneStreet, com OCaml, dentre outras empresas que utilizam linguagens como Elm, Scala, Idris, que são baseadas no paradigma funcional.

REFERÊNCIAS

- COPELAND, B. Jack. **The Church-Turing Thesis**. Stanford, 1997. Disponível em: <<https://plato.stanford.edu/entries/church-turing>>. Acesso em: maio 2018.
FORMIGA, Andrei de Araújo. **OCaml Programação Funcional na Prática**. São Paulo: Casa do Código, 2008.

² No artigo se apresentam 5 linhas, pelo fato de a folha ter menos de 80 caracteres de comprimento.

³ Em C++17 *std::transform*, *std::optional*, *std::variant*.

⁴ Faz-se uma ressalva para C++, pois, a partir do padrão C++11, existe a possibilidade de, em algumas expressões, utilizar a palavra reservada *auto* para que o compilador deduza seu tipo.

- MAESSEN, Jan-Willem. **Hybrid Eager and Lazy Evaluation for Efficient Compilation of Haskell.** 2002. Disponível em: <<https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/16844/51442780-MIT.pdf>>. Acesso em: mai. 2018.
- MEYER, Albert R. **What is a model for the lambda calculus.** 1982. Disponível em: <https://ac.els-cdn.com/S0019995882800879/1-s2.0-S0019995882800879-main.pdf?_tid=e0fe9328-fa14-4c56-8a8cf755ce08a27c&acdnat=1526248206_8f858846a442fba113e406e0ec470a4f>. Acesso em: mai. 2018.
- MELO, Ana Cristina Vieira de, SILVA, Flávio Soares Corrêa da. **Princípios de Linguagens de Programação.** 3 ed. São Paulo: Blucher, 2014.
- MENEZES, Paulo Blauth. **Matemática Discreta para computação e informática.** 2 ed. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 2005.
- MINSKY, Yaron. **OCaml for the masses.** Disponível em: <<http://www.cslab.pepperdine.edu/warford/cosc450/ocaml-for-the-masses.pdf>>. Acesso em: mai. 2018.
- ROY, Peter Van. Programming Paradigms For Dummies: What Every Programmer Should Know. In: **New computational paradigms for computer music**, France: IRCAM/Delatour, 2009. v.104. p.9-47. Disponível em: <<http://www.sm.luth.se/csee/courses/timber/reading/VanRoy.pdf>>. Acesso em: mai. 2018.
- SÁ, Cláudio Cesar de; SILVA, Márcio Ferreira da. **Haskell Uma Abordagem Prática.** São Paulo: Novatec, 2006.
- SNYDER, Alan. **Encapsulation and inheritance in object-oriented programming languages.** 1986. Disponível em: <<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=28702>>. Acesso em: mai. 2018.
- SULZMANN, Martin, WAZNY, Jeremy, STUCKEY, Peter. **A framework for extended algebraic data types.** 2006. Disponível em: <<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2100078>>. Acesso em: mai. 2018.

Aplicação de plataforma IoT para sistemas de automação

Application of an IoT platform for automation systems

Jonathan Galdino da Silva¹, Itamar Iliuk²

Ciência da Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-SH)

jonathansilva.2016@alunos.utfpr.edu.br,¹ *itamariliuk@utfpr.edu.br*²

RESUMO

O trabalho apresenta a aplicação de uma plataforma de IoT para sistemas de automação, utilizando a ferramenta de programação Node-RED e dispositivos microcontroladores. Foram utilizados o framework Express, o interpretador Node.js e um módulo NodeMCU ESP12-E. O dispositivo lê dados de temperatura e umidade do ar, por meio de sensores. Utilizando o protocolo MQTT, esses dados são enviados para a plataforma, na qual é possível visualizá-los por meio da web.

Palavras-chave: IOT; automação; MQTT; dispositivos microcontroladores.

ABSTRACT

This paper presents the application of an IoT platform for automation systems using the Node-RED programming tool and microcontrolled devices. The Express framework, the Node.js interpreter and a NodeMCU module were used. The device reads temperature and humidity data through sensors. Using the MQTT protocol, this data is sent to the platform, where it can be viewed through the web.

Keywords: IOT; automation; MQTT; microcontrolled devices.

Referência:

SILVA, J. G.; ILIUK, I. Aplicação de plataforma IoT para sistemas de automação. In: SEMANA TECNOLÓGICA ACADÉMICA DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO DA UTFPR-SH, 5., 2018, Santa Helena, PR. *Anais...*, Santa Helena: UTFPR, 2018. p.54-64. Disponível em: <<http://sh.utfpr.edu.br/setac/Anais2018.pdf>>.

INTRODUÇÃO

Este trabalho descreve a aplicação de uma plataforma Internet das Coisas (IoT) para sistemas de automação, utilizando a ferramenta de programação Node-RED e microcontroladores. Plataformas IoT são *softwares* que conectam o sistema IoT, facilitando a comunicação, o fluxo de dados e a apresentação das informações.

Os dados são persistidos num banco de dados e posteriormente enviados para o *dashboard*, no qual é possível visualizá-los na tela do computador. A comunicação entre microcontroladores e a plataforma IoT é feita por conexão sem fio. Neste caso, a plataforma recebe dados via sensores, assim, esse dispositivo lê dados de temperatura e umidade do ar, por meio de sensores.

1 REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

1.1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1.1 Internet das Coisas

Zambarda (2014) afirma que a ideia de conectar objetos é discutida desde 1991, e que o termo “Internet das Coisas” (em inglês Internet of Things – IoT) refere-se a uma revolução

tecnológica que tem como objetivo conectar os equipamentos usados no dia a dia à rede mundial de computadores.

Segundo Avila (2016), esse tipo de tecnologia pode trazer grandes benefícios. Dois fatores estão colocando a Internet das Coisas à beira de um grande avanço. O primeiro fator é a tecnologia móvel, impulsionada pela popularização dos *smartphones*, e o segundo fator é a queda dos preços dos sensores utilizados na fabricação de eletrônicos, o que possibilita o uso desses sensores em outros tipos de objetos, como geladeiras, lâmpadas etc.

1.1.2 Sistemas IoT

Um sistema IoT é um módulo que realiza a transmissão, análise e apresentação das informações vindas de sensores e dispositivos. Segundo Mclelland (2017), um sistema IoT completo possui um fluxo de quatro etapas.

A primeira etapa é coletar os dados do ambiente, que podem ser simples, como a temperatura do ar, ou complexos, como o *feed* de um vídeo completo. A segunda etapa é a conectividade entre os sensores e a nuvem, isto é, o dado coletado na etapa anterior é enviado à nuvem. Essa conexão pode ser realizada por uma variedade de métodos, desde celular, satélite, *bluetooth*, *wifi* ou conectando-se diretamente à Internet via Ethernet. A terceira etapa é iniciada quando o dado chega à nuvem, e *softwares* realizam algum tipo de processamento nesse dado. Esse processamento pode ser simples, como a leitura da temperatura, para verificar se ela está em um intervalo aceitável, mas também pode ser complexo, como visão computacional em vídeo para identificar objetos. A última etapa é a informação ser útil, de alguma forma, para o usuário final. Isso pode ser apenas uma alerta via *e-mail*, quando a leitura de temperatura está abaixo da desejada, por exemplo.

1.1.3 Plataforma IoT

Plataforma IoT é o termo dado a *softwares* que facilitam o desenvolvimento de aplicações IoT. Cada plataforma IoT tem um padrão de arquitetura.

Segundo Gerber (2017), a arquitetura descreve a estrutura da solução IoT, incluindo aspectos físicos, ou seja, as coisas, e os aspectos virtuais, como serviços e protocolos de comunicação. Segundo a autora, adotar uma arquitetura com multicamadas permite melhorar o entendimento de como todos os aspectos mais importantes da arquitetura operam de forma independente, antes de serem integrados aos aplicativos de IoT.

A arquitetura para conectividade IoT requer que a área de TI examine uma grande variedade de opções de rede. Os líderes de TI devem avaliar cuidadosamente seus atuais requisitos de rede IoT em termos de largura de banda (*upstream* e *downstream*), confiabilidade, segurança e orçamento (custos) (DOYLE, 2018).

1.1.3 Node-RED

Node-RED é uma ferramenta de programação para Internet das Coisas, que conecta dispositivos de *hardware*, APIs e serviços *online*. Node-RED é construído em Node.js e fornece um editor de *flows* baseado em navegador, que facilita a conexão de fluxos usando nós (NODE-RED, 2018a). O Node-RED é composto por nós, e cada *nó* tem um propósito: uns gerarão dados, outros farão alguma manipulação com os dados e outros apenas passarão esses dados para outros nós (NODE-RED, 2018b).

Para exibir as informações usadas neste estudo, foi utilizado o *plug-in node-red-dashboard*. Esse *plug-in* fornece um conjunto de nós no Node-RED para criar rapidamente um painel de dados ao vivo (NODE-RED, 2018c). O *node-red-dashboard* foi instalado diretamente pelo *pallette* do

Node-RED. O *pallet* é uma ferramenta que permite instalar outros nós diretamente da interface do Node-RED.

1.1.4 Express.js

A fim de tornar a aplicação modular, foi utilizado o *framework* Express.js, que é um *framework web* rápido, flexível e minimalista para Node.js (EXPRESS, 2018). O Express disponibiliza uma vasta gama de métodos, utilitários HTTP e *middlewares*, que facilitam o desenvolvimento de uma API robusta.

O Express.js foi utilizado para servir o Node-RED, de modo a tornar a aplicação modular. Entretanto, o Node-RED pode ser instalado diretamente no computador. Para instalar e executar a aplicação em outro ambiente, basta ter o Node.js e o NPM instalados.

1.1.5 Node.js

Segundo Silva (2015), o Node.js é um conjunto de ferramentas *open-source* que permite criar servidores *web* para execução remota de aplicações JavaScript. Serviços importantes como PayPal, LinkedIn e Groupon usam Node.js para funcionar.

O Node.js trabalha com o NPM – sigla para Node Package Manager (Gerenciador de Pacotes do Node). O NPM é um repositório *online* para a publicação de projetos de código aberto para o Node.js (NODEBR, 2016). Por meio desse repositório *online*, é possível instalar pacotes, realizar o gerenciamento de versões e gerenciamento de dependências.

Por meio do NPM, é possível instalar tanto o módulo Node-RED quanto o módulo *node-red-dashboard*, assim como as dependências de cada módulo.

1.1.6 MongoDB

Para salvar dados que são coletados pelos sensores, foi utilizado o MongoDB, um banco de dados *schemma-less*, orientado a documentos, *open-source*, escrito em C++.

Segundo Crivelini (2017), o MongoDB é um banco de dados que armazena documentos JavaScript Object Notation (JSON). Isso quer dizer que o desenvolvedor pode carregar para o banco de dados qualquer documento que tenha a sintaxe exigida pelo JSON, sem se preocupar com a estrutura de dados em si. O MongoDB é um banco de dados do tipo No-SQL (Not-only SQL, em português Não Apenas SQL) que possui *documents*, que são os dados a ser inseridos, e *collections*, que são como grupos de *documents*. *Collections* são semelhantes a tabelas de bancos de dados objeto-relacionais.

Bancos de dados NoSQL são não relacionais, otimizados para *performance* escalável e modelos de dados sem esquema. Os bancos de dados NoSQL são amplamente reconhecidos por sua facilidade de desenvolvimento, baixa latência e resiliência (AMAZON, 2018).

Nesta aplicação, foi utilizada a versão Community Server 3.6.4 do MongoDB.

1.1.7 Módulo WiFi NodeMCU

Foi utilizado o módulo *wifi* ESP8266 NodeMCU (Figura 1) para enviar dados de temperatura e umidade, utilizando o sensor DHT22, para o Node-RED.



Figura 1: Módulo WiFi ESP8266 NodeMCU.

Fonte: Robocore (2018).

O módulo *wifi* ESP8266 NodeMCU é uma placa de desenvolvimento que combina o chip ESP8266, uma interface usb-serial e um regulador de tensão 3,3V. A programação pode ser feita usando a linguagem de programação LUA ou a IDE do Arduino, com a comunicação via cabo micro-usb.

O NodeMCU tem antena embutida e conector micro-usb para conexão ao computador, além de 11 pinos de I/O e conversor analógico-digital (FILIPEFLOP, 2018). Após coletar os dados do sensor DHT22, o módulo NodeMCU estabelece conexão com uma rede *wifi* predefinida por código, conecta-se com o Broker MQTT da plataforma Node-RED e envia os dados.

O envio dos dados à plataforma é estabelecido por meio da biblioteca PubSubClient. Criada por Nick O’Leary, também criador da plataforma Node-RED. Essa biblioteca permite ao módulo ESP8266 estabelecer comunicação com um Broker MQTT (GITHUB, 2018).

1.1.8 Sensor DHT22

Para coletar dados de temperatura e umidade do ar, foi utilizado o sensor DHT22 de modelo AM2302. Esse sensor abrange uma faixa de medição entre 0% e 100%, para umidade relativa, e de -40°C a 125°C, para temperatura.

O sensor é composto por três pinos (Figura 2): o VCC consiste em ser o pino de alimentação do sensor; o DAT consiste em ser o pino por meio do qual o NodeMCU fará a leitura digital dos dados; o GND é o pino de aterramento do circuito.

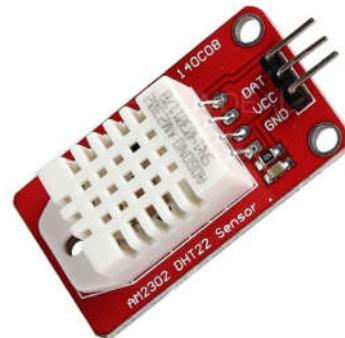


Figura 2: Sensor AM2302 de umidade e temperatura.

Fonte: PotentialLabs (2018).

O DHT22 trabalha com tensão de alimentação de 3,3V, e o comprimento do cabo utilizado não foi superior a 100cm. Um cabo de comprimento superior a 100cm provoca queda de tensão na linha, resultando em erro de medição (AOSONG, 2017).

1.1.9 Protocolo MQTT

O Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) é um protocolo de aplicação leve, baseado na topologia *publish/subscribe* para envio de mensagens. É aplicado em cenários de

comunicação remota entre dispositivos, em que a quantidade de dados comunicada é reduzida e a largura de banda para comunicação é limitada.

O princípio de funcionamento do protocolo parte da utilização de um servidor MQTT, também conhecido como Broker MQTT. Esse servidor implementa estruturas de armazenamento de dados, referenciadas como tópicos. Cada tópico refere-se a uma estrutura de publicação (*publisher*) de dados, mas também possibilita a leitura (*subscriber*) dos dados (FIWARELAB, 2016).

O fluxo de comunicação realizado é demonstrado na Figura 3.

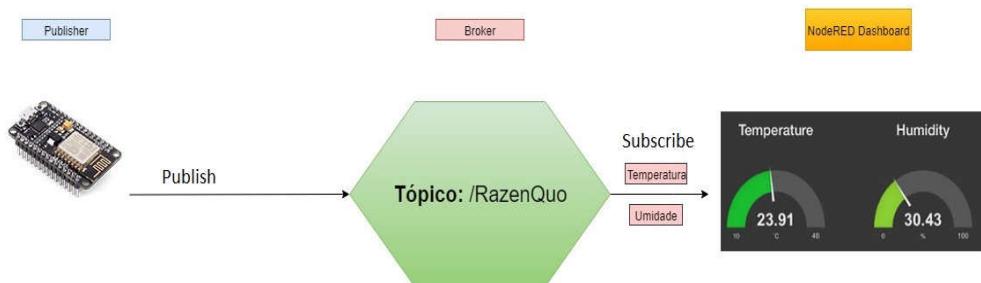


Figura 3: Fluxo de comunicação utilizando o protocolo MQTT.

1.2 METODOLOGIA

1.2.1 Servidor do Node-RED

Utilizando o Express, foi criado um servidor de requisições, com o principal objetivo de servir à aplicação do Node-RED. A importação do Express e do Node-RED é feita pelo Node Package Manager (NPM), por meio da criação de um pacote NPM.

O arquivo Express.js (Figura 4) tem como função principal criar o servidor que servirá à aplicação do Node-RED. A estrutura do servidor é separada em dois arquivos, sendo o primeiro arquivo o Express.js e o segundo arquivo, o Index.js.

```
1 const express = require('express')
2 const http = require('http')
3 var app = express()
4 app.use("/", express.static("public"))
5 var server = http.createServer(app)
6 module.exports = { app, server }
```

Figura 4: Código-fonte do arquivo Express.js.

Para criar o servidor, é necessário importar o *framework* do Express (linha 1) e a biblioteca HTTP (linha 2). Inicializando o Express (linha 3), em seguida é criada uma rota pública para o servidor (linha 4), que é a rota “/”. Por fim, o servidor é criado no objeto Express antes inicializado (linha 5). O objeto Express e o servidor são exportados para todo o pacote (linha 6), por meio da função *module.exports*.

O arquivo Index.js (Figura 5) tem como função primordial servir à aplicação do Node-RED e iniciar o servidor.

```
1 var server = require('./src/server').server
2 var app = require('./src/server').app
3 var settings = require('./userFiles/.nodered/settings').settings
4 const red = require('node-red')
5 red.init(server, settings);
6 app.use(settings.httpAdminRoot,red.httpAdmin);
7 app.use(settings.httpNodeRoot,red.httpNode);
8 server.listen(4000);
9 red.start();
```

Figura 5: Código-fonte do arquivo Index.js.

O servidor, o objeto Express, as configurações do Node-RED e a aplicação do Node-RED são importados utilizando-se a função *require* (linha 1, 2, 3 e 4 respectivamente), que permite importar objetos que foram exportados para todo o pacote. Observa-se que o *runtime* do Node-RED é iniciado no servidor (linha 5), utilizando as configurações importadas. O próximo passo é dizer para o objeto Express servir os caminhos *admin* e *node* do Node-RED (linha 6 e 7), que lidam com os nós e as configurações de administrador do Node-RED. Por fim, o servidor e o Node-RED são iniciados na porta 4000 (linha 8 e 9).

1.2.2 Configuração do MongoDB

Foi criado um banco de dados para a aplicação. O banco de dados contém os dados coletados pelo NodeMCU. Entretanto, os dados do sensor foram armazenados em uma *collection*. O acesso ao banco de dados e à *collection* é configurado pelo nó do MongoDB, dentro do Node-RED.

Para estabelecer uma conexão entre o Node-RED e o MongoDB, foi utilizado o *node-red-mongodb*. Esse nó tem a função de estabelecer uma conexão com o MongoDB, permitindo persistir, atualizar ou remover um documento. Para conectar o *node-red-mongodb* ao MongoDB, foi necessário criar um usuário para autenticação. Esse usuário será utilizado pelo Node-RED, e por meio dele ocorrerá a persistência dos dados. A criação desse usuário é demonstrada na Figura 6.

A terminal window titled "John@ivylab: ~/Documents/RazenQuo" showing the creation of a MongoDB user named "jonathan". The command entered is "db.createUser({user: "jonathan", pwd: "node", roles: [{role: "userAdminAnyDatabase", db: "admin"}]}). The output shows the user was successfully added with the roles "userAdminAnyDatabase" and "db" set to "admin".

```
john@ivylab: ~/Documents/RazenQuo
> use mcu
switched to db mcu
> db.createUser({
...   ...
...   user: "jonathan",
...   pwd: "node",
...   roles: [ { role: "userAdminAnyDatabase", db: "admin" } ]
... })
...
Successfully added user: {
  "user" : "jonathan",
  "roles" : [
    {
      "role" : "userAdminAnyDatabase",
      "db" : "admin"
    }
  ]
}
> |
```

Figura 6: Código de criação de um usuário para o *node-red-mongodb*.

1.2.3 Criação do *Flow*

O *flow* é o ambiente de desenvolvimento dentro do Node-RED (Figura 7).

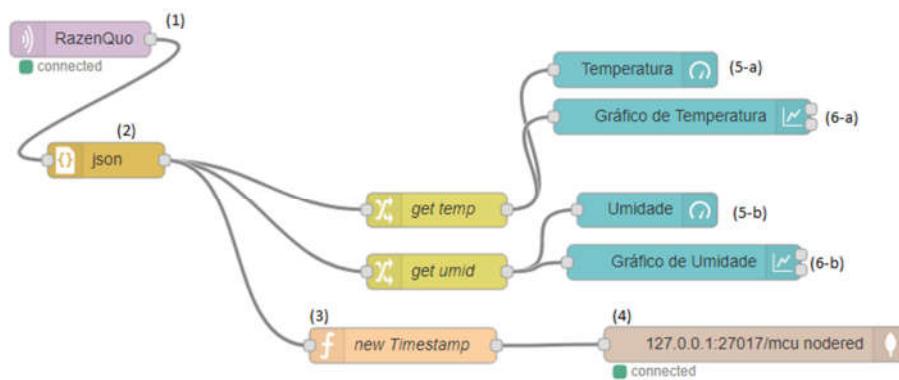


Figura 7: Flow criado no Node-RED.

Para receber os dados de umidade e temperatura que são enviados pelo NodeMCU, foi utilizado o nó MQTT (1). Esse nó estabelece conexão com um servidor MQTT e se inscreve em um tópico escolhido. Para efetuar essa conexão, foi criado um servidor MQTT, configurado para atuar no endereço *localhost* e na porta 1883 (padrão MQTT).

Os dados que chegam no Broker MQTT estão em formato *string*. Para acessar cada objeto, foi utilizado o nó JSON (2), pois esse nó permite transformar *strings* em objetos JSON.

Complementando as informações, foi adicionado o horário em que a mensagem é recebida a um objeto dentro do objeto JSON (3). Essa adição foi feita utilizando o nó função, que, via um código JavaScript, obtém a hora do servidor no momento em que a mensagem é recebida. Em seguida, a mensagem é persistida no banco de dados por meio do nó MongoDB (4).

Para configurar um novo *dashboard*, foi criada uma aba, nomeada RazenQuo UI. Essa aba atua como uma página web. Com o intuito de organizar o *dashboard*, foram criados dois grupos: um grupo contendo as informações de temperatura (5-a e 6-a) e outro grupo com as informações de umidade (5-b e 6-b). Utilizando os nós do tipo ampulheta, é possível mostrar uma informação visualmente. Foram utilizadas duas ampulhetas, uma para temperatura (5-a) e outra para umidade (6-a). Para criar gráficos de pico, para ambas as medidas (6-a e 6-b), foram utilizados nós do tipo *chart*. Esses nós permitem plotar valores em um gráfico.

1.2.4 Coleta de Dados do Sensor

A coleta de dados é realizada pelo microcontrolador NodeMCU. A prototipação do circuito foi criada em *protoboards*, conforme a Figura 8 demonstra.

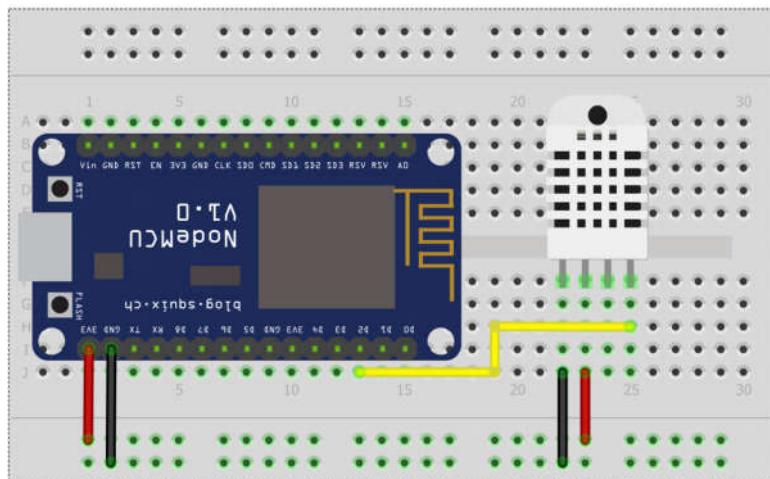


Figura 8: Circuito utilizado para realizar a coleta de dados.

A programação do módulo NodeMCU e do sensor DHT22 foi feita utilizando o Arduino IDE. Para programar o sensor DHT22, foi utilizada a biblioteca DHT Sensor Library, criada pela Adrafruit. A biblioteca DHT Sensor Library foi instalada por meio do gerenciador de bibliotecas, uma ferramenta contida no Arduino IDE.

1.2.3 Envio à Plataforma IoT

Os dados são enviados à plataforma utilizando a biblioteca ESP8266WiFi (linha 1), que permite ao módulo NodeMCU se conectar à Internet, a biblioteca DHT (linha 2), que permite ler os dados do sensor DHT22, e a biblioteca PubSubClient (linha 3), que permite publicar mensagens num tópico MQTT (Figura 9).

```
1 #include <ESP8266WiFi.h>
2 #include "DHT.h"
3 #include <PubSubClient.h>
```

Figura 9: Importação das bibliotecas.

Em seguida, são definidos o tópico no qual a mensagem será publicada (linha 1 – Figura 10), a identificação do autor da mensagem (linha 2), o tipo do DHT que está conectado ao Arduino (linha 3), o nome do *wifi* (linha 4), a senha que o NodeMCU utilizará para conectar no *wifi* (linha 5), o IP do Broker MQTT (linha 6) e a porta em que ele está conectado (linha 7).

```
1 #define pubTopic "RazenQuo"
2 #define ID_MQTT "NodeMCU do Jonathan"
3 #define DHTTYPE DHT22
4 const char* ssid     = "WiFi Jonathan";
5 const char* password = "senhafacil";
6 const char* BROKER_MQTT = "192.168.0.14";
7 int BROKER_PORT = 1883;
```

Figura 10: Informações da conexão com o Broker MQTT.

O próximo passo é inicializar o módulo *wifi* do NodeMCU (linha 1 – Figura 11), inicializar o cliente MQTT (linha 2) que se conectará com o Broker MQTT definido e inicializar o DHT (linha 3), para começar a leitura de dados. No bloco seguinte, é definida a velocidade de comunicação entre o NodeMCU e o monitor serial (linha 6), o modo como o NodeMCU agirá, que no caso será Cliente (linha 7). Então, o *wifi* é iniciado (linha 8), utilizando o nome e senha escolhidos. Por fim, a comunicação com o DHT (linha 9) e o Broker MQTT é iniciada (linha 10).

```
1 WiFiClient espClient;
2 PubSubClient MQTT(espClient);
3 DHT dht(4, DHTTYPE);
4
5 void setup() {
6   Serial.begin(115200);
7   WiFi.mode(WIFI_STA);
8   WiFi.begin(ssid, password);
9   dht.begin();
10  MQTT.setServer(BROKER_MQTT, BROKER_PORT);
11 }
```

Figura 11: Inicialização do módulo *wifi* e sensores.

No bloco seguinte, é realizada a leitura de umidade e temperatura do sensor DHT22 (linhas 3 e 4). Entretanto, há uma margem de erro na leitura, e, quando ocorre erro, a resposta obtida do sensor não é numérica. Por isso, é utilizado um bloco de condição (linha 6 – Figura 12), que verifica se a resposta do sensor é numérica, se não for, ocorre um *return* (linha 7), retornando o código para a linha 1. Caso a resposta seja numérica, a execução continua, o NodeMCU conecta-se, utilizando a identificação que foi dada (linha 10), no tópico escolhido (linha 11). Por fim, ocorre o envio dos dados de temperatura e umidade à plataforma (linha 12).

```
1 void loop()
2 {
3     float u = dht.readHumidity();
4     float t = dht.readTemperature();
5
6     if (isnan(t) || isnan(u)) {
7         return;
8     }
9
10    MQTT.connect(ID_MQTT);
11    MQTT.subscribe(pubTopic);
12    sendMQTT(t, u);
13 }
```

Figura 12: Leitura e envio das informações à plataforma.

No próximo bloco de código, ocorrem ajustes finais na mensagem, antes de ser enviada para o Broker. É criada uma variável (linha 2 – Figura 13), que conterá a umidade e temperatura lidas pelo sensor. Essa variável é do tipo *string*, entretanto, a função *publish* da biblioteca PubSubCliente requer que a mensagem seja um vetor do tipo *char*.

Na linha seguinte, é criado um vetor do tipo *char* de 99 posições (linha 5), que guardará a mensagem. Para transformar uma variável do tipo *string* em um vetor *char*, foi utilizada a função *toCharArray* (linha 6). Essa função necessita de dois parâmetros: o primeiro é a variável destino, de tipo vetor de *char*, e o segundo é a quantidade de caracteres da variável de tipo *string*. O resultado dessa conversão é armazenado no vetor de *char* informado na função. Por fim, a mensagem é publicada no tópico escolhido (linha 7).

```
1 void sendMQTT(float t, float u){
2     String payload = "{\"temperatura\":\"" + String(t);
3     payload += ", \"umidade\":\"" + String(u) + "}";
4     Serial.println(payload);
5     char data[99];
6     payload.toCharArray(data, (payload.length() + 1));
7     MQTT.publish(pubTopic, data);
8 }
```

Figura 13: Publicação da mensagem no Broker MQTT.

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o desenvolvimento do trabalho, foi possível notar que o Node-RED fornece um ambiente bastante simples e instrutivo, o que facilita o desenvolvimento de aplicações de grande porte e não requer bastante experiência do usuário.

Utilizar o *node-red-dashboard* facilitou a criação de uma interface de usuário, sem necessitar de experiências com linguagens de programação para *web*, além de fornecer ampla quantidade de nós para exibição de dados, como a ampulheta e o gráfico de pico.

A interface criada utilizando o *node-red-dashboard* é demonstrada na Figura 14.

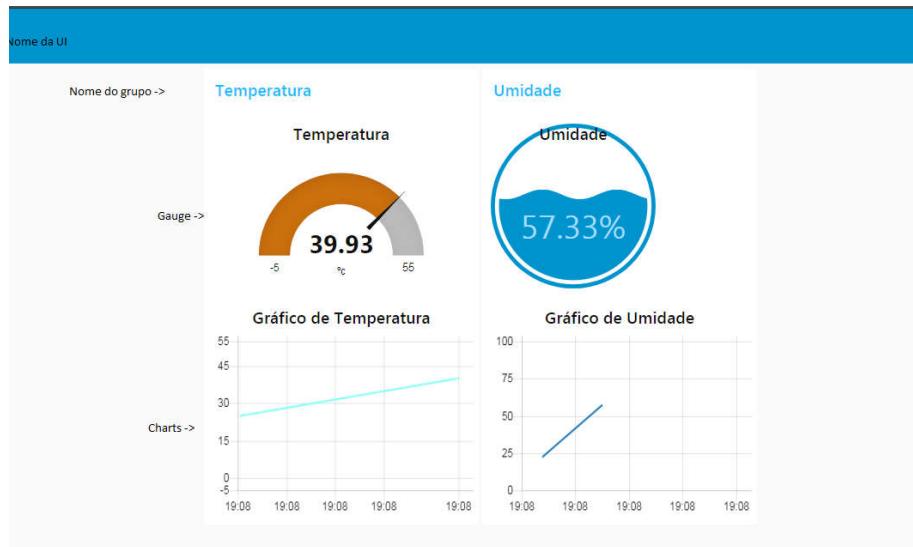


Figura 14: *Dashboard* realizada no Node-RED.

O Node-RED é uma aplicação escrita em JavaScript, o que facilita a execução dessa plataforma em dispositivos menores e com menos recursos de *hardware*, como um Raspberry Pi, por meio do NodeJS. O Node-RED dá suporte ao MQTT, caso o sistema operacional seja Linux. Se for Windows, a aplicação não reconhece os nós de comunicação MQTT, sendo necessário explorar outros meios de comunicação.

Com a criação da *dashboard* e o sucesso no fluxo de informações entre o dispositivo e a plataforma, é possível concluir que a utilização de plataformas IoT para sistemas de automação fornece uma visualização melhor dos dados.

Ainda, percebe-se que há facilidade de integrar o protocolo MQTT a dispositivos microcontroladores, devido a sua ampla utilização em plataformas IoT. A utilização do *framework* Express facilita a integração de aplicações, pois permite que os recursos do *node-red-dashboard* sejam utilizados em outra aplicação, externa ao Node-RED.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou o uso bem-sucedido de uma plataforma IoT para sistemas de automação, desenvolvido por meio da ferramenta Node-RED, o *framework* Express.js, o interpretador Node.js, o módulo NodeMCU e com sensores de temperatura e umidade do ar.

Sugere-se, para o futuro, utilizar outros meios de comunicação, como *requests*, via protocolo HTTP, possibilitando que outros dispositivos possam ter escolha ao enviar os dados, caso a conexão com o Broker MQTT falhe.

REFERÊNCIAS

AMAZON. **O que é NoSQL?** Disponível em: <<https://aws.amazon.com/pt/nosql/>>. Acesso em: 12 maio 2018.

AOSONG. **Módulo de Temperatura e Umidade.** Disponível em: <http://img.filipeflop.com/files/download/Datasheet_DHT22_AM2302.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2017.

AVILA, A. **A Internet das Coisas e o seu impacto no dia-a-dia.** 2016. Disponível em: <<https://digitalks.com.br/artigos/internet-das-coisas-e-o-seu-impacto-no-dia-dia/>>. Acesso em: 12 maio 2018.

- CRIVELINI, W. **Começando a Entender os Bancos de Dados NoSQL: o MongoDB.** Disponível em: <<https://uolhost.uol.com.br/academia/noticias/tecnologia/2017/02/06/comecando-a-entender-os-bancos-de-dados-nosql-o-mongodb.html#rmcl>>. Acesso em: 12 maio 2018.
- EXPRESS. **Framework web rápido, flexível e minimalista para Node.js.** Disponível em: <<http://expressjs.com/pt-br/>>. Acesso em: 11 maio 2018.
- DOYLE, L. **Como lidar com a arquitetura de rede de dispositivos IoT.** 2018. Disponível em: <<https://cio.com.br/como-lidar-com-a-arquitetura-de-rede-de-dispositivos-iot/>>. Acesso em: 12 maio 2018.
- FILIPEFLOP. **Módulo WiFi ESP8266 NodeMcu ESP-12.** Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/modulo-wifi-esp8266-nodemcu-esp-12/>>. Acesso em: 12 maio 2018.
- FIWARELAB. **Apresentação do protocolo MQTT como alternativa para comunicação IoT.** 216. Disponível em: <<http://fiwarelabsp.org/2016/07/apresentacao-do-protocolo-mqtt/>>. Acesso em: 12 maio 2018.
- GERBER, A. **Simplifique o desenvolvimento de soluções de IoT com arquiteturas de IoT.** Disponível em: <<https://www.ibm.com/developerworks/br/library/iot-lp201-iot-architectures/index.html>>. Acesso em: 11 maio 2018.
- GITHUB. **Arduino Client for MQTT.** 2018. Disponível em: <<https://github.com/knolleary/pubsubclient>>. Acesso em: 13 maio 2018.
- MCCLELLAND, C. **IoT Explained – How Does an IoT System actually work?** Disponível em: <<https://medium.com/iotforall/iot-explained-how-does-an-iot-system-actually-work-e90e2c435fe7>>. Acesso em: 11 maio 2018.
- NODEBR. **O que é a NPM do Node.JS.** Disponível em: <<http://nodebr.com/o-que-e-a-npm-do-nodejs/>>. Acesso em: 12 maio 2018.
- NODE-RED. **Flow-based programming for the Internet of Things.** 2018a. Disponível em: <<https://nodered.org>>. Acesso em: 12 maio 2018.
- NODE-RED. **About.** 2018b. Disponível em: <<https://nodered.org/about/>>. Acesso em: 14 maio 2018.
- NODE-RED. **Node-red-dashboard.** 2018c. Disponível em: <<https://flows.nodered.org/node/node-red-dashboard>>. Acesso em: 12 maio 2018.
- POTENTIALLABS. Disponível em: <<https://potentiallabs.com/cart/buy-dht22-module-online-hyderabad-india>>. Acesso em: 12 maio 2018.
- ROBOCORE. **NodeMCU ESP8266-12 V2.** Disponível em: <<https://www.robocore.net/loja/produtos/nodemcu-esp8266-12-v2.html>>. Acesso em: 12 maio 2018.
- SILVA, G. **O que é e como funciona a linguagem JavaScript?** Disponível em: <<https://canaltech.com.br/internet/O-que-e-e-como-funciona-a-linguagem-JavaScript/>>. Acesso em: 12 maio 2018.
- ZAMBARDA, P. **‘Internet das Coisas’: entenda o conceito e o que muda com a tecnologia.** Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/08/internet-das-coisas-entenda-o-conceito-e-o-que-muda-com-tecnologia.html>>. Acesso em: 11 maio 2018.

Prototipação de uma plataforma *online* para metodologias de ensino inovadoras

Prototyping an online platform for innovative teaching methodologies

Guilherme. V. Castagnaro Correia¹, Felipe. T. Guimarães,² Nilton S. Lopes Filho,³ Giani C. Ito⁴
Ciência da Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-SH)
guilherme.2000@alunos.utfpr.edu.br,¹ *feliipeg@alunos.utfpr.edu.br*,²
nilton@alunos.utfpr.edu.br,³ *ganiito@utfpr.edu.br*⁴

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um protótipo de um portal denominado Rede de Educadores e Metodologias de Ensino Inovadoras (REMEI), para auxiliar professores. Trata-se de uma plataforma *online*, que incentiva e facilita a consulta e publicação de diferentes metodologias de ensino. Foram utilizadas fontes bibliográficas que caracterizam o conhecimento necessário para se atingir alguns requisitos específicos sobre Interação Humano-Computador (IHC), como *design* de interface e cores, para o desenvolvimento da ferramenta proposta. Isso possibilitou a construção de protótipos de algumas interfaces e logotipo, bem como realizar uma discussão sobre eles, levando em conta características relevantes para o contexto da IHC.

Palavras-chave: interação humano-computador; *design* de interface; prototipação; metodologias de ensino.

Referência:

CORREIA, G. V. C.; GUIMARÃES, F. T.; LOPES FILHO, N. S.; ITO, G. C. Prototipação de uma plataforma online para metodologias de ensino inovadoras. In: SEMANA TECNOLÓGICA ACADÊMICA DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO DA UTFPR-SH, 5., 2018, Santa Helena, PR. *Anais...*, Santa Helena: UTFPR, 2018. p.65-75. Disponível em: <<http://sh.utfpr.edu.br/setac/Anais2018.pdf>>.

ABSTRACT

This work presents an online platform designed for encouraging and facilitating the consultation and publication of innovative teaching methodologies. A prototype called REMEI (Rede de Educadores e Metodologias de Ensino Inovadoras) was developed. We used bibliographic sources that characterize the knowledge necessary to achieve some specific Computer-Human Interaction (IHC) requirements, such as interface design and color, for the development of the proposed tool. Thus, it was possible to construct prototypes of some interfaces and logos, and to discuss them, taking into account the characteristics that are relevant to the context of the IHC.

Keywords: *human-computer interaction; Interface design; prototyping; innovative methodologies.*

INTRODUÇÃO

A área Interação Humano-Computador (IHC) não é recente, porém sua importância permanece até os dias atuais, tratada agora pelo termo UX Design (*user experience*). Os estudos nessa área são necessários para o desenvolvimento de interfaces interativas centralizadas no ser humano. A IHC está inserida em um contexto interdisciplinar, e seu objetivo é entender como e por que as pessoas procuram utilizar as tecnologias da informação e comunicação. Para identificar essas razões, é necessário entender todos os fatores relacionados à motivação e satisfação que os apetrechos tecnológicos, como *smartphones* e *tablets*, causam nos usuários, como a emoção e a usabilidade.

O ensino por meio de métodos tradicionais caracteriza um comportamento passivo do aluno em relação à aprendizagem. Romper os paradigmas do ensino tradicional no cenário atual da educação não é considerado fácil, apesar das gerações terem passado por grandes transformações. Nesse contexto, torna-se possível redescobrir metodologias de ensino já discutidas, mas não tão consolidadas no ensino atual. Assim, pode-se pensar sobre a resistência às mudanças no modelo educacional vigente, com relação às metodologias tradicionais de ensino-aprendizagem, o que motiva a reflexão sobre os baixos índices de nota e evasão de alunos no ensino superior.

Professores têm dificuldade de inovar em sala de aula ou até mesmo de planejar seus próprios métodos de ensino. Aos poucos, a educação está transcendendo os espaços físicos da escola, afastando-se da formalidade e aceitando os meios educacionais digitais. A Internet pode ser vista como uma imensa escola virtual, pois possui materiais e aulas disponíveis para o aprendizado dos alunos, porém, quando se buscam exemplos práticos de ensino para os professores, gasta-se muito tempo.

Percebe-se uma descentralização com relação à pesquisa sobre metodologias de ensino e consulta sobre práticas docentes. Para tal, navega-se muito, mas o que se encontra são partes isoladas sobre o assunto. Considerando isso, este trabalho apresenta e discute a Rede de Educadores e Metodologias de Ensino Inovadoras (REMEI), criada como uma proposta para a solução desse problema, sendo um meio para centralizar as informações gratuitamente, aberta ao público e construída de forma colaborativa.

1 REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

1.1 REFERENCIAL TEÓRICO

Por meio de uma interface, os usuários acessam a máquina e interagem com ela. Uma interface de interação implica maior satisfação do usuário. De acordo com Buxton (2007), em uma abordagem informal, o *design* da interface costuma ser representado em esboços (*wireframes*) e protótipos, que são refinados sucessivamente, ao longo do processo.

Conforme afirma Barbosa (2010), essas representações podem ser classificadas com relação ao grau de fidelidade. Uma representação é dita de baixa fidelidade quando se trata de um rascunho ou esboço da interface, sem preocupação com detalhes dos aspectos gráficos. Pode ser feita manualmente ou utilizando ferramentas computacionais. Já uma representação de alta fidelidade apresenta o desenho completo da interface, possivelmente feito em um editor de imagens.

Para obter sucesso na implementação de um *design*, é preciso projetá-lo, levando em consideração a necessidade do usuário. Cada contexto envolve ambientes e problemas diferentes para ser solucionados. A partir dos requisitos dos usuários, Norman (1998, p.189-201), conforme citado por Abras, Maloney-Krichmar e Preece (2004), sugere os seguintes princípios para os *designers* seguirem ao desenvolver interfaces:

1. Utilizar seus conhecimentos prévios e os conhecimentos disponíveis no mundo, escrever manuais de fácil compreensão antes de implementar o *design*;
2. Simplificar a estrutura das tarefas e certificar-se de que o usuário tem o controle sobre as tarefas. Em média, o usuário consegue lembrar até cinco por vez;
3. Tornar os processos de tarefas visíveis e diminuir o abismo entre execução e avaliação;
4. Obter os mapeamentos corretamente. Uma maneira de tornar a informação comprehensível é usar gráficos;
5. Explorar o poder das restrições naturais e artificiais, a fim de dar aos usuários a sensação de que algo pode ser feito;
6. Planejar qualquer erro possível que possa ser cometido, assim o usuário pode saber como revertê-lo;

7. Se tudo o mais falhar, padronizar. Pode ser criado um padrão internacional se algo não puder ser projetado sem mapeamentos arbitrários.

Além da preocupação com o projeto e as tarefas de criação, de acordo com Baranauskas e Rocha (2003), existem outros fatores importantes e desafiadores em questão, como facilidade do usuário, aprendizagem, satisfação e emoção, que estão envolvidos na realização das tarefas.

A IHC é a área que estuda como ocorre a comunicação entre usuários finais (seres humanos) e máquinas (computadores, *smartphones*, *softwares*, dentre outros). Segundo Baranauskas e Rocha (2003), essa área preocupa-se também com o *design* e a interação dos sistemas digitais com os humanos.

De acordo com Dix et al. (1997), interação em IHC refere-se a qualquer tipo de comunicação entre usuário e computador, seja ela direta, em que há interação de retorno entre as partes envolvidas, ou indireta, que envolve processamentos de fundos ou processamento em lotes.

O processo de *design* de interação abrange quatro atividades básicas, segundo Rogers, Sharp e Preece (2011), são elas:

1. Identificar as necessidades do produto – deve-se possuir conhecimento sobre os usuários interessados;
2. Desenvolver do *design* conceitual ao *design* físico, cumprindo as necessidades elencadas na primeira parte;
3. Construir protótipo interativo que possa ser testado posteriormente;
4. Avaliar o que está sendo feito, por meio de testes que levem em conta critérios como: usabilidade e funcionalidades.

1.1.1 A Utilização das Cores para a Criação de Interfaces

Um dos tópicos mais importantes no estudo de IHC são as cores e as emoções que elas transmitem. Dessa forma, uma interface gráfica necessita das cores para dividir as áreas e enfatizar os conteúdos, além de deixar o sistema agradável ao usuário.

De acordo com Siarto e Watrall (2009), um *design* sem cores fica desagradável aos olhos humanos, já que não haverá uma organização clara dos conteúdos, além de não destacar as partes mais importantes do *design*.

Segundo Barros (2006), a cor é manipulada pelo ser humano desde as primeiras manifestações da atividade humana, sendo utilizada como canal de comunicação e de projeção dos conhecimentos e sentimentos, assim, representa sempre uma ferramenta que transmite ideias, promove a atenção e demonstra emoções. Siarto e Watrall (2009) sustentam que se devem seguir algumas diretrizes para criar um *design* atraente ao usuário:

- Utilizar cores complementares pela tríade ou pela tétrade;
- Deixar espaços brancos (ou cinza claro) para a divisão de conteúdos;
- Utilizar contorno preto para enfatizar uma cor;
- Não utilizar muitas cores;
- Escolher cores que passam o sentimento da página, ou seja, que, de alguma forma, se conectem com o objetivo do usuário;
- Fazer pesquisas com clientes para saber qual esquema de cores lhes parece mais agradável e melhor para utilizar;
- Escolher fontes que condizem com o conteúdo;
- Utilizar fontes com e sem serifa para enfatizar e facilitar a leitura;
- Utilizar sistema de grades para alinhamento.

De acordo com Farina, Perez e Bastos (2006), a cor azul pode relaxar a musculatura, acalmar a mente e diminuir a ansiedade, passando uma sensação de tranquilidade e calma, o que, para um *site* de ensino, é importante. Dias (2009) verificou que a cor azul traz vontade de estudar

e em ambientes *web* tem como característica proporcionar tranquilidade e confiança. A partir disso, é possível concluir que a cor azul é a que mais bem se adapta para ser a cor base da ferramenta criada.

A partir da cor azul, pode-se utilizar a tríade cromática, conforme ilustra a Figura 1. De acordo com Siarto e Watrall (2009), a tríade utiliza as cores complementares e que são recomendadas para ser usadas juntamente com a cor principal. Por esse método, tem-se as cores complementares verde e laranja, que, de acordo com Farina, Perez e Bastos (2006), são cores secundárias que criam contraste, e, se utilizadas corretamente, não ofusciam as outras cores.

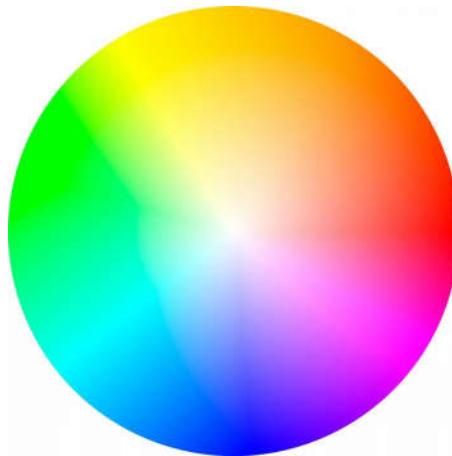


Figura 1: Tríade cromática.

Fonte: Adobe (2018).

Segundo Dias (2009), a cor verde traz a sensação de segurança e satisfação, e a cor alaranjada é a da comunicação, como mostra a Tabela 1. Por ser muito chamativo, o alaranjado faz áreas parecerem maiores do que realmente são. Assim, seu uso em ambientes *web* deve ser consciente, já que podem tirar a atenção do usuário do conteúdo que deve ser focado.

Quadro 1: Cores e a sensação que transmitem.

Cor	Sensação
Azul	Tranquilidade; calma; confiança
Laranja	Agilidade; comunicabilidade
Verde	Disposição; segurança; satisfação
Amarelo	Felicidade; euforia
Marrom	Tristeza; tédio; mau humor
Rosa	Amor; aconchego

Fonte: Adaptado de Dias (2009).

Além das cores, outro fator importante, segundo Goethe (1993), é o uso de letras com fonte preta, que proporcionam maior neutralidade e facilidade de leitura. Siarto e Watrall (2009) explicam que devem ser utilizadas fontes serifadas (Serif) e não serifadas (Sans-Serif), para fazer o balanço entre ênfase e facilidade de leitura. As fontes com serifa, por exemplo, possuem as pontas de cada letra mais prolongadas e com hastes, trazem assim mais ênfase ao texto, porém mais desconforto para o leitor, ou seja, são adequadas para a utilização em títulos e cabeçalhos. Para os autores, já as fontes não serifadas são indicadas para o conteúdo geral, porque, apesar de serem

pouco chamativas, o formato mais arredondado e sem hastes dessas letras provê uma leitura mais agradável para o usuário final. Cabe lembrar que há controvérsia entre autores a respeito do uso de fontes com e sem serifas.

Outro fator importante citado por Siarto e Watrall (2009) é a utilização de alinhamento para manter a atenção e agradar o usuário. Os objetos, quando alinhados, são mais agradáveis aos olhos humanos e causam uma sensação de conforto e organização, por isso, o *design* baseado em *grid* (ou grade, em português) está recebendo grande foco do *designer* (TOMAZINI; LOPES, 2015). O *grid* caracteriza um elemento técnico que possui linhas horizontais e verticais, formando assim uma grade. O *grid* serve como base para construções de artefatos visuais como imagens.

1.2 METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, foi feita uma pesquisa de natureza bibliográfica, utilizando os seguintes objetos: estudo de caso de implementação de ferramentas pedagógicas, bem como revisão de literatura, por meio de materiais publicados, como livros e artigos de periódicos com relevância acadêmica. Para o desenho e criação do logotipo da plataforma criada, foram utilizadas as seguintes ferramentas: Adobe Photoshop, para edição de imagens e Adobe Color, para a escolha das cores.

Para o desenvolvimento do protótipo, foram utilizados os seguintes programas e *sites*:

- Wireframesketcher (2018), utilizado para criar os *wireframes* (rascunhos) do sistema;
- Gravit Designer (2018), programa de edição de imagens utilizado para criação dos leiautes das páginas;
- Uplabs (2018) e Behance (2018), *sites* utilizados para procurar modelos e produções de leiautes.

Para fins de demonstração dos resultados obtidos, foi desenvolvido um protótipo de uma plataforma *online*, que tem como objetivo criar uma comunidade de professores para troca de informações sobre a prática docente, principalmente as relacionadas com metodologias inovadoras de ensino.

O objetivo da REMEI consiste em incentivar e ajudar os professores que tenham interesse em inovar em sua prática docente, de forma simples e colaborativa. Com isso, os professores podem consultar metodologias adotadas por outros professores, bem como postar suas próprias práticas, com o intuito de ajudar outros colegas. Assim, foi desenvolvido o logotipo da plataforma, contendo o nome REMEI, e os protótipos das principais telas que comporão a rede.

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.1 LOGOTIPO DA PLATAFORMA REMEI

Para a criação do logotipo da plataforma REMEI, foram realizados alguns testes, sendo o primeiro com a utilização somente da cor preta, por ser neutra e permitir maior flexibilidade, conforme ilustra a Figura 2a. A partir desse primeiro, foram feitos os testes com outras cores, baseando-se na tríade cromática e utilizando-se o azul como base.

Em outro modelo, o logotipo foi feito com apenas o capelo colorido ou com o capelo e a letra no formato de livro com cor, como mostram as figuras 2d e 2e.

Outros modelos também foram desenvolvidos, o logotipo com três cores predefinidas, exibidas nas figuras 2f e 2g. Nesses exemplos, o logotipo passa sensação de menos seriedade.

Para fins de utilização na plataforma, a escolha do logotipo – representada na Figura 2d – deu-se pela flexibilidade que o preto possui em contraste com outras cores.

Outras opções de logotipo foram criadas para existir harmonia entre a letra e a cor de fundo da região. Como mostra a Figura 2b, em fundos mais escuros, a fonte na cor branca destaca-se mais, assim como a fonte nas cores azul e laranja, escolhidas para a plataforma. Caso a cor de fundo não seja azul, pode-se utilizar o capelo com a cor azul, como mostra na Figura 2c.

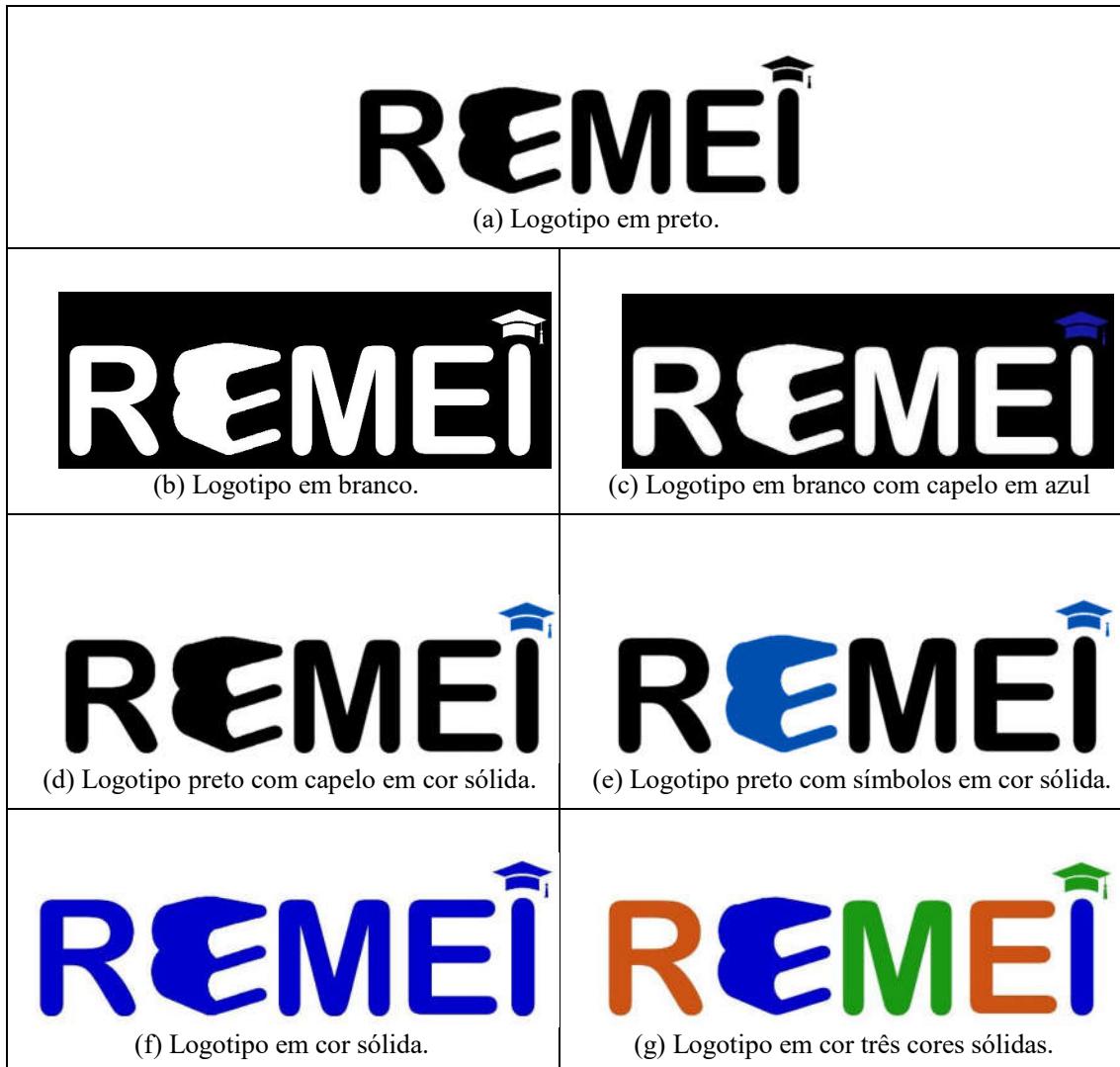


Figura 2: Opções de logotipo desenvolvidas para a REMEI.

2.2 PROTÓTIPOS DE BAIXA FIDELIDADE

Para fins de demonstração da plataforma REMEI, foram produzidos três protótipos de telas de baixa fidelidade, como pode ser observado na Figura 3. Os protótipos de baixa fidelidade são importantes para focar no essencial da ferramenta a ser desenvolvida, ou seja, sem detalhes, mas pensar na visualização de uma funcionalidade específica.

Na tela inicial, demonstrada na Figura 3a, foram inseridos elementos para marcar o posicionamento de recursos, como barra de busca, publicações mais relevantes e outras publicações. Na tela de publicações, ilustrada na Figura 3b, tem-se a marcação do conteúdo completo de uma publicação e uma marcação para detalhes do autor da publicação.

Na Figura 3c, o protótipo da tela do *feed* do usuário, tem-se a marcação de uma página particular, com elementos contendo o *feed* de *posts* personalizado, os interesses marcados pelo

dono do perfil, detalhes do usuário, um possível *chat* e uma barra de navegação no topo com botões para outras páginas.

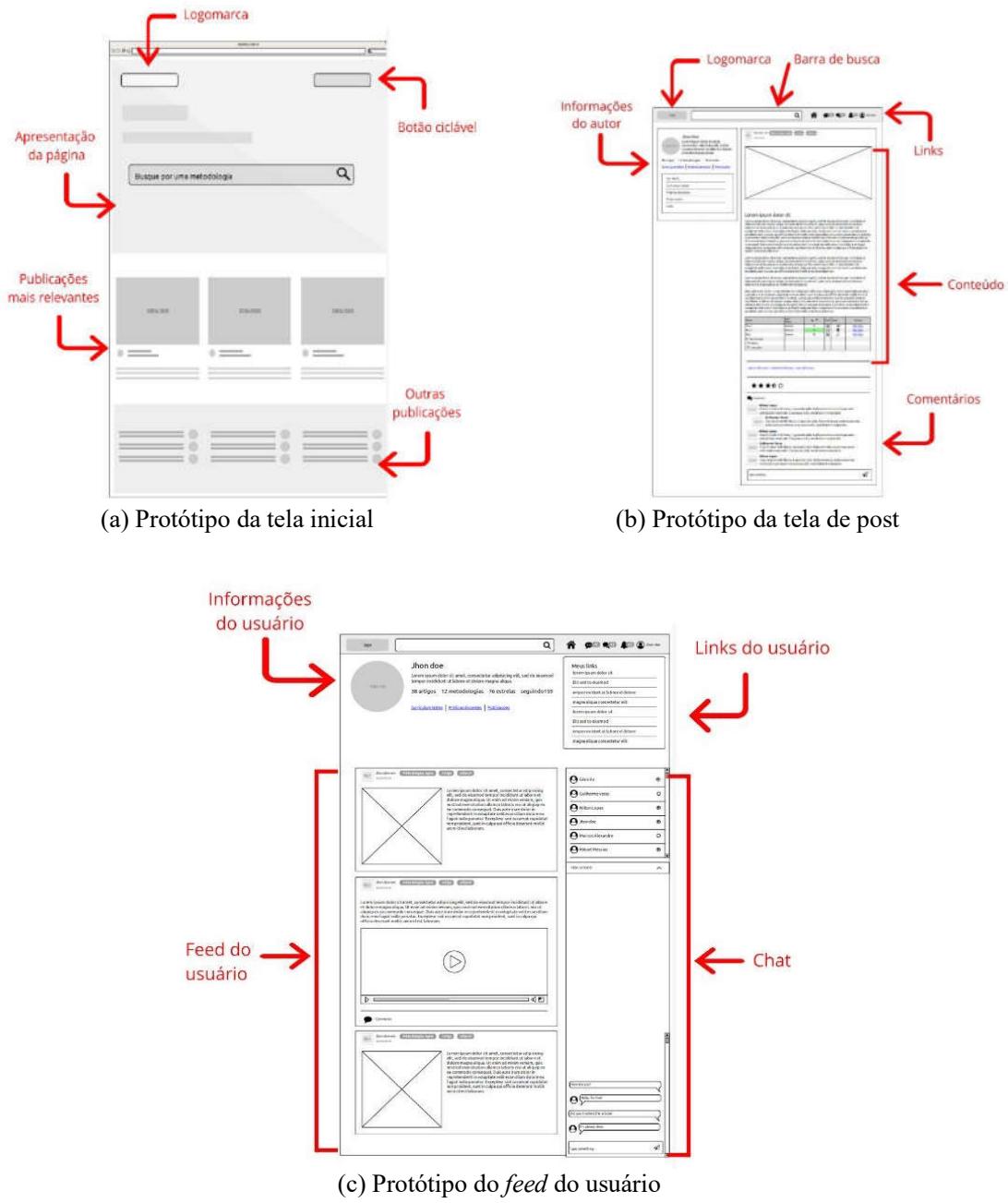


Figura 3: Protótipos de baixa fidelidade.

2.3 PROTÓTIPOS DE ALTA FIDELIDADE

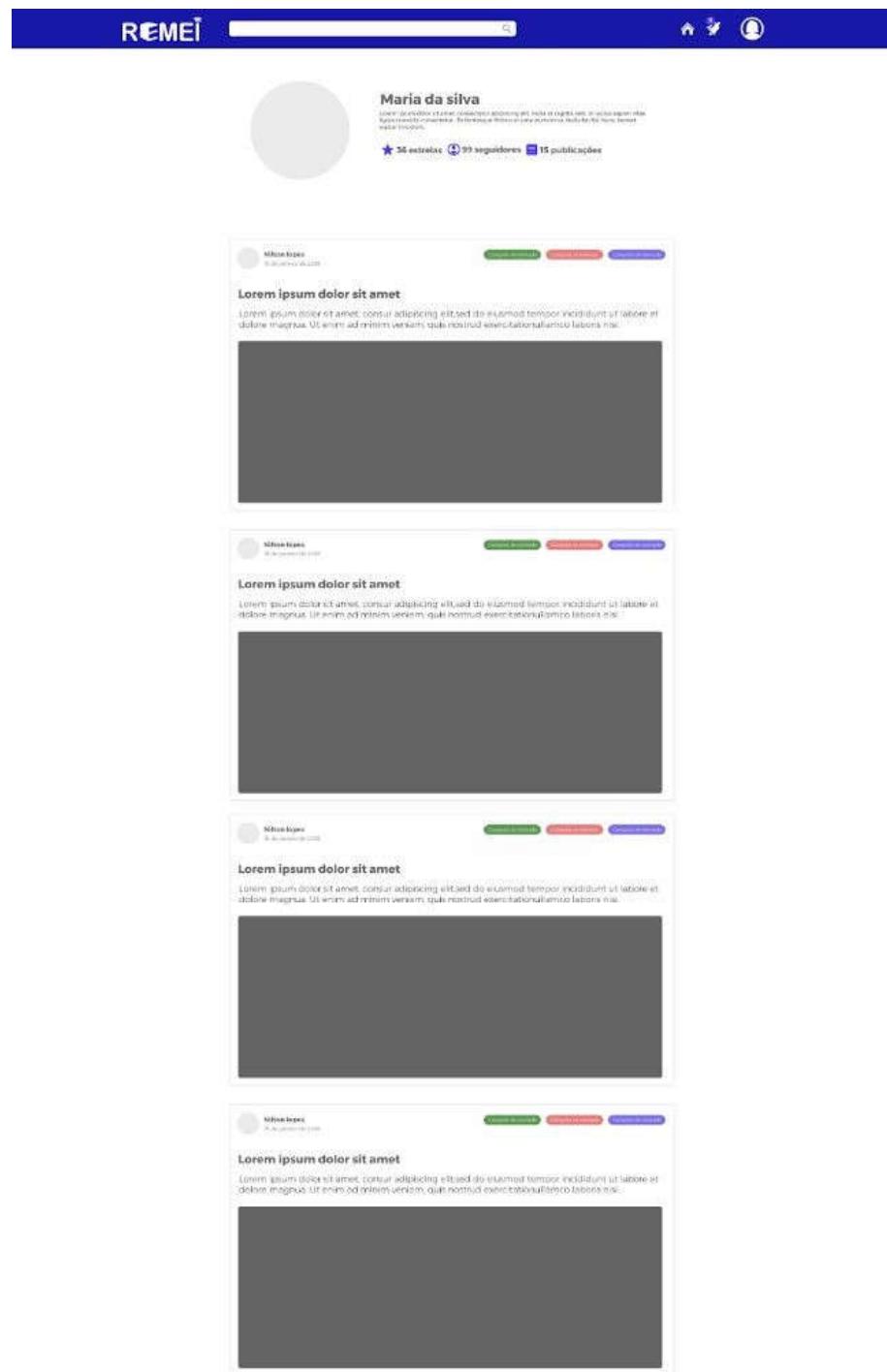
Os protótipos de alta fidelidade ilustrados na Figura 4, 5 e 6 foram produzidos a partir do resultado da evolução do protótipo de baixa fidelidade. Nessa fase, exibe-se com mais detalhes e precisão como os elementos serão distribuídos na página. Novos elementos visuais e imagens foram inseridos, inclusive o logotipo criado, e outros foram removidos. Foram aplicadas as cores definidas para o projeto, com destaque para a cor azul, que transmite sensações como vontade de estudar, tranquilidade e confiança.

Os elementos do protótipo da tela inicial, exibidos na Figura 4, foram dispostos visando a informar ao leitor a respeito da plataforma de maneira rápida e convidá-lo a conhecer melhor o conteúdo. Na Figura 5, tem-se o protótipo de *feed* do usuário, que exibe as publicações relacionadas ao interesse do dono do perfil. Esse protótipo é simples e objetivo, exibe somente o que é interessante ao usuário.

O protótipo de tela de detalhe da publicação (Figura 6) foi desenvolvido visando a facilitar a leitura das publicações, para que esse processo fosse o mais amigável possível. O conteúdo principal dessa página está centralizado, não há elementos laterais competindo com o conteúdo principal pela atenção do leitor. Também, para facilitar a leitura, optou-se por utilizar um tamanho da fonte um pouco maior e sem serifa.



Figura 4: Protótipo da tela inicial da plataforma REMEI.

Figura 5: Protótipo do *feed* do usuário.

The screenshot displays a detailed view of a publication on the REMEI platform. At the top, there's a header bar with the REMEI logo and navigation icons. Below the header, the user profile of 'Maria da Silva' is shown, featuring a placeholder profile picture, a star rating of 56 estrelas, 99 seguidores, and 15 publicações. The main content area starts with a large image placeholder followed by the title 'Lorem ipsum dolor sit amet consectetur'. Below the title is a short description in Portuguese. The text is a placeholder ('Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nulla at sagittis velit. In iuctus sapien vitae ligula convallis consectetur. Pellentesque finibus et urna et rhoncus. Nulla facilisi. Nunc laoreet auctor tincidunt.'), likely from the original source. There are three sections of this text repeated below each other. Following this, there's a section titled 'O que acho do post?' with a five-star rating icon. Below that is a section titled 'Assuntos relacionados' with three thumbnail images. At the bottom, there's a comment section titled 'Deixe um comentário' with a '3 Comments' link, a 'Sort by' dropdown set to 'Top', and a list of three comments from users 'Some Name' (High School), 'Some Name' (High School), and 'Some Name' (High School). Each comment includes a timestamp (Feb 15, 2016 9:59pm) and a 'Load 10 more comments' button.

Figura 6: Protótipo do detalhe da publicação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi a apresentação do protótipo em desenvolvimento de uma plataforma *online*, voltada para o público acadêmico, mais especificamente, os docentes.

Por meio do estudo de *design* de interfaces em Interação Humano-Computador, foram criados o logotipo da plataforma e mais duas propostas de prototipagem. A primeira proposta, de baixa fidelidade, foca no conteúdo. A segunda, de alta fidelidade, é uma evolução da primeira e leva em consideração aspectos de IHC relevantes, para ser mais aceita e atrativa para seu público-alvo.

Futuramente, pretende-se dar continuidade ao desenvolvimento da ferramenta, bem como disponibilizá-la para o público docente. Estão sendo realizados mais estudos para implementação de um banco de dados que possa satisfazer a utilização da ferramenta por todos os docentes da UTFPR, câmpus Santa Helena, bem como seus acadêmicos.

REFERÊNCIAS

- ABRAS, C.; MALONEY-KRICHMAR, D.; PREECE, J. **User-centered design**. Bainbridge, W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Thousand Oaks: Sage Publications, 2004.
- ADOBE. Adobe color CC. 2018. Disponível em: <<https://color.adobe.com/pt/create/color-wheel/>>. Acesso em: 18 mar. 2018.
- BARANAUSKAS, M. C. C.; ROCHA, H. V. **Design e avaliação de interfaces humano-computador**. Campinas, SP: Nied/Unicamp, 2003.
- BARBOSA, S. D. J.; SILVA, B. S. **Interação Humano-Computador**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- BARROS, L. R. **A Cor no processo criativo**: um estudo sobre a Bauhaus e a Teoria de Goethe. São Paulo: Senac, 2006.
- BEHANCE. Exiba e descubra trabalhos criativos. 2018. Disponível em: <<https://www.behance.net/>>. Acesso em: 18 mar. 2018.
- BUXTON, B. **Sketching user Experiences**: Gettin the design right and the right design. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann, 2007.
- DIAS, Ana Luiza. **Cores e seus significados no senso comum para apoiar a colaboração na aprendizagem via web**: uma solução em forma de Padrões de Design Motivacionais. São Paulo: UFSCar, 2009.
- Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/419>, 2009>. Acesso em: jul. 2018.
- DIX, A.; FINLAY, J.; ABOWD, G.; BEALE, R. **Human-Computer Interaction**. 2.ed. New York: Prentice Hall, 1997.
- FARINA, M.; PEREZ, C.; BASTOS, D. **Psicodinâmica das cores em comunicação**. São Paulo: Edgar Blücher, 2006.
- GOETHE, J. W. V. **Doutrina das cores**. São Paulo: Nova Alexandria, 1993.
- GRAVIT DESIGNER. **A cross-platform design tool for the 21st century**. 2018. Disponível em: <<https://www.designer.io/#hero>>. Acesso em: 18 jul. 2018.
- NORMAN, D. **The design of everyday things**. New York: Doubleday, 1998.
- ROGERS, Y.; SHARP, H.; PREECE, J. **Interaction design**: beyond human-computer interaction. 3.ed. John Wiley & Sons, 2011.
- SIARTO, J.; WATRALL, E. **Use a cabeça Web Design**. São Paulo: O'Reilly, 2009.
- TOMAZINI, Marcos; LOPES, Luiz Fernando Braga. **Web design responsivo – Bootstrap**. 2015. Disponível em: <http://fcv.edu.br/admin/assets/repositorio_arquivo/014529452c44398122c6a634ad4e1755.pdf>. Acesso em: 31 set. 2018.
- UPLABS. Ativos diários para designers e desenvolvedores. 2018. Disponível em: <<https://www.uplabs.com/>>. Acesso em: 18 mar. 2018.
- WIREFRAMESKATCHER. Wireframing tool for professionals. 2018. Disponível em: <<https://wireframesketcher.com/>>. Acesso em: 18 mar. 2018.

Ciência da Computação e a Interdisciplinaridade

Computer Science and Interdisciplinarity

CAFEZEIRO, I.; COSTA, L. C.; KUBRUSLY, R. Ciência da Computação, Ciência da Informação, Sistemas de Informação: uma reflexão sobre o papel da informação e da interdisciplinaridade na configuração das tecnologias e das ciências. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v.21, n.3, p.111-133, 2016.

O artigo aqui resenhado foi escrito por três professores universitários. O primeiro autor, Isabel Cafezeiro, possui graduação em Ciência da Computação pela Universidade Federal Fluminense (UFF), em 1992, mestrado em Informática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, em 1994, doutorado em Informática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, em 2000, e pós-doutorado pelo Programa de Pós-graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia da UFRJ. É professora do Instituto de Computação da Universidade Federal Fluminense, professora colaboradora do Programa de Pós-graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia, da UFRJ. Participou do processo de concepção e implantação do curso de Bacharelado de Sistemas de Informação na UFF e é sócia-fundadora e membro do comitê consultor da Associação Brasileira de Estudos Sociais de Ciência e Tecnologia (ESOCITE-BR). O segundo autor, Leonardo Cruz da Costa, além de possuir doutorado em Ciência da Computação pela UFF, é professor-associado da mesma universidade. Possui experiência na área da Computação, com ênfase em Software Básico e atua principalmente nos seguintes temas: representação do conhecimento, publicações semânticas e mineração de texto. O terceiro autor, Ricardo Kubrusly, possui doutorado em Ciências pela Universidade do Texas, em Austin, é professor do programa de Pós-graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia na UFF, e atua na área de História e Filosofia das Ciências, com ênfase em Matemática, nos seguintes temas: Cantor, Gödel, infinito matemático, ensino e tecnologia. Com base nos conhecimentos dos autores, o artigo contempla uma rica fundamentação teórico-argumentativa.

O artigo foi publicado na revista *Perspectivas em Ciência da Informação*, em 2016, e tem como objetivo demonstrar os benefícios da cooperação entre Ciência da Computação e Ciência da Informação. O trabalho baseia-se no papel da informação como conformadora em ambas as áreas, e na evidência da impossibilidade dos saberes ditos “humanos” e “exatos” resolverem, por si, os problemas das tecnologias, ou seja, há a necessidade de outras áreas também cooperarem para a resolução desses problemas.

A obra inicia-se mostrando a relação entre as tecnologias e a informação na guerra, que resultaram nas bombas atômicas que arrasaram as cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki, em 1945. Já em 1939, Albert Einstein, que residia nos EUA, mandara uma carta ao presidente Roosevelt alertando que as ciências já tinham condições de construir uma bomba atômica. Segundo os autores do artigo em foco, essa carta parece ter sido o que motivou a criação do projeto Manhattan. Esse projeto de desenvolvimento e pesquisa produziu as primeiras bombas nucleares durante a Segunda Guerra Mundial, porém, em seu início, Einstein sabia da corrida armamentista que seria gerada e prosseguiu sua militância em favor da humanidade.

Segundo cita o artigo, Einstein (p. 114) declarou:

[...] E, no entanto, sou apaixonadamente um pacifista e minha maneira de ver não é diferente diante da mortandade em tempo de paz. Já que as nações não se resolvem a suprimir a guerra por uma ação conjunta, já que não superam os conflitos por uma arbitragem pacífica e não baseiam seu direito sobre a lei, elas se veem inexoravelmente obrigadas a preparar a guerra.

De maneira antagônica, explica o artigo, John von Neumann, renomado matemático e considerado hoje figura-chave na invenção dos computadores, permaneceu ao lado do governo dos Estados Unidos na busca de mentes brilhantes para o desenvolvimento bélico. O matemático húngaro manteve-se firme em sua decisão, apesar de saber do risco de ela causar uma catástrofe para a humanidade, e fez parte do projeto Manhattan. Tardiamente, também participara da criação da bomba de Hidrogênio. Em 1944, Neumann conheceu o Eletronic Numerical Integrator and Computer (ENIAC), que havia sido projetado um ano antes pelos cientistas John Eckert e John Mauchly para computar trajetórias balísticas que exigiam cálculos matemáticos volumosos. Com o fim da guerra, Neumann publicou um documento, chamado *First draft of a report on the EDVAC*, no qual ele consta como único autor. Neumann omitiu nomes e o percurso anterior em equipe, bem como o suporte teórico concebido pelo matemático inglês Alan Turing, na década de 1930. Assim, passou a protagonizar a criação do computador, ao que parece, mediante uma atitude ética questionável.

O artigo resenhado conta mais sobre algumas histórias das tecnologias e também de alguns personagens famosos da área das Exatas, como, por exemplo, o matemático inglês Alan Turing, que concebeu um dispositivo teórico – a Máquina de Turing – para representar o que vem a ser “mecânico”, “calculável” ou “computável”. O artigo resume os princípios dessa máquina e traz algumas reflexões:

Em 1936 [...]. Ele [Turing] imaginou um cabeçote de leitura que se deslocava sobre uma fita de extensão ilimitada em um dos lados, e dividida em quadras adjacentes. Sobre cada uma dessas quadras o cabeçote poderia gravar apenas um dos símbolos “0” ou “1”. A máquina funcionaria numa sucessão de passos, uma máquina dedicada a uma única tarefa definida no controle. A este dispositivo damos hoje o nome de “Máquina de Turing” (TURING, 1936). Observe que a Máquina de Turing opera sobre símbolos (e não sobre números, que são símbolos com uma interpretação matemática fixada). Portanto a sequência impressa na fita no início do processamento, bem como a que resulta ao final dependem de uma interpretação humana, ou seja, o processamento da Máquina de Turing se dá na potência entre o símbolo e suas possibilidades de significação, justamente o domínio onde se conforma a informação. Num salto de abstração, Turing percebeu que as instruções que especificavam o controle do dispositivo poderiam também ser expressas apenas com símbolos “0” e “1”. Assim, todo o controle seria descrito como uma sequência finita de símbolos. A máquina poderia operar com duas fitas, a primeira procederia como antes, alocando entrada e saída e a outra guardaria a expressão em dígitos binários 0 e 1 do controle, tendo cada fita o seu próprio cabeçote de leitura e operação independente. Assim, Turing definiu um dispositivo teórico, que hoje chamamos de “Máquina Universal de Turing” com a capacidade de receber o controle de qualquer outra Máquina de Turing, e se comportar como ela. (TURING, 1936). É o computador! Observe que há aqui outro confronto: uma sequência de bits ora é vista como um programa, ora como um dado. Ainda nos dias de hoje, consideramos que um dispositivo é um computador se ele é capaz de operar sobre uma sequência de bits ora como dado (por exemplo, baixamos, copiamos, apagamos arquivos de programas), ora como programas (executamos programas).

Outro ponto do artigo que merece ser citado diz respeito aos “paradoxos da informação”, título de uma das seções, que leva em conta os problemas de repassar

uma determinada informação, pois há um confronto entre a forma e o significado, entre o que expressamos e o que queremos expressar. É aí que a Ciência da Informação, área em que há a preocupação com coleta, organização, armazenagem, recuperação, interpretação, transmissão, transformação e utilização da informação (OLIVEIRA, 2005), exerce o seu papel.

Voltando à área da Matemática, no início do século XX, ela se deparava com questões que colocavam em dúvida as bases de sua sustentação, pois se via frente a frente com o encontro do verdadeiro e do falso. Uma questão levantada por Bertrand Russell causou alerta à comunidade matemática, na chamada de Teoria dos Conjuntos, a qual, considera-se aqui, pode ser explicada pelo Paradoxo do Barbeiro, que, além de ser derivado da teoria, também possui Bertrand Russell como autor. O Paradoxo do Barbeiro diz: em uma cidade com uma lei rígida quanto ao uso da barba, a regra é que todo homem adulto é obrigado a se barbear diariamente, mas não precisa fazer a própria barba. Existe um barbeiro na cidade para esses casos, para o qual a lei diz que “o barbeiro deverá fazer a barba daqueles que optarem por não fazer a própria barba”. Dessa afirmação surge o paradoxo, já que o barbeiro não pode se barbear. Por ser o barbeiro, fazer a própria barba significaria ser barbeado pelo homem que faz a barba só daqueles que optaram por não fazer a própria. E ele não pode ir ao barbeiro, pois isso significaria fazer a própria barba, o que não é a função do barbeiro (GARDNER, 1993).

Segundo ao artigo, ao mesmo tempo em que as exigências de exatidão e certeza repeliam os paradoxos, o ambiente científico era estruturado sobre uma matemática que se intitulava como completa, portanto, qualquer sentença expressa na linguagem matemática deveria equiparar-se a uma prova de sua veracidade ou falsidade. Trabalhando sobre estes pressupostos, Kurt Gödel, matemático austríaco, percebeu a impossibilidade de haver um sistema matemático completo e livre de contradições, dando o nome para esse fato de *Incompletude* (GÖDEL, 1965 apud CAFEZEIRO; CRUZ DA COSTA; KUBRUSLY, 2016, p.123). De maneira simples, a *Incompletude* pode ser entendida por meio do Paradoxo do Mentiroso (MORAES; SILVA; TEIXEIRA, 2009), que possui várias versões, e a mais antiga é o Paradoxo de Epimênides (600 a.C), mas se usa, nesta resenha, o Paradoxo do Pinóquio, pois é uma das mais famosas versões. O paradoxo é: Se Pinóquio falar “O meu nariz vai crescer”, o que acontecerá em seguida? Se o nariz crescer, então a afirmação era verdadeira e nada deveria ter acontecido, agora, se o nariz não crescer, então a afirmação era mentira e, portanto, o nariz deveria ter crescido (LAZARETTI, 2016). Assim, o paradoxo ocorre de maneira autorreferencial, portanto, recursiva, pois, independentemente da resposta, ele sempre referenciará si mesmo.

Retornando ao artigo, os matemáticos, decepcionados, porém conformados com o fato de a matemática não ser completa, focaram em esculpir o escopo da matemática, ou seja, procurar mecanismos matemáticos para representar o conjunto das expressões matemáticas que poderiam ser provadas. Em outras palavras, isso significa definir o conceito do que vem a ser “cálculo”, “mecânico” ou “computável”. Em 1936, Alan Turing criou uma ideia de um dispositivo universal para representar o conceito mencionado, a chamada Máquina de Turing, que consiste em uma fita que é arbitrariamente extensível para a esquerda e para a direita e é dividida em células, uma adjacente à outra, e cada uma contém um símbolo de algum alfabeto (na computação, 0 ou 1); um cabeçote, que pode ler e escrever símbolos na fita e mover-se para a esquerda e para a direita; um registrador de estados, que armazena o estado da máquina; e uma tabela de ação, que diz à máquina que símbolo escrever, como mover o cabeçote e como será seu novo estado. Após ser criada uma ideia de algo que possa interpretar *bits* como dados (partes de informações) ou como programas (conjunto de

informações que possui determinada função), o computador foi criado. Uma consequência de o computador interpretar os sinais elétricos como 0 ou 1 foi a criação de uma aritmética totalmente baseada nesses sinais. Portanto, é a união entre o símbolo e suas possibilidades de significação que dá existência ao mundo computacional. Consequentemente, houve a necessidade de ser criada uma linguagem universal para possibilitar a comunicação com o computador, e essa linguagem, que foi gerada por meio dos números binários, e é diferente de todas as outras criadas pela humanidade, foi concebida estritamente ligada à matemática.

O tema abordado no artigo, cooperação entre Ciência da Computação – área que é frequentemente descrita como um sistemático estudo de processos algorítmicos que descrevem e transformam informação: suas teorias, análises, *designs*, eficiência, implementação e aplicação (DENNING, 1999, p.1) – e Ciência da Informação, que, como já mencionado, é responsável por transmitir informações, manipulando-as para que a transmissão seja eficiente, tem como conclusão que há necessidade de haver uma interdisciplinaridade mais elaborada entre as duas áreas.

De maneira científica, não há como deixar de lado o fato de que a Computação e as tecnologias possuem sua base e fundamentação na matemática, ou seja, por mais que haja interdisciplinaridade com alguma outra área menos relacionada à de Exatas, como Ciência da Informação, a “essência” da Computação ainda será a matemática, pois, além da linguagem usada para a comunicação com o computador (binário), só é possível a criação de novas tecnologias quando há uma interpretação diferente dessa comunicação (interpretações diferentes dos sinais 0 e 1). Um exemplo dessa interpretação é o nascimento da Inteligência Artificial (IA), que processa os sinais elétricos de uma maneira diferente de um sistema computacional comum, já que há a necessidade de reconhecimento de padrões, que pode ser tanto de imagens quanto de movimentos (TEIXEIRA e QUILICI GONZALES, 1983).

O artigo resenhado traz várias informações a respeito do surgimento das tecnologias, especificamente do computador, e evidencia a necessidade de interdisciplinaridade na Computação, que consequentemente gerará novas áreas, que podem ou não possuir uma base centrada em Exatas. Menciona que a Computação não está unicamente ligada à matemática, há sim a necessidade de cooperação com outras áreas, pois é impossível ter ampla compreensão dessa área apenas com um olhar técnico. Entende-se que, no mundo real, social, isso é verdadeiro, no entanto, fato é que, independentemente de o que será feito ou criado na área computacional/tecnológica, será fundamentado na área de Exatas, na matemática, pois ela é a base técnica indispensável nesse ramo.

Assim, tendo em vista sua essência, entende-se aqui que o papel de outras áreas na Computação será secundário, apesar de ela trabalhar com soluções para os problemas da sociedade e, assim, também considerar áreas que são mais sociais do que técnicas, como a Engenharia de Requisitos, que se aproxima do usuário e de sua necessidade, para que o produto técnico a ser gerado pela Computação seja mais eficiente em sua função. O artigo permite conhecer e refletir sobre esse tema.

Desse modo, recomenda-se este artigo a quem estuda áreas relacionadas à Informação, trabalha com elas ou apenas se interessa por elas e também a matemáticos, pois o tema abordado levanta questões importantes para o desenvolvimento tecnológico, com enfoque na Informação, e apresenta uma perspectiva filosófica integrada à área da Computação – importante para a reflexão em uma sociedade que se vê totalmente transformada por esta nova ciência. Afinal, a interdisciplinaridade de outras áreas com a Computação abrirá novos caminhos, os quais permitirão modificar as tecnologias existentes e criar novas tecnologias, que serão mais eficientes, e novas áreas, que vão enriquecer e ampliar a Computação.

Wagner Leandro Sotto Destro
Graduando em Ciência da Computação pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), câmpus Santa Helena
wagnerdestro@alunos.utfpr.edu.br

Vera Vasilévski
Docente de Ciência da Computação na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), câmpus Santa Helena
veral@utfpr.edu.br

REFERÊNCIAS

- DENNING, P. **Computer Science**: The discipline. Edition of Encyclopedia of Computer Science. A. Ralston and D. Hemmendinger, Eds: 1999. Disponível em: <<https://web.archive.org/web/20060525195404/http://www.idi.ntnu.no/emner/dif8916/denning.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2018.
- GARDNER, M. O paradoxo do barbeiro. In: **Ah, apanhei-te!** Lisboa: Gradiva, 1993. Disponível em: <<http://www.educ.fc.ul.pt/icm/icm98/icm16/paradoxo4.htm>>. Acesso em: 29 abr. 2018.
- LAZARETTI, B. O que é o paradoxo de Pinóquio? **Superinteressante**, ago. 2016. Disponível em: <https://super.abril.com.br/cultura/o-que-e-o-paradoxo-de-pinoquio/?utm_source=redesabril_jovem&utm_medium=facebook&utm_campaign=redesabril_mundoestranho>. Acesso em: 29 abr. 2018.
- MORAES, L.; SILVA, A. A.; TEIXEIRA, C. A solução de Peirce para o Paradoxo do ‘Mentiroso’. **Cognitio-Estudos: Revista Eletrônica de Filosofia**, São Paulo, v.6, n.1, p.036-046, jan.-jun. 2009. Disponível em: <http://www4.pucsp.br/pragmatismo/downloads/6_19cognitio_estudos_v6n1_moraes.pdf>. Acesso em 29 abr. 2018.
- OLIVEIRA, M. Origens e evolução da Ciência da Informação. In: _____. (Coord.). **Ciência da Informação e Biblioteconomia**: novos conteúdos e espaços de atuação. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005. cap. 1. p. 9-28. (Coleção Didática). Disponível em: <<http://rabci.org/rabci/sites/default/files/TCC-Freires.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2018.
- TEIXEIRA, J.; QUILICI GONZALES, M. Inteligência Artificial e teoria de resolução de problemas. **Trans/Form/Ação**, São Paulo, v.6, p.45-52, 1983. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/trans/v6/v6a06.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2018.

Referência:

- CAFEZEIRO, I.; COSTA, L. C.; KUBRUSLY, R. Ciência da Computação, Ciência da Informação, Sistemas de Informação: uma reflexão sobre o papel da informação e da interdisciplinaridade na configuração das tecnologias e das ciências. Perspectivas em Ciência da Informação, v.21, n.3, p.111-133, 2016. Resenha de: DESTRO, W. L. S.; VASILÉVSKI, V. Ciência da Computação e a Interdisciplinaridade. In: SEMANA TECNOLÓGICA ACADÊMICA DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO DA UTFPR-SH, 4., 2017, Santa Helena, PR. **Anais...**, Santa Helena: UTFPR, 2018. p.76-80. Disponível em: <<http://sh.utfpr.edu.br/setac/Anais2018.pdf>>.
-

A preparação de imagens de drones para tarefas de classificação de terrenos

Preparation of drone imagery for land classification tasks

PARK, Jin-ki; PARK, Jong Hwa. Crop classification using imagery of drone. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND REMOTE SENSING – EERS2015. Advances in Computer Science Research, 2015. Disponível em: <<https://www.atlantis-press.com/proceedings/eers-15/25839154>>. Acesso em: abr. 2018.

O artigo aqui resenhado foi escrito por dois docentes do Departamento de Engenharia Agrícola e Rural na Universidade Nacional de Chungbuk, na Coreia do Sul. Ambos desenvolvem trabalhos com classificação de imagens com foco na identificação de culturas presentes em plantações e vegetação nativa. Com o advento do uso de *vants*, o departamento de Engenharia Agrícola dos autores tem se especializado no uso desses equipamentos para captura de imagens com mais qualidade e em locais de difícil acesso.

O artigo foi publicado nos anais da Conferência Internacional de Engenharia Ambiental e Sensoriamento Remoto, em 2015, e tem como objetivo demonstrar os benefícios da integração entre Engenharia Agrícola e Ambiental e Sensoriamento Remoto. O trabalho, redigido em língua inglesa, baseia-se nas vantagens que os drones têm sobre os métodos convencionais de sensoriamento remoto na classificação de culturas.

Os *vants* (drones) são veículos aéreos não tripulados de pequeno porte, sem qualquer tipo de contato físico direto, capazes de executar diversas tarefas (MEDEIROS, 2017). O uso dos drones tem aumentado significativamente nos últimos anos, em pesquisas que envolvem obtenção e classificação de imagens. Isso ocorre devido ao avanço na tecnologia dessas aeronaves e popularização do acesso ao público em geral. Com esse impulso, a tarefa de classificação por meio do processamento de imagens ganha uma nova ferramenta para captura de fotos e vídeos. Contudo, para obter êxito nessa tarefa, é preciso seguir uma série de procedimentos, que incluem preparação das imagens obtidas para uso em algoritmos e escolha e configuração do próprio drone. O artigo resenhado apresenta tais procedimentos e os utiliza para classificação de terrenos e culturas. O foco da resenha será nos experimentos realizados e nos resultados obtidos por Park e Park (2015), que fazem a classificação de terrenos via imagens obtidas por drones.

No artigo, os autores exemplificam os impactos positivos do uso de drones por meio dos resultados dos experimentos realizados, os quais envolvem o uso de drones, sensores, filtragem e segmentação das fotos. No trabalho de Park e Park (2015), o objetivo é classificar imagens de terrenos em relação às culturas vegetais existentes neles. As imagens foram capturadas na Coreia do Sul, em uma região onde existe o plantio de culturas como repolho chinês, rabanete, cebola, dentre outras que somam ao todo sete. O artigo traz maiores detalhes e o restante dos experimentos, bem como figuras e gráficos para ilustrar os procedimentos realizados.

Sobre o processamento dos dados, o drone utilizado por Park e Park (2015) foi um SenseFly eBee de asas fixas com uma câmera Canon acoplada. Cabe ressaltar que os drones são utilizados como uma ferramenta multifuncional em diversas áreas, devido a sua capacidade de alçar voo, capturar imagens e vídeos, utilizar sensores e carregar equipamentos (LIMA et al. 2016). O drone é um tipo de *vant* que vem sendo

muito popularizado, dada sua comercialização para o público geral e grande quantidade de modelos disponíveis no mercado. Com isso, obter imagens áreas com grande extensão de terreno ou de difícil acesso torna-se uma tarefa mais simples, mediante o uso de drones munidos de sensores e câmeras acopladas.

Inicialmente, foram tiradas várias fotos dos terrenos em diferentes porções de área. O objetivo era tentar fotografar toda a área de uma só vez, construindo um mosaico com as imagens para obter uma foto de todo o terreno. A literatura referenda esse procedimento de Park e Park (2015), pois um exemplo de classificação é a descoberta dos tipos de culturas vegetais que existem em determinados terrenos e extensões de campo (SILVA et al. 2015; JORGE e INAMASU, 2014). Para isso, são capturadas fotos com drones a partir de ângulos e posições que favoreçam a identificação dos tipos de culturas. Em seguida, as fotos são colocadas em algoritmos de classificação que identificam onde existem culturas nas imagens e quais são os tipos encontrados.

Voltando ao artigo, com essa montagem dos mosaicos, foi possível obter a melhor correspondência geométrica da área e as junções do terreno de forma mais precisa. É pertinente destacar que, para realizar o processamento de imagens, é preciso descobrir as correspondências geométricas de cada área, que podem ser verticais – tiradas verticalmente em relação ao aparelho – e oblíquas – que possuem alguma inclinação em relação ao solo. A preferência é por fotografias verticais da área que será mapeada, porque elas tornam possível utilizar técnicas como semelhança de triângulos, que relaciona o tamanho do sensor com o tamanho do terreno coberto pela foto (PALERMO e LEITE, 2013).

Foram capturadas 150 imagens com o sensor RGB por meio do drone, que carrega uma câmera sensor Canon de 16 *megapixels*, capaz de gerar imagens RGB e imagens de 12 *megapixels* no sensor infravermelho (NIR). As fotos foram tiradas em 23 de setembro de 2014, com altitude da aeronave de 260m, para as imagens RGB, e 229m, no sensor NIR.

Cabe aqui esclarecer que as câmeras, além de capturar imagens, utilizam as lentes como sensores para obter outros tipos de dados. Para obter imagens com boa qualidade, recomendam-se câmeras com capacidade resolução de 16 *megapixels*, embora já seja possível trabalhar com imagens a partir de 12 *megapixels*. Existem câmeras específicas, como a RGB usada por Park e Park (2015), que capture informações de cores para determinar irregularidades em áreas mapeadas, e câmeras multiespectrais, que conseguem obter informações fisiológicas (SOUZA, 2015).

As imagens obtidas por Park e Park (2015) foram filtradas por algoritmos que eliminam ruídos de sal e pimenta, devido à alta resolução das imagens que saturam em algoritmos que fazem comparação por *pixels* e por objetos. Com a filtragem, os resultados tanto da classificação final quanto da segmentação são melhorados. A segmentação das imagens foi feita com algoritmo paramétrico, que, por tentativa e erro, testa valores de escala, cor, compactação e suavidade, até obter o melhor valor do conjunto na desratização dos *pixels* das imagens, em relação aos objetos presentes. Os valores definidos para esse exemplo foram: 250 de fator de escala; 0,9 de cor; 0,5 de compactação; 0,5 de suavidade. O resultado da segmentação é exibido na Figura 1.

Os ruídos mencionados, conforme Gonzalez e Woods (2012), são um dos principais problemas contidos em imagens e que dificultam o processamento delas. Eles são informações indesejáveis em uma imagem, que podem ser causadas pela variação de brilho ou por conter excesso de informações de cor e saturação. Ainda, vale esclarecer que existem dois tipos de ruídos comuns a imagens em geral: o Gaussian Noise (ruído gaussiano) e Salt and Pepper Noise (ruído de sal e pimenta),

conforme Sanches et al. (2015). O ruído gaussiano é causado pela distorção ocasionada quando existe iluminação pobre ou a temperatura do local da foto está alta. Já o de sal e pimenta – ruído eliminado nas imagens de Park e Park (2015) – ocorre a partir de erros na transmissão de dados a partir de dispositivos analógicos para digitais ou quando existem *pixels* mortos. Em geral, são exibidos *pixels* escuros em regiões claras da imagem e *pixels* brancos em regiões escuras.

A classificação das culturas foi feita utilizando os mosaicos da Figura 1 e Figura 2. Para isso, foi utilizado um método de segmentação de objetos simples baseado no algoritmo de classificação K-means, que, por aglomeração de objetos com formato próximo, obtém o melhor valor para os parâmetros da imagem e classificação de cada objeto em uma cultura específica. Esses valores foram: 250 de fator de escala; 0,1 de forma, 0,9 de cor; 0,5 de compactação e 0,5 de suavidade.

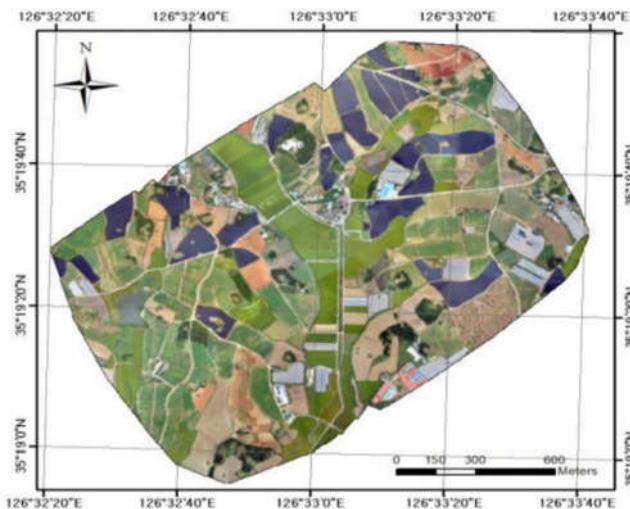


Figura 1: Mosaico de imagens dos terrenos.

Fonte: Park e Park (2015).

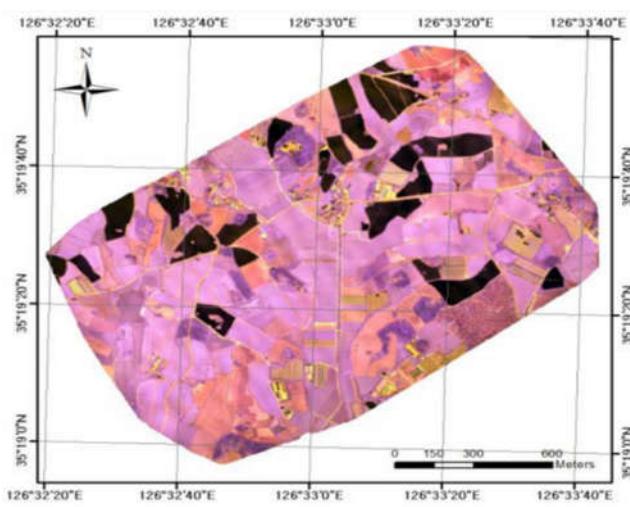


Figura 2: Mosaico segmentado com sensor NIR.

Fonte: Park e Park (2015).

Após a segmentação completa, a classificação foi executada. Sobre a validação dos resultados, para avaliar a qualidade da classificação, os autores trazem a matriz de confusão (Tabela 1). A matriz verifica as classes do problema em conformidade com a classificação, de modo que, na coluna vertical, estão as classes obtidas no trabalho e, na linha horizontal, estão as classes corretas. Na matriz, a diagonal principal apresenta a quantidade de acerto de cada classe pelo classificador. Por exemplo, na linha e coluna 2,2 da matriz, está a classe *ginseng* (espécie de planta do gênero Panax usada como erva medicinal), com o valor de 31. Isso significa que todas as 31 vezes que o classificador determinou a presença dessa classe na imagem, ele acertou. Na linha e coluna 2,3, onde estão respectivamente *ginseng* e edificações, o valor é zero, ou seja, quando a classe correta era edificações, o classificador, nenhuma vez, confundiu-a com *ginseng*.

Tabela 1: Matriz de confusão da classificação de culturas em terrenos.

Dados classificados	Imagen VANT								
	Pastagem	<i>Ginseng</i>	Edificações	Infértil	Arroz	Rabanete	Repolho chinês	Total linha	Acurácia
Pastagem	102	0	1	6	3	3	0	115	88,7
<i>Ginseng</i>	0	31	0	0	0	0	0	31	100
Edificações	20	2	85	7	2	8	1	125	68
Infértil	3	0	0	23	0	1	0	27	85,2
Arroz	0	0	0	5	24	1	0	80	92,5
Rabanete	2	0	0	2	0	60	1	65	92,3
Repolho chinês	0	0	0	0	0	2	14	16	87,5
Total linha	127	33	86	43	79	75	16	Acurácia total 84,07%	
Acurácia	80,3	93,9	98,8	53,8	93,7	80	87,5		
Índice Kappa	0,82								

Fonte: Adaptada e traduzida de Park e Park (2015).

O valor de acurácia de cada classe também é exibido na tabela. A classe *ginseng* obteve 100% de acurácia, enquanto outras classes, como arroz e rabanete obtiveram acima de 90% – sem dúvida, um excelente resultado. Essas culturas possuem uma cor única nas imagens obtidas com drone e presentes no mosaico. Com isso, a segmentação consegue, por meio do RGB e infravermelho, separar de forma única essas classes das demais. Já a classe edificações possui um formato parecido com a das culturas nas imagens capturadas. Pelo formato e cor, ela foi confundida com pastagem 20 vezes. Contudo, o resultado da classe edificações é satisfatório, devido a sua dificuldade de identificação perante as culturas. Isso ocorre devido ao ângulo de rotação ser 60°, que permitiu melhor visualização de seu formato. Em âmbito geral, o classificador obteve 84,07% de acurácia na classificação proposta, o que é um resultado satisfatório, influenciado pelo uso de drone na obtenção das imagens e técnicas de pré-processamento e segmentação.

O artigo de Park e Park (2015) reafirma que, com o crescente incentivo ao uso de drones na captura de imagens, a tarefa de classificação ganha uma nova ferramenta para obtenção de foto em áreas de grande extensão e difícil acesso.

A escolha do tipo de drone e suas configurações com base no problema que será classificado é o primeiro passo. Os equipamentos utilizados são câmeras e sensores, que devem ser posicionados de forma correta, a fim de capturar imagens com qualidade e ângulo correto. O processamento para preparação das imagens é uma tarefa feita por etapas e com influência direta no resultado final.

Mesmo com uso de técnicas simples nas etapas de processamento e classificação, o resultado da classificação advinda dos experimentos de Park e Park (2015) foi satisfatório, o que mostra a importância das técnicas abordadas e como o uso de drones é uma vertente com potencial para expandir a qualidade e o alcance dos resultados. Então, o estudo permite compreender que o sucesso na tarefa de classificação depende de fatores inerentes ao processo, que inicia na captura das fotos e se estende até o uso dos algoritmos específicos para processá-las. Dentre esses fatores, a geometria das fotos, bem como a filtragem e a segmentação, são de grande importância na qualidade do resultado final. Essas atividades fazem parte do processamento das imagens, que as preparam para que a classificação consiga reconhecer o máximo de padrões possível.

Recomenda-se esse artigo àqueles que desenvolvem estudos nas áreas relacionadas à computação gráfica (classificação de imagem), robótica (drones) e agronomia (sensoriamento remoto). O trabalho apresenta uma abordagem unificada das áreas mencionadas, com foco em classificação de imagens com uma solução de baixo custo e resultados práticos satisfatórios. Com aprofundamento nas áreas de interesse do artigo, é possível não só replicar os resultados apresentados, bem como modificar as etapas que compõem a abordagem, a fim de que novos e melhores resultados sejam atingidos.

Jecé Xavier Pereira Neto

Graduando em Ciência da Computação da Universidade Tecnológica Federal do

Paraná (UTFPR), câmpus Santa Helena.

jece@alunos.utfpr.edu.br

Thiago França Naves

Docente em Ciência da Computação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná

(UTFPR), câmpus Santa Helena.

naves@utfpr.edu.br

REFERÊNCIAS

- GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. C. **Digital image processing**. 3.ed. Prentice Hall, 2007.
- JORGE, L. A. C.; INAMASU, R. Y. Uso de veículos aéreos não tripulados (vant) em agricultura de precisão. Embrapa Instrumentação. **Alice**, 2014. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1003485/1/CAP8.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2018.
- LIMA, D. F.; SOUSA JUNIOR, A. M.; SILVA, M. M. N.; CARVALHO, C. C. A.; FERNANDES NETO, M. A utilização de *vant* (drone) para fins de regularização fundiária urbana de interesse social. CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, Foz do Iguaçu, Brasil. **Anais...**, 2016. p.1-5.
- MEDEIROS, F. A. **Desenvolvimento de um veículo aéreo não tripulado para aplicação em agricultura de precisão**. 2007. 102f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

- PALERMO, R. A.; LEITE, T. C. **Integração de levantamento fotogramétrico aéreo com o uso de vant e levantamento fotogramétrico terrestre para o mapeamento tridimensional das ruínas de São Miguel das Missões.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2013. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/77752>> Acesso em: 30 abr. 2018.
- SANCHES, C. H.; FONTOURA, P. J.; VIEIRA, P. F. e BATISTA, M. A. Técnicas de Suavização de Imagens e Eliminação de Ruídos. EATI – Encontro Anual de Tecnologia da Informação, 2015. **Anais...**, p.21-30. Disponível em: <<http://eati.info/eati/2015/assets/anais/Longos/L2.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2018.
- SILVA, J. F.; ASSIS, H. Y. E. G; BRITO, A. V; ALMEIDA, N. V. **VANT como ferramenta auxiliar na análise da cobertura e uso da terra.** X CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 2015. Disponível em: <<http://eventos.uepg.br/sbiagro/2015/anais/SBIAgro2015/analcompleto.htm>> Acesso em: 30 abr. 2018.

Referência:

PARK, Jin-ki; PARK, Jong Hwa. Crop classification using imagery of drone. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND REMOTE SENSING - EERS2015. Advances in Computer Science Research, 2015. Disponível em: <<https://www.atlantis-press.com/proceedings/eers-15/25839154>>. Resenha de: PEREIRA NETO, Jece Xavier; NAVES, Thiago França. Uso de drones e preparação de imagens para tarefas de classificação de imagens. In: SEMANA TECNOLÓGICA ACADÊMICA DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO DA UTFPR-SH, 5., 2018, Santa Helena, PR. **Anais...**, Santa Helena: UTFPR, 2018. p.81-86. Disponível em: <<http://sh.utfpr.edu.br/setac/Anais2018.pdf>>.

ANAIIS DA SeTAC²



Semana Tecnológica Acadêmica de Ciência da Computação da UTFPR-SH
Santa Helena, Paraná
<http://sh.utfpr.edu.br/setac/>