

MAIÊUTICA
TECNOLOGIA
DA INFORMAÇÃO



CENTRO UNIVERSITÁRIO LEONARDO DA VINCI
Rodovia BR 470, Km 71, nº 1.040, Bairro Benedito
89084-405 - INDAIAL/SC
www.uniasselvi.com.br

REVISTA MAIÊUTICA

Tecnologia da Informação

UNIASSELVI 2022

Presidente do Grupo UNIASSELVI
Prof. Pedro Jorge Guterres Quintans Graça

Reitor da UNIASSELVI
Prof. Hermínio Kloch

Pró-Reitora de Ensino de Graduação Presencial
Prof. Antônio Roberto Rodrigues Abatepaulo

Pró-Reitora de Ensino de Graduação a Distância
Prof.^a Francieli Stano Torres

Pró-Reitor Operacional de Graduação a Distância
Prof. Érico Coelho Ribeiro

Diretor de Educação Continuada
Prof. Carlos Fabiano Fistarol

Editor da Revista Maiêutica
Prof. Luis Augusto Ebert

Comissão Científica
Airan Arinê Possamai
Danice Betânia Almeida
Eduardo de Almeida
Elgison da Luz dos Santos
Elisangela Gisele do Carmo
Eliomar Russi
Fábio Teixeira Da Costa
Greisse Moser Badalotti
Mariane Beatriz Wittmann
Nader Ghoddosi
Pedro Sidnei Zanchett

Comitê Editorial
Ana Paula Tabosa dos Santos Sanches
Caroline Bresolin Maia Cadore
Clarice Klann
Ivone Fernandes Morcilo Lixa
Lili de Souza
Gabriela Wolff
Geórgia Carneiro da Fontoura
Paula Dittrich Correa
Vera Lúcia Hoffmann Pieritz

Editoração e Diagramação
Equipe Produção de Materiais

Revisão Final
Equipe Produção de Materiais

Publicação On-line
Propriedade do Centro Universitário Leonardo da Vinci

Apresentação

A Revista Maiêutica dos Cursos Superiores de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Gestão da Tecnologia da Informação, Licenciatura em Informática, Big Data e Inteligência Analítica, Jogos Digitais, Segurança da Informação, Tecnologia em Agrocomputação, Formação Pedagógica em Informática, Segunda Licenciatura em Informática e Sistemas de Informação do grupo Uniasselvi, com satisfação, apresenta a você artigos específicos das áreas de Tecnologia de Informação: Aspectos Legais na Informática, Ciência da Computação, Inovação e Dispositivos Móveis, Gestão da Tecnologia da Informação, Internet das Coisas, Inteligência Artificial, Gamificação, Microserviços, Sistemas de Informação, Tecnologia aplicada na Educação, Tecnologias Emergentes, TICs,

A concepção do conhecimento descrito nestes textos está associada à construção de instrumentos de forma coletiva, propiciando a interação dos atores pedagógicos que integram o nosso processo de ensino-aprendizagem. Estamos passando por uma era em que os avanços tecnológicos são imensuráveis e possuem uma velocidade inatingível. Cada vez mais, as tecnologias substituem o trabalho humano, deixando os processos industriais mais automatizados, mais rápidos e, a longo prazo, mais baratos.

Tem-se como resultado da construção destes novos saberes a condição de contribuirmos para momentos de reflexão, de análise crítica, de constatações diante de realidades diversas, fatos ou teorias, gerando não somente respostas, mas igualmente novas perguntas que poderão nos conduzir a novas investigações.

Compreender a relevância da produção destes textos acadêmicos significa reconhecer o papel dos profissionais da Tecnologia da Informação, com habilidades e competências em suas áreas de atuação, na condição de agentes de transformação da sociedade em que se encontram inseridos.

Perceber a realidade do mundo, analisar as diversas perspectivas de condução das ações e atividades de uma comunidade, colaborar para a solução de problemas, propor inovações são iniciativas que têm como fonte a organização e a disposição do conhecimento.

Aproprie-se destes conteúdos, saiba mais, construa seu saber

Seja bem-vindo a um pedaço de nossa história da construção do conhecimento. Convidamos você a conhecê-la. Boa leitura!

Prof.^a Greisse Moser Badalotti
Coordenadora dos Cursos Superiores de Tecnologia



SUMÁRIO

ACESSIBILIDADE TECNOLÓGICA NO MEIO ACADÊMICO: E-LIBRAS – UM PROJETO DE INCLUSÃO

Technological accessibility in the academic environment: e-Libras – An inclusion project

Gerson Pereira

Rodrigo Ramos Nogueira

Laura Regina Pereira

Luciana Colussi

Mara Rubian Matteussi Garcia Kortelt

Matheus Henrique Zimpel Paiano

Matheus Victor Araújo Ferreira

Rafael de Moura Speroni 7

MICROSSERVIÇOS EM SISTEMAS MONOLÍTICOS

Microservices in monolithics systems

Deise Rech 15

APLICAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) NA AUTOMAÇÃO DO *HELP DESK*: análise de tecnologias para *chatbot*

Application of Artificial Intelligence (AI) in *helpdesk* automation: technology analysis for *chatbot*

William Leandro Cardoso

Nader Ghoddosi 27

AVALIAÇÃO DOCENTE NA EDUCAÇÃO SUPERIOR: garantia de qualidade ou mera formalidade?

Teacher evaluation in higher education: quality assurance or mere formality?

Cláudia Neli de Souza Zambon 35

MARKETING ORIENTADO À GEOLOCALIZAÇÃO DE SOFTWARE GEOMARKETING Marketing guided by geo-location software geomarketing

Jeferson Eduardo Kleinschmidt

Pedro Sidnei Zanchett 41

INSERÇÃO DA GAMIFICAÇÃO COMO FERRAMENTA PARA ESTIMULAR O APRENDIZADO DOS NOSSOS ALUNOS

Inserting gamification as a tool to stimulate the learning of our students

Julio Cesar Zambon

Cláudia Neli de Souza Zambon 65

AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM GAMIFICADO: uma proposta para incentivar a utilização do AVA da instituição Virtual gaming learning environment: a proposal to encourage the use of the institution's AVA	
Mauro Cristhian Zambon Cláudia Neli de Souza Zambon	71
ARQUITETURA MODULAR: tendência para o futuro da computação em exa escala Modular architecture: trend for the future of exa-scale computing	
Paulo Henrique Lopes Dutra Pedro Sidnei Zanchett.....	77
CHECKBOT – VERIFICAÇÃO DE FAKE NEWS: integração de IA e UX para o desenvolvimento de um aplicativo inteligente Checkbot – Checking fake news: Integrating IA and UX in smart app development	
Rodrigo Ramos Nogueira Tatiana Tozzi	93
CORA – um aplicativo para o turismo inteligente com ênfase em acessibilidade CORA – an application for intelligent tourism with accessibility emphasis	
Beatriz Bizatto Ferreira Rodrigo Ramos Nogueira Daniel de Andrade Varela	101
SOLUÇÃO PARA CAPTURA E ANÁLISE DE NÍVEIS LÓGICOS COM A PLATAFORMA ARDUINO Solution for capture and analysis of logic levels with the arduino platform	
Luiz Mauricio Reale Lemos.....	107
SISTEMA BASEADO EM APRENDIZADO DE MÁQUINA PARA DETECÇÃO E MITIGAÇÃO DE ATAQUES DE REDES EM TEMPO REAL Machine learning-based system for real-time detection and mitigation of network attacks	
Fernando Luiz Moro Alexandre Aguiar Amaral Ana Paula Amaral Rodrigo Ramos Nogueira	125
DESENVOLVIMENTO DE DASHBOARDS INTERATIVOS UTILIZANDO FERRAMENTAS DE BUSINESS INTELLIGENCE PARA DESCOBERTA DE FATORES DETERMINANTES DA EVASÃO UNIVERSITÁRIA Development of interactive dashboards using Business Intelligence tools to discover factors determining university dropout	
Rodrigo Ramos Nogueira Jefferson Graboski Tatiana Tozzi	137

ACESSIBILIDADE TECNOLÓGICA NO MEIO ACADÊMICO: E-LIBRAS – UM PROJETO DE INCLUSÃO

Technological accessibility in the academic environment: e-Libras – An inclusion project

Gerson Pereira¹
Rodrigo Ramos Nogueira²
Laura Regina Pereira¹
Luciana Colussi¹
Mara Rubian Matteussi Garcia Kortelt¹
Matheus Henrique Zimpel Paiano¹
Matheus Victor Araújo Ferreira¹
Rafael de Moura Speroni¹

Resumo: Este artigo apresenta um recorte do Projeto Integrador e-Libras, que é uma plataforma acessível que tem, como objetivo, a disponibilização de conteúdo acadêmico do eixo de tecnologia traduzido em Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS). Através de uma pesquisa bibliográfica e de um estudo que observou um sujeito em questão (que necessita de acessibilidade), chegou-se à conclusão de que não existe uma plataforma que disponha de um conteúdo acessível de forma dedicada e relevante. Quando mencionado o termo acessibilidade nesse contexto, entende-se o grupo específico de surdos, usuários da língua de sinais.

Palavras-chave: Tecnologia. Acessibilidade. Língua Brasileira de Sinais. Meio acadêmico.

Abstract: This paper presents a section of e-Libras, in Integrator Project that is an accessible platform that has as objective the availability of academic content related to technology translating LIBRAS (Brazilian Sign Language). Through a bibliographic research and a study about a subject in specific (who has special needs), it came to a conclusion that it has no existing platform that disponds of accessible content in a dedicated and relevant way. In this context, when mentioning the term accessibility, it becomes clear that we are talking about users of sign language, who are deafs.

Keywords: Technology. Accessibility. Brazilian sign language. Academia.

Introdução

Apenas, por meio da língua, que os indivíduos entram, plenamente, no estado e cultura humanos deles; que se comunicam, livremente, com os semelhantes, adquirindo e compartilhando informações (SACKS, 2010). No Brasil, a Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002 (BRASIL, 2002), reconhece a Linguagem Brasileira de Sinais (Libras) como idioma e meio legal de comunicação dos surdos no país. Posteriormente, o Decreto nº 5.626, de 22 de dezembro de 2005 (BRASIL, 2005), regulamenta essa lei, e evidencia o direito das pessoas surdas ao acesso às informações por meio da Libras.

Embora a acessibilidade seja um direito garantido por lei, ainda, são muitas as dificuldades encontradas no âmbito de ensino, uma vez que há a necessidade de que, além do indispensável trabalho dos intérpretes, sejam desenvolvidos conteúdos e ferramentas que levem em conta as especificidades, as características dos estudantes surdos.

¹ Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Catarinense – Campus Camboriú – Rua Joaquim Garcia S/N – Caixa Postal Nº 2016 – Camboriú – SC

² Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI – Rodovia BR 470, km 71, nº 1.040, bairro Benedito – Caixa Postal 191, 89084-405 – Indaial/SC – Fone: (47) 3281-9000 – Fax: (47) 3281-9090 – Site: www.uniasselvi.com.br

Conforme observam Flor *et al.* (2015), o mundo virtual pode e deve ser um facilitador no ambiente de ensino, para surdos e ouvintes, mas essa facilidade deve acontecer através de meios que instiguem a pessoa que acessa o meio digital, ou seja, devem existir “acessórios” visuais que animem a pessoa, como vídeos explicativos diretos e objetivos, de curta duração; textos fáceis de compreensão; recursos de áudio; além de outros itens que fazem, do ambiente digital, algo útil e agradável para quem o utiliza.

Este artigo descreve um projeto que visa ao desenvolvimento de uma plataforma para a criação e o compartilhamento de conteúdos em Libras, voltado ao ensino de disciplinas da área de Tecnologias da Informação e Comunicação. Trata-se de uma ferramenta acessível via web, com tecnologias open source, o que possibilita a criação colaborativa de conteúdos em Libras, levando em conta a participação de intérpretes e de estudantes.

A plataforma proposta objetiva, especificamente, a divulgação de conteúdos voltados para o ensino na área de Tecnologia da Informação e Comunicação. Por meio desta, termos e expressões comuns da área, para os quais não existiam sinais em LIBRAS, ou que não sejam de conhecimento dos intérpretes, vídeos e textos explicativos podem ser disponibilizados e submetidos à apreciação de um corpo de intérpretes, os quais assumem o papel de colaboradores.

O sistema, aqui, descrito, encontra-se em fase de desenvolvimento, com uma versão inicial em funcionamento. Atualmente, estão sendo inseridas algumas expressões e termos relativos às disciplinas de Programação Web, e, os sinais em LIBRAS, temporariamente, acordados com os intérpretes, serão submetidos à posterior apreciação de um corpo técnico, para que venham a ser divulgados à comunidade.

Justificativa

Conforme observam Roepke, Maciel e Oliveira (2018), são poucos os surdos que tentam estudar em uma universidade, e, quando conseguem, enfrentam dificuldades, como rejeição, intolerância e impaciência, ou são vistos como um ser “doente”. É preciso se lembrar de que, entretanto, tais dificuldades são infundadas, uma vez que os surdos, apenas, possuem uma diferença de níveis linguístico e cultural. Para Cruz e Dias (2009), contudo, são representantes de um grupo minoritário, que é dirigido por escolas que são organizadas para ouvintes e padronizadas para contemplar alunos ouvintes.

No Ensino Superior, assim como nos demais níveis de ensino, a presença do intérprete de LIBRAS, em sala de aula, é de fundamental importância para os alunos surdos. Ocorre, entretanto, que, a depender da área de conhecimento, a terminologia utilizada não faz parte dos conhecimentos prévios dos intérpretes. Nos cursos da área de Tecnologia da Informação e Comunicação, por exemplo, as tecnologias, linguagens e ferramentas são tão mutáveis que é muito provável que haja a constante necessidade de proposição de novos sinais em LIBRAS, mesmo que temporariamente, até que se verifique a existência de outros mais adequados.

O meio mais próximo que o deficiente auditivo tem, para se apropriar das tecnologias digitais, é a internet. Citam-se as videoaulas, direcionadas ao estudo da gestualização de surdos, com detalhes sucintos e práticos, e o acesso a professores versados em Libras, que podem ajudar o surdo a se desenvolver, de acordo com as particularidades dele.

Inserido no escopo de um projeto integrador de alunos do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas para Internet, este trabalho surge devido a uma demanda identificada em sala de aula, pelos autores, sendo, um deles, um aluno surdo. Assim, percebeu-se que há várias especificidades para a aplicação da Libras.

A solução, aqui, apresentada, faz uso da disponibilidade e do amplo acesso propiciados pela internet, propondo-se uma plataforma na qual conteúdos relacionados às Tecnologias de

Informação e Comunicação passem a estar disponíveis para um universo maior de estudantes, mas que sigam critérios que levem em conta a opinião e a apreciação de múltiplos intérpretes colaboradores.

Metodologia

O sistema dispõe de uma interface para o usuário pesquisar um conteúdo por palavras-chave e/ou áreas de interesse, e outra para a administração desse conteúdo, na qual o próprio usuário pode se cadastrar como colaborador. O registro de interesse, como colaborador, é gerenciado pelos moderadores, a categoria mais elevada de um usuário. Moderadores, além de gerenciarem a inclusão de novos colaboradores/moderadores, podem ser produtores de conteúdo.

Em um primeiro momento, foi realizado o levantamento de requisitos, baseando-se nas necessidades de um usuário surdo no cotidiano. Seguem os principais requisitos funcionais levantados.

A aplicação deve permitir que o usuário tenha acesso ao conteúdo mesmo sem estar logado; poder pesquisar esse conteúdo; e filtrar por categoria, data e autor. O conteúdo mais acessado deve estar disponível na página inicial.

Para buscar um conteúdo específico, o usuário pode entrar com uma expressão na caixa de pesquisa ou utilizar filtros avançados, com critérios de data, categoria, mais visualizados etc.

O usuário está apto a optar por se cadastrar e obter os benefícios de um usuário autenticado, como ter um histórico de pesquisa; adicionar vídeos, a uma lista, para assistir mais tarde; incluir comentários; marcar se gosta, ou não, de ter em primeira mão o conteúdo selecionado automaticamente, de acordo com o perfil dele etc.

Usuários colaboradores conseguem produzir conteúdos e incluí-los na plataforma. Conteúdos incluídos por colaboradores dependem de moderação, para que seja exibido para todos os usuários.

Ao fazer o login, o usuário colaborador se depara com uma interface para incluir conteúdo; inserir uma descrição básica; associar o vídeo em LIBRAS e um arquivo PDF com o conteúdo completo; escolher se aceita comentários ou não; e ligar esse conteúdo a categorias pré-cadastradas. O colaborador, também, pode incluir categorias de conteúdo.

Usuários moderadores, além dos privilégios de análise e de moderação dos conteúdos dos colaboradores, podem incluir conteúdo.

Os administradores estão autorizados a executar todas as operações mencionadas anteriormente, além de poder gerenciar todos os usuários, categorias, conteúdos, instituições, históricos e comentários e acessar o painel de estatísticas.

O administrador tem uma visualização de todas as estatísticas de uso da plataforma, o que consegue filtrar por data de acesso, por categoria, por usuário, por histórico e por comentário.

Resultados e discussão

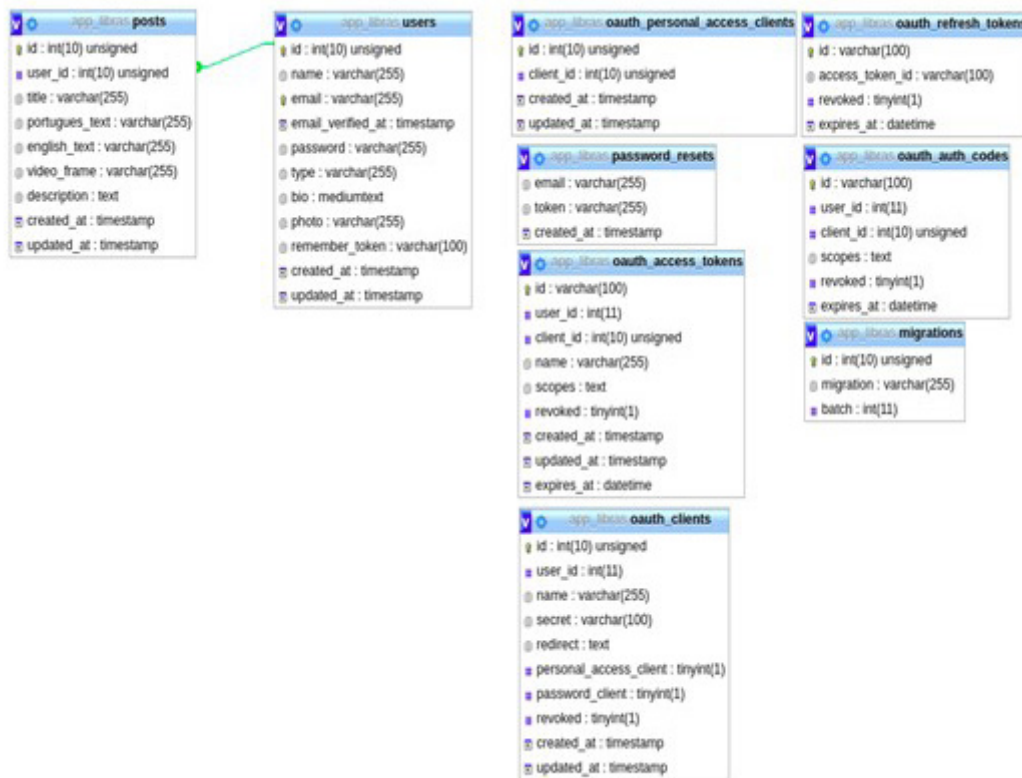
A solução descrita neste trabalho se encontra em fase de desenvolvimento. Foi realizado o levantamento de requisitos, baseando-se nas necessidades de um usuário surdo no cotidiano. Dentre os requisitos funcionais, citam-se:

- O estudante deve ter acesso aos conteúdos, mesmo sem estar autenticado no sistema, sendo possível buscá-los ou filtrá-los por categoria, data e autor.
- O estudante pode efetuar o cadastro, passando a ter um histórico de pesquisa, uma lista de vídeos para assistir mais tarde, comentários, e a ser avisado a respeito de conteúdos de interesse próprio.

- Os intérpretes colaboradores estão aptos a produzir conteúdos e a submetê-los na plataforma, para apreciação/homologação pelo corpo desses intérpretes.
- Os conteúdos apreciados e homologados pelo corpo técnico se tornam disponíveis a todos os usuários.
- Os usuários administradores conseguem executar todas as operações já citadas, além de poder gerenciar usuários, categorias, conteúdos, instituições, históricos e comentários e acessar o painel de estatísticas.

Para a primeira versão da ferramenta, um banco de dados relacional foi construído. A partir do levantamento de requisitos, foi construído um modelo conceitual, que evoluiu para um lógico, representado no diagrama entidade-relacionamento:

Figura 1. Modelo Lógico do Sistema Proposto.



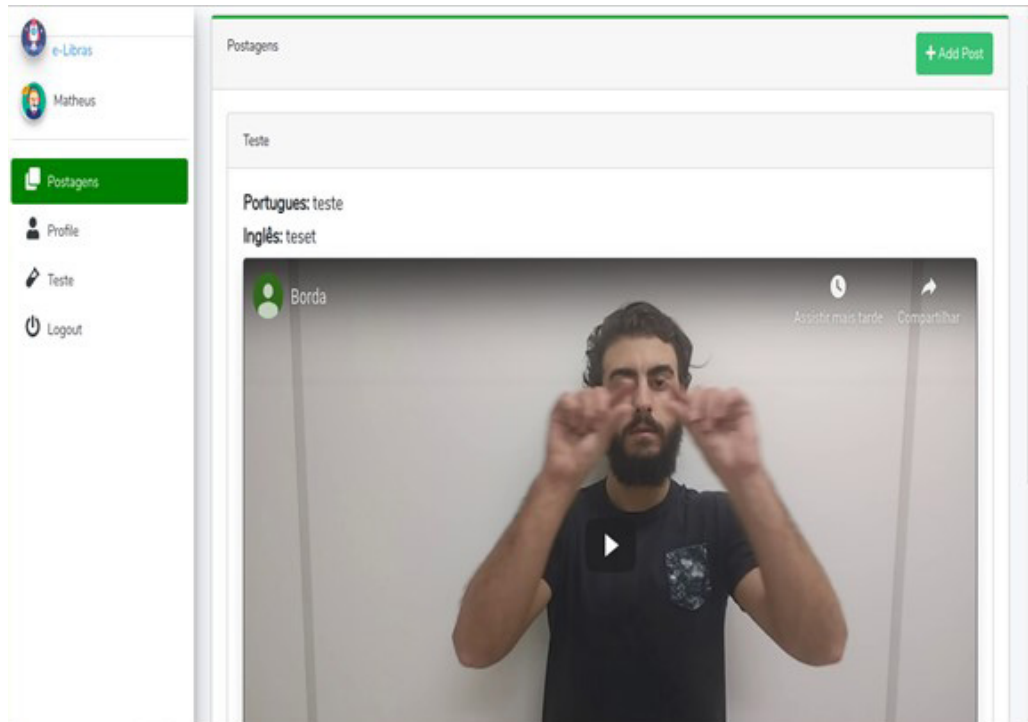
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Para a implementação, foram usadas, apenas, ferramentas open source. Optou-se pela utilização do framework Laravel. A plataforma é composta por um servidor, com sistema operacional Linux, um servidor web Apache, um banco de dados MySQL, uma linguagem de programação PHP, uma linguagem de marcação de texto HTML e padronização com CSS.

Dentre os resultados esperados para este projeto, está um conjunto de benefícios aos estudantes surdos, com acesso aos conteúdos na própria língua, além da possibilidade de estudarem os materiais disponibilizados na plataforma, os quais podem ser acessados de acordo com a necessidade, a disponibilidade e o interesse dos estudantes.

Buscou-se o desenvolvimento de páginas web com uma interface de fácil utilização e com foco na acessibilidade.

Figura 2. Página de Resultado de Busca.

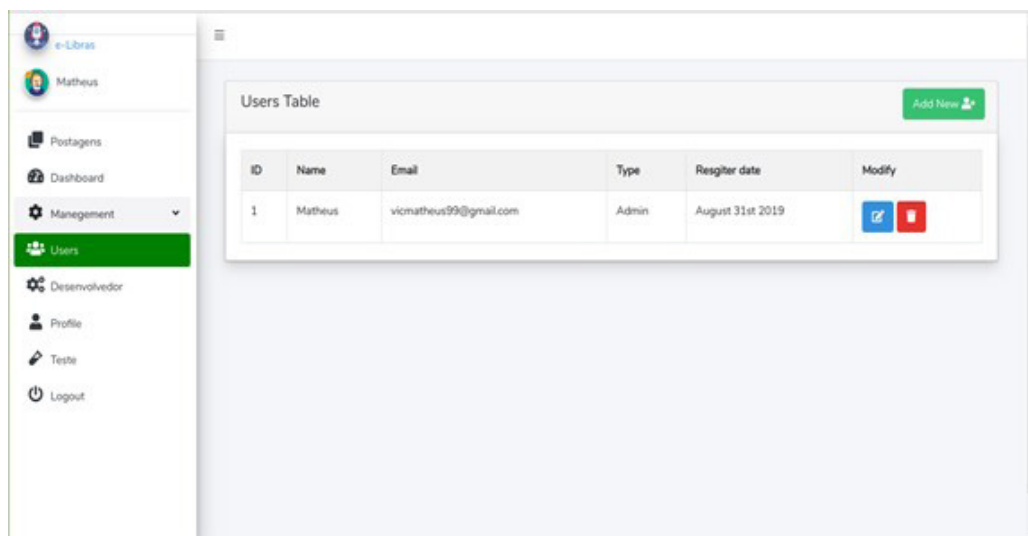


Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A Figura 2 apresenta uma tela que demonstra a página de resultados de uma busca feita pelo usuário. À esquerda, há um menu, e, à direita, como espaço principal da página, a exibição dos conteúdos. Existe, ainda, a possibilidade de que a busca seja feita com a utilização de filtros, por marcadores, áreas de interesse, data, autores e/ou relevância.

Conteúdos acessados pelo usuário ficam gravados no histórico de busca, que é utilizado para sugerir conteúdos relacionados ao usuário na medida em que faz uso da plataforma.

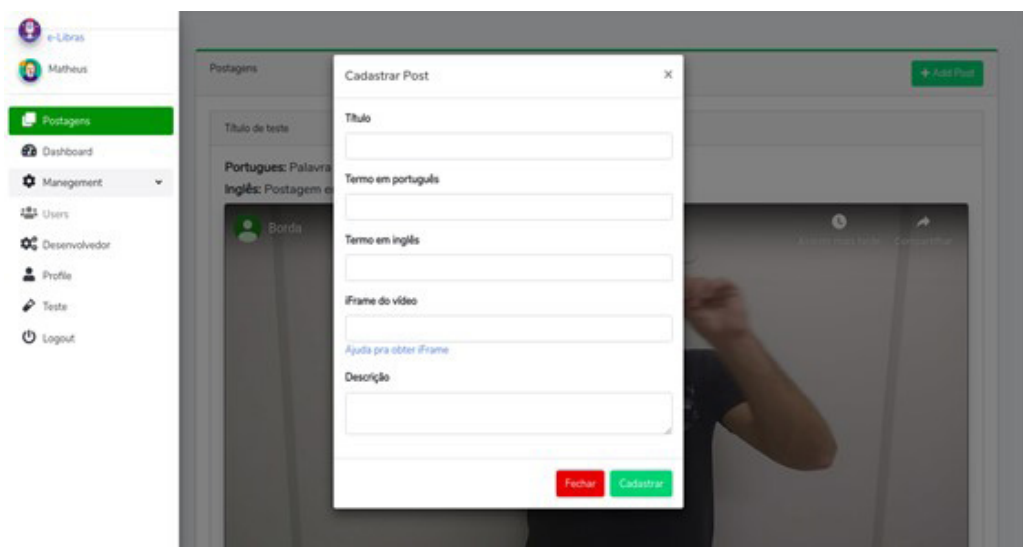
Figura 3. Página de Gerenciamento de Usuário.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Por meio da página de gerenciamento de usuário, mostrada na Figura 3, é permitido, ao administrador, incluir, além de editar, excluir e pesquisar novos usuários. Os privilégios e as funções dos usuários, também, podem ser alterados nessa página, possibilitando que um sujeito se torne um autor, moderador ou administrador.

Figura 4. Envio de Nova Publicação.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A criação de uma publicação, segundo a Figura 4, pede que sejam inseridos o título, os textos em português e em inglês, o *iframe* do vídeo e uma breve descrição dessa publicação. No campo descrição, devem ser incluídas palavras-chave, precedidas do sinal '#', que serve como mecanismo de busca por marcadores.

Cabe destacar que, para fins de desempenho e de otimização do espaço de armazenamento, optou-se pela vinculação de vídeos que estejam hospedados em plataformas externas, como no YouTube.

Considerações finais

A plena participação dos alunos surdos, na vida acadêmica, depende da garantia de igualdade de condições entre todos os estudantes, de tal forma que não haja diferença nas condições de acesso ao conhecimento. Tais condições são estabelecidas em lei, e há a necessidade de que sejam realizados todos os esforços no sentido de que elas sejam asseguradas a todos, em todos os níveis de ensino.

É importante ressaltar que, mesmo que a instituição de ensino disponibilize intérpretes de LIBRAS em sala de aula, a educação do aluno surdo pode ser potencializada ao ter acesso a materiais para pesquisa em LIBRAS.

O presente trabalho está inserido no escopo de um projeto que deriva da observação da realidade vivenciada em sala de aula. Um dos autores do trabalho, surdo, é estudante do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas para Internet. Durante as aulas, percebeu-se a constante necessidade de que os intérpretes precisavam criar novos sinais de LIBRAS, mesmo que temporários, para representar termos e expressões técnicas da área.

Ao aplicar a teoria na prática, o projeto demonstra a importância de que se pense em soluções tecnológicas acessíveis. A participação de um estudante surdo, como autor do trabalho,

demonstra que, dadas as condições adequadas e a atenção necessária, o desenvolvimento das habilidades técnicas, também, pode ser universal.

Atualmente, encontra-se, em fase de desenvolvimento, o módulo de homologação dos conteúdos. Nesse módulo, os intérpretes colaboradores são comunicados quando do envio de novos conteúdos. Posteriormente, por meio da plataforma, podem acessá-los e fazer comentários, os quais são lidos e comentados pelos demais colaboradores. O autor dos conteúdos é comunicado das considerações para que possa fazer adequações, ou para que saiba que o conteúdo foi homologado, passando a estar disponível a todos os usuários.

Pretende-se, por fim, agregar conteúdos e recursos tecnológicos de outras fontes, ao serem ampliadas as capacidades da plataforma para a comunidade.

Referências

BRASIL. **Decreto nº 5.626, de 22 de dezembro de 2005**. Regulamenta a Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras, e o art. 18 da Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5626.htm. Acesso em: 24 abr. 2020.

BRASIL. **Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002**. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110436.htm. Acesso em: 24 abr. 2020.

CRUZ, J. I. G. da; DIAS, T. R. da S. Trajetória escolar do surdo no ensino superior: condições e possibilidades. **Rev. Bras. Educ. Espec.**, Marília, v. 15, n. 1, p. 65-80, 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-65382009000100006&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 24 abr. 2020.

FLOR, C. da S. *et al.* Acessibilidade do Moodle para surdos: abordagem dos discursos de surdos e ouvintes. **Transinformação**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 157-163, abr. 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-37862015000200157&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 24 abr. 2020.

ROEPKE, J. L.; MACIEL, K. C.; OLIVEIRA, V. R. de. **Deficiência auditiva: fundamentos e metodologias**. Indaial: UNIASSELVI, 2018.

SACKS, O. **Vendo vozes: uma viagem ao mundo dos surdos**. São Paulo: Companhia das Letras, 2010. Disponível em: <https://www.uniasselvi.com.br/extranet/layout/request/trilha/materiais/livro/livro.php?codigo=30676>. Acesso em: 24 abr. 2020.

SILVA, M. S. **Fundamentos de HTML5 e CSS3**. São Paulo: Novatec, 2015. 302p.

SILVEIRA *et al.* **Avaliação das tecnologias de softwares existentes para a Inclusão Digital de deficientes visuais através da utilização de Requisitos de qualidade**. 2007. p. 9-12.

STATO FILHO, A. **Linux controle de redes**. Florianópolis: Visual Books, 2009. 352p.

MICROSSERVIÇOS EM SISTEMAS MONOLÍTICOS

Microservices in monolithics systems

Deise Rech¹

Resumo: O artigo apresenta a tecnologia de sistemas monolíticos e a arquitetura de microsserviços. Partindo-se da ideia de que muitas empresas estão enfrentando dificuldades com seus sistemas monolíticos legados e que a solução mais comum para esse problema é a migração para a arquitetura de microsserviços, são apresentadas nesta pesquisa algumas abordagens de migração de sistemas monolíticos para arquitetura de microsserviços. Procurou-se discutir as vantagens e desvantagens de ambas as arquiteturas, dando-se ênfase a diferentes estratégias de migração, expondo boas práticas, benefícios e dificuldades desse processo. Constatou-se que a arquitetura de microsserviços pode não ser a solução mais adequada para todos os sistemas ou empresas. Porém, quando a empresa optar por uma migração para a arquitetura de microsserviços, esse processo deve ser feito de forma iterativa, incremental e utilizando boas práticas de desenvolvimento de software.

Palavras-chave: Monólito. Arquitetura de microsserviços. Migração.

Abstract: This article presents the monolithic systems technology and the microservice architecture. Starting from the idea that many companies are facing difficulties with their legacy monolithic systems and the most common solution to this problem is the migration to microservices architecture, this research presents some migration approaches from monolithic systems to microservices architecture. It was discussed the advantages and disadvantages of both architectures, emphasizing different migration strategies, exposing best practices, benefits and difficulties of this process. It was found that microservices architecture may not be the most suitable solution for all systems or companies. However, when the company chose for a migration to the microservices architecture, this process must be done in an iterative, incremental way and using good software development practices.

Keywords: Monolithic. Software architecture. Migration.

Introdução

A demanda por alta conectividade está aumentando a cada dia. Com os crescentes avanços da tecnologia, estamos cada vez mais conectados com as pessoas e com o mundo. Tem-se acesso à informação em tempo real e em qualquer parte do planeta sobre qualquer assunto ou acontecimento.

Esse avanço tecnológico se reflete, também, nos sistemas de informação (SI). Sistemas legados construídos com arquitetura monolítica são os mais afetados por essa nova realidade. Dificuldade de integração, alto acoplamento e baixa performance são os principais ofensores nos sistemas legados.

Para enfrentar esse desafio, os sistemas vêm utilizando novas linguagens de programação, melhorando a infraestrutura e a arquitetura. Uma das soluções encontradas para facilitar o desenvolvimento de software foi a arquitetura de microsserviços. Um microsserviço é construído de forma independente, deve possuir poucas responsabilidades e é modelado ao redor de domínios de negócio (NEWMAN, 2020).

Porém, muitas das aplicações disponíveis no mercado ainda rodam sob uma arquitetura monolítica. Segundo Santos (2017), uma aplicação monolítica é aquele tipo de aplicação na qual toda a base de código está contida em um só lugar, ou seja, todas as funcionalidades estão definidas no mesmo bloco.

¹ Centro Universitário Leonardo Da Vinci – UNIASSELVI – Rodovia BR 470 – Km 71 – nº 1.040 – Bairro Benedito – Caixa Postal 191 – 89130-000 – Indaial/SC Fone (47) 3281-9000 – Fax (47) 3281-9090 – Site: www.uniasselvi.com.br

Ao contrário das aplicações monolíticas, que possuem a interface do cliente, o banco de dados é uma única unidade lógica executável, cada microsserviço possui uma fronteira bem definida, podendo ser escrito em qualquer linguagem de programação e ter seu próprio banco de dados. Dessa forma, os microsserviços podem ser administrados por equipes diferentes e escalados de forma independente de acordo com a necessidade.

Essa mudança de arquitetura permite utilizar linguagens de programação mais modernas e adequadas a cada novo microsserviço, tendo como objetivo melhorar performance, aumentar o poder de escalabilidade, facilitar o desenvolvimento e organização da aplicação. Porém, uma arquitetura de microsserviços pode não ser a melhor opção para todos os casos, principalmente quando o sistema é pequeno, simples e mantido por uma equipe reduzida de desenvolvedores.

Devido à tendência do mercado de TI em migrar sistemas monolíticos para arquitetura de microsserviços, será apresentado, neste trabalho, um estudo sobre ambas as arquiteturas. Serão exploradas as principais características das duas abordagens de desenvolvimento de software, explanando as suas vantagens e desvantagens.

Serão apresentadas algumas abordagens de migração de sistemas monolíticos para arquitetura de microsserviços, visando expor os benefícios e dificuldades desse processo.

Aplicações monolíticas

Um sistema monolítico concentra todas as suas funcionalidades em um mesmo código fonte e essas funcionalidades precisam ser implantadas em conjunto.

O exemplo mais comum que vem à mente quando discutimos sistemas monolíticos é um sistema no qual todo código é implantado como um único processo. Podemos ter várias instâncias desse processo por questões de robustez ou escala, mas, basicamente, todo o código estará contido em um único processo (NEWMAN, 2020, p. 27).

De acordo com a perspectiva de Fowler (2017), também, é possível desenvolver uma aplicação com o *frontend* e o *backend* como duas unidades executáveis distintas combinadas com um banco de dados externo. Outras aplicações não necessitam de um banco de dados à parte, pois armazenam dados em memória. Dessa forma, é possível combinar os três elementos no mesmo repositório.

Para Fowler e Lewis (2014), a forma natural de desenvolver aplicações é através de uma arquitetura monolítica e sua lógica para manipular uma requisição é executada em um único processo, permitindo que você use as características básicas da sua linguagem para separar sua aplicação em classes, funções e *namespaces*.

Essa forma de desenvolvimento de software pode ser bem-sucedida em alguns casos, onde a aplicação é simples e tem um número reduzido de desenvolvedores envolvidos. Porém, de acordo com o crescimento da empresa e a constante evolução do sistema através da implantação de novas funcionalidades, pode tornar-se frustrante e menos produtivo trabalhar com essa arquitetura. Se você é um desenvolvedor há algum tempo e já trabalhou em alguma empresa relativamente grande, com certeza teve contato com os famosos "legados", ou então o grande monólito da aplicação (SANTOS, 2017).

Vantagens: uma arquitetura monolítica pode ser a melhor solução para um sistema pequeno, pois esta é uma abordagem mais simples com menos camadas para se preocupar. A equipe possui mais coesão nessa forma de desenvolvimento de software, já que o sistema, geralmente, é escrito em uma única linguagem de programação e os Ambientes de Desenvol-

vimento Integrado (IDEs) são direcionadas para desenvolver uma única aplicação, sem muita variação de tecnologias.

De acordo com Almeida (2015), sistemas desenvolvidos dessa maneira, geralmente, possuem baixa duplicidade de código e processo de *deploy* menos complexo se comparado a uma arquitetura de microsserviços: o banco de dados facilmente evoluirá junto para todas as funcionalidades e há apenas um ponto onde o *deploy* precisa ser feito. Além disso, não há duplicidade de código e classes necessárias entre os diferentes módulos, já que todas elas fazem parte da mesma unidade.

Sistemas monolíticos também facilitam a reutilização de código e o *deploy* desse tipo de sistema não possui tanta complexidade. Segundo Newman (2020), essa arquitetura não possui muitas das armadilhas associadas a sistemas distribuídos e, por esse motivo, facilita atividades como monitoração, resolução de problemas e testes fim a fim.

Desvantagens: no nascimento de um sistema, ter uma base única de código pode ser considerado um ponto positivo, mas, com o passar do tempo e o crescimento do software, este pode se tornar um grande complicador para os desenvolvedores. Uma base de código extensa aumenta muito a curva de aprendizado para novos membros da equipe. De acordo com Fowler (2017, p. 25):

Graças a todos os recursos, aos *patches* e às correções adicionadas ao código-base pelos desenvolvedores, agora a aplicação contém centenas de milhares de linhas de código [...]. O desenvolvimento e a implantação se tornam um pesadelo, o teste passa a ser um fardo e a implantação das correções mais cruciais é adiada, aumentando rapidamente a defasagem técnica.

Conforme mencionado anteriormente, a tecnologia única pode ser um fator benéfico em pequenos monólitos, porém, em um sistema complexo como um ERP, isso pode ser um dificultador. Uma única linguagem de programação nem sempre é a mais adequada para solucionar todos os problemas técnicos e de negócio. Além do mais, é muito difícil ter uma grande equipe de desenvolvedores com conhecimento tecnológico homogêneo.

Ao mesmo tempo que se tem menos duplicidade de código, nessa arquitetura, os componentes são altamente dependentes. Segundo Machado (2017) muitas funções são interdependentes e entrelaçadas, de forma que a inclusão ou manutenção de componentes do sistema podem causar inconsistências ou comportamentos inesperado.

Grandes monólitos podem ser um problema no momento de colocar alterações em produção. De acordo com a perspectiva de Richardson (2014), sistemas monolíticos representam um obstáculo constante para implantações. Para implantar as mudanças de um componente, é preciso fazer o *build* e implantar a aplicação inteira, atividade que pode ser complexa, arriscada, consome tempo, requer a coordenação de muitos desenvolvedores e resulta em longos ciclos de teste.

A escalabilidade, nesse modelo de aplicações, é bastante limitada. Para escala de forma horizontal, é preciso replicar a aplicação inteira e não somente as partes que consomem mais recursos. Dessa forma, em determinado momento, será necessário escalar de forma vertical, ou seja, aumentar a disponibilidade de memória ou CPU para não comprometer o desempenho do software.

Microserviços

O termo microserviços passou a ser utilizado oficialmente em 2014, após a divulgação do artigo *Microservices a definition of this new architectural term*, de Martin Fowler e James Lewis. Até então, algumas empresas já adotavam uma forma de desenvolvimento modularizado através de serviços, mas não havia uma definição exata desse modelo de arquitetura. De acordo com Fowler (2017, p. 26), “observamos este padrão surgir em empresas como Amazon, Twitter, Netflix, eBay e Uber”.

Segundo Newman (2020, p. 14) “microserviços são serviços que podem ser implantados de forma independente e são modelados em torno de um domínio de negócio”. De acordo com Fowler (2017, p. 26), um microserviço “é uma pequena aplicação que executa uma única tarefa e o faz com eficiência”. Esses serviços funcionam como componentes de um sistema monolítico, porém, ao invés de chamadas dentro da própria aplicação, os serviços se comunicam através de webservices ou chamadas remotas. “Desde que seus serviços possam se comunicar uns com os outros por meio de uma rede, tudo mais estará à disposição” (NEWMAN, 2020, p. 14).

Um microserviço deve possuir alta coesão e isso significa que deve possuir um único propósito. Deve ter baixo acoplamento, ou seja, ser reutilizável e extensível de forma que seu código não seja “acoplado” a sua regra de negócio. Ele deve possuir autonomia, característica que faz com que possua sistemas de *deploy* totalmente independentes e automáticos. Um microserviço também precisa ser independente, para isso deve funcionar totalmente à parte de qualquer recurso externo (SANTOS, 2017).

Para Fowler (2017, p. 31), microserviços são compostos por três partes principais: “um elemento *frontend*, algum código *backend* que faça o trabalho pesado e uma maneira de armazenar ou obter dados relevantes”. Porém, o *frontend* de um microserviço não é uma página HTML visível para o usuário e sim uma API disponível para acesso externo.

De acordo com Santos (2017), em um ecossistema de microserviços, deve-se quebrar a lógica de negócio em minúsculos pedaços independentes que se completam, criando uma espécie de rede de APIs interna totalmente (ou parcialmente) conectada.

Quando a empresa adota uma arquitetura de microserviços em seu sistema, as equipes de desenvolvimento tendem a ser organizadas ao redor dos microserviços. Isso, porque, além de microserviços serem organizados em torno das áreas de negócio, os serviços podem ser escritos em linguagens de programação diferentes, utilizar diferentes tecnologias de armazenamento de dados e devem possuir uma modularização forte (FOWLER; LEWIS, 2014).

Apesar de ser uma arquitetura robusta e modularizada, desenvolver uma aplicação como uma suíte de serviços pode não ser a melhor solução para todos os casos. Para Fowler (2017, p. 29), deve-se tomar muito cuidado ao adotar esse modelo de arquitetura ao desenvolver ou migrar um sistema, pois “os microserviços devem ser tão simples quanto possível, ou então a empresa correrá o risco de substituir um monólito por vários monólitos menores, que sofrem dos mesmos problemas à medida que a empresa cresce”.

Vantagens: o principal benefício ao adotar uma arquitetura baseada em microserviços consiste na facilidade para escalar de forma horizontal. Para Santos (2017), escalabilidade horizontal é quando replicamos a mesma máquina ou serviço N vezes. Ao contrário de um sistema monolítico, onde precisamos escalar a aplicação inteira, quando se trabalha com microserviços é possível escalar somente o serviço que está tendo maior volume de requisições ou está consumindo mais recursos de máquina.

Utilizando microserviços, é possível isolar as falhas. Dessa forma, o sistema torna-se altamente disponível, já que uma falha em um dos serviços não causa indisponibilidade na aplicação inteira. De acordo com Richardson (2014), se ocorrer uma falha em um serviço,

outros serviços irão continuar a receber requisições normalmente. Em contrapartida, em uma arquitetura monolítica, um componente com comportamento inadequado irá comprometer todo o sistema.

A heterogeneidade de tecnologias é um ponto muito positivo, ao desenvolver grandes aplicações. Utilizando microsserviços, é possível escolher qual tecnologia melhor se adapta a um novo serviço. Santos (2017) afirma que por essa característica, criamos uma facilidade de obter times multidisciplinares, capazes de se organizarem não por equipes, mas sim por competências de negócio. Porém, é preciso tomar cuidado para não diversificar demasiadamente as tecnologias. Alguns autores recomendam limitar a três ou quatro diferentes linguagens de programação.

Para os desenvolvedores, essa arquitetura pode simplificar o entendimento e as alterações dos serviços já existentes, pois estes possuem uma base de código pequena e são divididos de acordo com as regras de negócio. Isso diminui, também, o tempo de aprendizagem para novos membros da equipe.

Como microsserviços devem ter baixo acoplamento, as alterações nesse tipo de sistema são mais rápidas e seguras. Diferente de um monólito, em que qualquer mudança pode afetar o sistema inteiro, uma alteração em um serviço é feita de forma isolada e só esse serviço precisa ser republicado em produção.

Desvantagens: como mencionado anteriormente, arquitetura baseada em microsserviços significa desenvolver uma aplicação como uma suíte de serviços e esses serviços se comunicam através de chamadas remotas. Essas chamadas remotas representam alta complexidade. Por esse motivo, Newman (2020, p. 20) afirma que:

Um dos principais desafios em tudo isso é a forma como os computadores se comunicam entre si: as redes. A comunicação entre os computadores por meio de redes não é instantânea. Isso significa que temos de nos preocupar com latências – e, especificamente, com latências que superam de longe as latências que vemos em operações locais.

Ao adotar esse tipo de arquitetura, deve-se abrir mão de manter uma consistência forte dos dados. Manter uma consistência forte é extremamente difícil para um sistema distribuído, o que significa que todos devem gerenciar consistências eventuais (FOWLER; LEWIS, 2014).

Gerenciar uma arquitetura baseada em microsserviços não é uma tarefa fácil e exige bastante maturidade do time. Para Santos (2015), uma boa arquitetura de microsserviços requer uma infraestrutura estável e, frequentemente, muito complexa.

Do mesmo modo, o processo de *deploy* se torna mais complexo, principalmente com o crescimento do número de serviços. Por esse motivo, é muito importante possuir um processo de *deploy* automatizado ao trabalhar com microsserviços.

Do monólito ao microsserviço

Começar o desenvolvimento de um sistema com arquitetura monolítica pode ser a melhor opção em muitos casos. Para uma *startup*, por exemplo, é muito importante testar o modelo de negócio de forma fácil e rápida. Segundo Shoup (2014, tradução nossa), a arquitetura de uma *startup* deve otimizar mudanças rápidas e baratas no produto. Isso significa tecnologias familiares para a equipe e fáceis de usar. Esse teste de conceito pode ser feito com um pequeno monólito. Newman (2020, p. 63) afirma que “os microsserviços são ótimos para solucionar os tipos de problemas que você terá assim que tiver um sucesso inicial como uma *startup*”.

Antes de tomar a decisão de utilizar microsserviços, é importante levar em consideração a complexidade que estes adicionam ao sistema. Os microsserviços sobrecarregam as operações, pois há mais coisas para monitorar e alertar, além de mais coisas para implantar. Automatização abrangente e práticas de entrega contínua são essenciais nesse contexto. Por esse motivo, é preciso analisar se a flexibilidade ou a simplicidade é o mais importante para o sistema. Há uma compensação entre a maior flexibilidade da abordagem de microsserviços e a simplicidade da abordagem monolítica, particularmente se for um monólito bem estruturado. Aplicativos que não se beneficiarão da flexibilidade são candidatos ruins para uma arquitetura de microsserviços (PARSONS, 2018).

Fowler (2014) aponta que existem alguns pré-requisitos necessários para a implantação de microsserviços. Segundo ele, você deve ser capaz de levantar um novo servidor em questão de horas e, para isso, é necessário automação desse processo. O monitoramento dos serviços é extremamente importante, pois, com vários serviços de baixo acoplamento, torna-se mais difícil detectar problemas graves. O processo de *deploy* deve ser rápido e automatizado tanto para ambientes de testes, quanto para ambientes de produção. Essas características fazem parte da cultura *DevOps*, que envolve uma grande mudança organizacional para obter muita colaboração entre desenvolvedores e operação.

Esse modelo já é aplicado há muitos anos na Amazon, segundo Vogels (2006), pois é utilizado o conceito “você constrói, você executa”, ou seja, a equipe é completamente responsável pela funcionalidade, arquitetura, construção e operação do serviço. Para ele, essa abordagem melhorou muito a qualidade dos serviços do ponto de vista do cliente e da tecnologia. Isso é consequência do ciclo de feedback constante, pois os desenvolvedores estão em contato direto com os clientes, ao contrário do modelo tradicional, em que existe uma barreira entre desenvolvimento e a operação diária do software. Levando em consideração todos esses fatores, pode-se iniciar a migração de um monólito para uma arquitetura de microsserviços.

Richardson (2016) acredita que há três estratégias principais para realizar a migração de um monólito para uma arquitetura de microsserviços: implementar novas funcionalidades fora do monólito, dividir a camada de apresentação dos componentes de negócio e acesso à dados e converter módulos existentes em microsserviços. Dehghani (2018) sugere uma forma de migração muito similar, mas com foco maior na extração de módulos independentes de um monólito. Newman (2020, p. 74) defende fortemente uma abordagem de migração gradual:

Se você chegar ao ponto de decidir que separar seu sistema monolítico atual é a atitude correta a ser tomada, recomendo enfaticamente que quebre esses sistemas monolíticos, extraindo pequenas porções de cada vez. Uma abordagem gradual o ajudará a conhecer os microsserviços enquanto avançar, além de limitar o impacto de fazer algo errado.

Ele enfatiza, ainda, que “dividir uma transição para uma arquitetura de microsserviços, em passos pequenos e incrementais, garante que os erros que cometeremos serão pequenos, e que será mais fácil nos recuperarmos desses erros” (NEWMAN, 2020, p. 97).

No entanto, existem diversas estratégias para fazer essa migração. Algumas mais ousadas e arriscadas e outras mais elaboradas e com maior planejamento. Nos tópicos a seguir, serão apresentadas cinco estratégias diferentes de migração de sistemas monolíticos para arquitetura de microsserviços.

Estratégia 1 - Dividir frontend e backend: sistemas corporativos, geralmente, possuem uma divisão lógica entre camada de apresentação, camada de negócios e camada de dados. Essa estratégia sugere realizar a divisão do código do sistema em duas aplicações separadas: uma

aplicação com a camada de apresentação e outra aplicação com as camadas de negócio e dados. Isso permite que você desenvolva, implante e dimensione ambas as aplicações de forma independente.

Para que essa separação funcione, a camada *backend* precisará expor APIs para se conectar ao *frontend*. Dehghani (2018) não considera essa separação uma estratégia essencial para a migração de um monólito, mas menciona que, com o desenvolvimento de novos microsserviços, o *frontend* da aplicação legada deve ser redirecionado para essas novas APIs.

Possivelmente, essa estratégia não irá extinguir o sistema monólito, mas pode ser um primeiro passo para a divisão de um grande sistema legado. Provavelmente, uma das duas aplicações resultantes dessa divisão ainda será um monólito fora de controle e, na maioria dos casos, é necessário aplicá-la em conjunto com outras estratégias de migração.

Estratégia 2 - Novas funcionalidades como serviços: Richardson (2016) acredita que o primeiro passo para evoluir um sistema legado monolítico para arquitetura de microsserviços é parar de adicionar novas funcionalidades ao monólito. Essas funcionalidades devem ser implementadas em forma de serviços independentes, criando-se mecanismos de integração com a aplicação monolítica. Dehghani (2018) complementa essa ideia, lembrando que esse novo serviço pode ter uma chamada de volta para o monólito. Nesses casos, é preciso criar e expor uma nova API no monólito, por meio de uma camada anticorrupção conhecida como *glue code*. Essa camada é responsável pela integração entre serviços e monólito, impedindo que o serviço, que possui seu próprio modelo de domínio, seja contaminado por conceitos de modelo de domínio do monólito legado.

Como benefício dessa abordagem, novas aplicações que expõem APIs remotas podem ser conectadas nos microsserviços que estão sendo construídos ao redor do monólito (RICHARDSON, 2016). Esse processo impede que o monólito fique sobrecarregado com excesso de integrações a outros sistemas.

A seguir, será apresentada uma técnica para auxiliar nessa estratégia de migração. Porém, assim como a primeira estratégia, essa pode não bastar para tornar o monólito obsoleto.

- **Técnica *Strangler Fig*:** esta abordagem, em que se mantém o monólito no centro plugando novos serviços a ele, tem como objetivo tornar o monólito obsoleto com o passar do tempo. Fowler (2004) chama esse padrão de *StranglerFigApplication*. Esse nome vem de uma vinha estranguladora que cresce em algumas árvores tropicais. Ela se fixa na árvore, consome seus recursos, crescendo mais rápido que a hospedeira, até causar a sua morte. No lugar da hospedeira, ficam várias vinhas no formato de uma árvore.

Aplicado em sistemas, essa analogia consiste em criar, gradualmente, um novo sistema em torno das bordas do sistema antigo, permitindo que ele cresça lentamente por vários anos, até que o sistema antigo seja estrangulado. Desse modo, o novo e o velho podem coexistir de forma que o novo sistema cresça até que substitua o antigo por completo. Essa abordagem diminui os riscos desse tipo de migração, pois permite que seja realizada uma pausa na migração, ou até mesmo que esta seja interrompida a qualquer momento. Se uma dessas situações ocorrerem, pode-se continuar usufruindo de ambas as arquiteturas e todas as funcionalidades já implementadas (NEWMAN, 2020).

Estratégia 3 - Extrair serviços: para alcançar o objetivo de tornar o monólito obsoleto ou para que ele se torne pequeno o suficiente para ser considerado um serviço, é preciso extrair os módulos de dentro dele e transformá-los em serviços apartados. Essa é uma tarefa complexa e que a maioria dos desenvolvedores têm receio de realizar.

O grande dilema dessa operação de extração de módulos está em como começar. Richardson (2016) sugere começar com os módulos que mais lhe trarão benefícios com a mudança. Para ele, módulos que mudam com frequência são bons candidatos para iniciar essa conversão. Por outro lado, ele aponta que módulos que usam muito recurso de memória ou CPU poderiam ser priorizados para facilitar o dimensionamento da aplicação. Após selecionar alguns módulos que podem ser separados, ele sugere iniciar por aqueles que possuem limites de granulação mais grossa, ou seja, módulos que se comunicam com o restante da aplicação de forma assíncrona. Esses podem ser extraídos com menor custo e maior rapidez.

Já Dehghani (2018) acredita que módulos que são frequentemente alterados devem ser desacoplados quando a equipe já tiver alguma maturidade com microsserviços. Ela afirma que se deve começar pelos módulos mais fáceis de serem extraídos, ou seja, aqueles que são razoavelmente dissociados do monólito. Para ela, módulos que não exijam muitas alterações e que, possivelmente, não necessitem de armazenamento de dados são bons candidatos para essa fase inicial. Extrair módulos de menor impacto possibilita que desenvolvedores e arquitetos pratiquem os pré-requisitos operacionais de que eles precisam.

Ambos os autores concordam que se deve extrair, primeiramente, os módulos mais apartados. Após extraí-los, pode-se desmembrar serviços maiores e mais complexos em torno de um domínio lógico. Se nesse momento, os desenvolvedores começarem a encontrar dificuldades em continuar com essas extrações, devido à alta dependência dos módulos, o recurso persistente do monólito precisa ser identificado e extraído (DEHGHANI, 2018). Muitas vezes, você precisará fazer mudanças significativas no código para quebrar essas dependências (RICHARDSON, 2016).

Ao mesmo tempo em que os módulos são extraídos do sistema legado, cada novo microsserviço resultante dessa extração deve ser dono da sua base de dados. Afinal, ter dependência com o sistema legado associa o novo serviço ao ciclo de distribuição do monólito, anulando, assim, um dos principais benefícios dessa nova arquitetura. Sem dissociar os dados, a arquitetura não é microsserviços (DEHGHANI, 2018).

Nessa jornada de conversão, os desenvolvedores podem ter dificuldade para decidir se devem reaproveitar o código antigo ou reescrever toda a funcionalidade. Dehghani (2018) acredita que apesar de reaproveitar o código parecer a solução mais simples, reescrever pode ser muito benéfico. Segundo ela, reescrever o código dá aos desenvolvedores e à equipe de negócios as oportunidades de visitar, discutir e simplificar o processo de negócio legado. Dá-lhes, também, a possibilidade de utilizar novas tecnologias que sejam mais adequadas a esse serviço específico. Ela salienta, ainda, que códigos muito antigos que passaram por muitas alterações, provavelmente, possuem um nível de toxicidade muito alto e baixo valor de reutilização.

Para que o processo de migração esteja completo é necessário remover o código antigo do sistema legado. Segundo Dehghani (2018), esse é um passo muito importante para obter sucesso nas migrações incrementais e caminhar rumo ao encolhimento do monólito. Dessa forma, com o passar do tempo, a dependência será na direção inversa, do monólito aos microsserviços.

- **Técnica *Strangler Fig*:** conforme mencionado na estratégia 1, esta técnica visa estrangular o monólito com a criação de microsserviços. Na estratégia 1, tem-se o objetivo de criar novos serviços ao redor do monólito, a fim de torná-lo obsoleto com a criação de novas funcionalidades. Porém, conforme mencionado anteriormente, isso pode não ser o suficiente para eliminar o monólito, uma vez que suas funcionalidades ainda podem estar sendo muito utilizadas. Para esse cenário, também, pode-se utilizar a técnica *StranglerFigApplication*, extraindo-se serviços do monólito até que a dependência seja inversa e, aos poucos, o sistema legado desapareça.

-
- **Técnica de execução em paralelo:** ao extrair funcionalidades do monólito, é possível se deparar com cenários de alta complexidade, onde uma virada em produção pode se tornar muito arriscada e erros nos resultados podem oferecer impactos muito grandes ao negócio. Para esse cenário, pode-se utilizar a técnica de execução em paralelo, onde o monólito e o microsserviço coexistem como uma mesma funcionalidade. Para Newman (2020, p. 141):

Ao usar uma execução em paralelo, em vez de chamar a antiga ou a nova implementação, chamamos ambas, permitindo que comparemos os resultados a fim de garantir que sejam equivalentes. Apesar de chamar as duas implementações, somente uma será considerada como a fonte da verdade em um dado instante.

Além de realizar a comparação de resultados entre monólito e microsserviço, também é possível realizar comparações de desempenho. Após garantir a integridade dos resultados e eficácia da nova aplicação, a funcionalidade poderá ser desligada no monólito e suas chamadas devem ser redirecionadas ao novo microsserviço. Garantindo-se, assim, que, quando essa virada acontecer, não haverá impactos graves ao negócio.

- **Técnica de *micro-frontends*:** a técnica de *micro-frontends* estende os conceitos de microsserviços para o mundo do *frontend*. A ideia é pensar em software como uma composição de recursos pertencentes a equipes independentes (GEERS, [2019 ou 2020]). Essa abordagem vem sendo usada, desde 2016, por técnicos da *ThoughtWorks* e pode ser aplicada em sites ou aplicativos web:

Nessa abordagem, uma aplicação web é dividida por suas páginas e funcionalidades, com cada funcionalidade sendo assumida de ponta a ponta por um único time. Existem múltiplas técnicas para unir as funcionalidades da aplicação em uma experiência de usuário coesa, mas o objetivo continua sendo permitir que cada funcionalidade seja desenvolvida, testada e implantada de forma independente das demais. (TECHNOLOGY RADAR, 2016, p. 7).

Para utilizar esta técnica, é preciso explorar recursos de linguagens e *frameworks*, a fim de modularizar o *frontend* da aplicação de forma consistente, evitando que uma equipe de desenvolvimento interfira nas liberações de outra equipe.

Quando a técnica de *micro-frontends* é corretamente implementada em conjunto com o microsserviço de um domínio de negócios, as equipes tornam-se completamente independentes umas das outras. Cada equipe cuida do banco de dados, do microsserviço e do *micro-frontend* de seu domínio de negócio, ou seja, a equipe é responsável pela aplicação de ponta-a-ponta.

Estratégia 4 - Big bang: esta abordagem é condenada por muitos autores. Ela consiste em migrar um sistema legado para uma nova arquitetura em um ambiente totalmente à parte. Enquanto o sistema original roda em produção, uma nova arquitetura está nascendo em paralelo e deve ser implantada em produção de uma única vez, assim que a construção finalizar.

Os riscos dessa estratégia são muito altos, pois será preciso reescrever anos de código legado e revisar inúmeras regras de negócio de uma só vez. “Pense em seu sistema monolítico como se fosse um bloco de mármore. Poderíamos explodir o bloco todo, mas isso raramente acabaria bem” (NEWMAN, 2020, p. 74). O autor reforça que, quando um sistema já possui diversos clientes, “não podemos nos dar ao luxo de gastar meses ou anos em uma reescrita *Big Bang* de nossa aplicação, deixando a aplicação atual, utilizada pelos nossos clientes, estagnada” (NEWMAN, 2020, p. 74).

Dehghani (2018) afirma que migrações, nesse modelo, geralmente são abandonadas porque levam muito tempo para serem concluídas. Nesse meio tempo, o projeto fica sem dinheiro, a organização põe seu foco em outra coisa ou a liderança abandona o programa.

Para Shoup (2014), é um privilégio ter que reescrever sua arquitetura. Ele afirma que se isso está acontecendo é porque seu sistema evoluiu e seu produto está crescendo. Porém, em vez de substituir tudo de uma vez, ele sugere que você escolha um caso de uso de ponta a ponta e reimplemente. Assim, você vincula seu risco e tem a garantia de aprender muito do que não esperava. Esses aprendizados ajudarão nos próximos passos da migração.

Metodologia

Nesse trabalho, foram utilizados métodos de pesquisa bibliográfica. Foram consultados livros, periódicos, artigos físicos e on-line, a fim de obter os insumos necessários para contextualizar o problema na etapa de fundamentação teórica.

Posteriormente, procurou-se expor, a partir desse estudo de arquiteturas, diferentes estratégias de migração de um sistema monolítico para microsserviços, bem como explorar dificuldades, vantagens, desvantagens e aplicabilidade desse tipo de migração.

Resultados e discussão

Este trabalho procurou apresentar os conceitos de sistemas monolíticos e de arquitetura de microsserviços. Mostrou-se as características, as vantagens e as desvantagens de ambas as tecnologias. A partir do estudo de ambas as arquiteturas, procurou-se explorar diferentes estratégias de migração de sistemas monolíticos para arquitetura de microsserviços.

Um sistema monolítico é aquele que concentra todas as suas funcionalidades em um grande bloco de código e estas precisam ser implantadas em conjunto. Esse tipo de sistema é uma boa opção para a fase inicial de uma empresa, onde ela precisa testar o produto. Se não houver um crescimento exponencial da empresa e do sistema, pois essa arquitetura tenta atender por um longo prazo. Porém, sistemas construídos a muitos anos, acabam ficando inchados e difíceis de manter. Devido à evolução constante da tecnologia, esses sistemas começam a enfrentar dificuldades para acompanhar as tendências de mercado. Por esse motivo, muitas empresas decidem migrar suas aplicações monolíticas para a arquitetura de microsserviços.

Uma arquitetura baseada em microsserviços consiste em montar uma aplicação como uma suíte de serviços. Cada microsserviço pode ser construído com uma tecnologia diferente e deve possuir seu próprio bando de dados. Nesse modelo, cada serviço deve ser distribuído de forma independente e cada parte do sistema pode facilmente ser escalada de forma horizontal. Essas características adicionam muita complexidade ao sistema, e, para isso, é preciso que a empresa desenvolva a cultura *DevOps*, onde a equipe de desenvolvimento é responsável pelas funcionalidades, arquitetura, construção e operação dos microsserviços.

A arquitetura de microsserviços melhora muito a flexibilidade de um sistema, porém aumenta significativamente a complexidade do mesmo. Quando o sistema e a empresa não se beneficiarem da flexibilidade dos microsserviços, é preferível manter a simplicidade de um monólito.

Se, ainda assim, a empresa optar pela migração de um monólito para microsserviços, uma migração *Big Bang* não é recomendada pois tende a ser muito demorada, ter riscos maiores e grande possibilidade de ser abandonada no decorrer do caminho. Propõe-se que essa migração seja realizada de forma iterativa e incremental por uma equipe de desenvolvimento madura que utilize as práticas de *DevOps*.

Para que essa migração seja bem-sucedida, sugere-se começar separando o *backend* e *frontend* da aplicação. Posteriormente, deve-se possibilitar que novas funcionalidades nasçam

como serviços ao redor do monólito, e que as funcionalidades antigas sejam extraídas em paralelo. Cada funcionalidade extraída do monólito deve ser colocada em produção o quanto antes e o código antigo precisa ser removido do sistema legado. Todos os novos serviços devem se conectar ao *frontend* (se necessário) através de APIs. Para aumentar ainda mais a autonomia dos times, pode-se utilizar a técnica de *micro-frontends*, em que cada serviço tem seu *frontend* à parte.

Concluiu-se que em uma migração realizada de forma iterativa e incremental, a cada serviço que você extrai do monólito, dá um passo na direção dos microsserviços. Para que essa migração seja bem-sucedida, sugere-se começar separando o *backend* e *frontend* da aplicação. Posteriormente, deve-se possibilitar que novas funcionalidades nasçam como serviços ao redor do monólito e que as funcionalidades antigas sejam extraídas do monólito em paralelo. Cada funcionalidade extraída do monólito deve ser colocada em produção o quanto antes e o código antigo precisa ser removido do sistema legado. Dessa forma, aos poucos, o monólito encolherá, você terá um número crescente de microsserviços e estará cada vez mais próximo de alcançar o modelo de arquitetura desejada.

Referências

ALMEIDA, A. **Arquitetura de microsserviços ou monolítica?** 2015. Disponível em: <https://blog.caelum.com.br/arquitetura-de-microservicos-ou-monolitica/>. Acesso em: 10 nov. 2020.

CASTELLS, M.; CARDOSO, G. **A Sociedade em Rede: Do Conhecimento à Acção Política**. 10. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2009.

DEGHANI, Z. **How to break a Monolith into Microservices**. 2018. Disponível em: <https://martinfowler.com/articles/break-monolith-into-microservices.html>. Acesso em: 10 nov. 2020.

FORD, N.; PARSONS, R. **Microservices as an Evolutionary Architecture**. 2016. Disponível em: <https://www.thoughtworks.com/insights/blog/microservices-evolutionary-architecture>. Acesso em: 10 nov. 2020.

FOWLER, M.; LEWIS, J. **Microservices: a definition of this new architectural term**. 2014. Disponível em: <https://martinfowler.com/articles/microservices.html>. Acesso em: 10 nov. 2020.

FOWLER, M. **Microservice Prerequisites**. 2014. Disponível em: <https://martinfowler.com/bliki/MicroservicePrerequisites.html>. Acesso em: 10 nov. 2020.

FOWLER, M. **StranglerFigApplication**. 2004. Disponível em: <https://martinfowler.com/bliki/StranglerFigApplication.html>. Acesso em: 10 nov. 2020.

FOWLER, S. J. **Microsserviços prontos para produção: Construindo sistemas padronizados em uma organização de engenharia de software**. 1. ed. São Paulo: Novatec, 2017.

GEERS, M. **Micro Frontends extending the microservice idea to frontend development**. 2019 ou 2020. Disponível em: <https://micro-frontends.org/>. Acesso em: 10 nov. 2020.

MACHADO, M. **Micro Serviços: Qual a diferença para a Arquitetura Monolítica?** 2017. Disponível em: <https://www.opus-software.com.br/micro-servicos-arquitetura-monolitica/>. Acesso em: 10 nov. 2020.

NEWMAN, S. **Migrando sistemas monolíticos para microsserviços:** Padrões evolutivos para transformar seu sistema monolítico. 1. ed. São Paulo: Novatec, 2020.

PARSONS, R. **Adotar microsserviços?** 2018. Disponível em: <https://www.thoughtworks.com/pt/insights/blog/microservices-adopt>. Acesso em: 10 nov. 2020.

RICHARDSON, C. **Microservices:** decomposing applications for deployability and scalability. 2014. Disponível em: <https://www.infoq.com/articles/microservices-intro>. Acesso em: 10 nov. 2020

RICHARDSON, C. **Refactoring a Monolith into Microservices.** 2016. Disponível em: <https://www.nginx.com/blog/refactoring-a-monolith-into-microservices>. Acesso em: 10 nov. 2020

SANTOS, L. **Microserviços: dos grandes monólitos às pequenas rotas.** 2017. Disponível em: <https://medium.com/trainingcenter/microservi%C3%A7os-dos-grandes-mon%C3%B3litos%C3%A0s-pequenas-rotas-adb70303b6a3>. Acesso em: 10 nov. 2020.

SHOUP, R. **Evolutionary Architecture: Good Enough is Good Enough.** 2014. Disponível em: <https://randyshoup.silvrback.com/evolutionary-architecture>. Acesso em: 10 nov. 2020.

TECHNOLOGY RADAR ThoughtWorks. 2016. Disponível em: <https://assets.thoughtworks.com/assets/technology-radar-nov-2016-pt.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2020.

VOGELS, W. A Conversation with Werner Vogels. Jun., 2006. Entrevista concedida a Jim Gray. Disponível em: <https://queue.acm.org/detail.cfm?id=1142065>. Acesso em: 10 nov. 2020.

APLICAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) NA AUTOMAÇÃO DO *HELP DESK*: análise de tecnologias para *chatbot*

Application of Artificial Intelligence (AI) in *helpdesk* automation:
technology analysis for *chatbot*

William Leandro Cardoso¹
Nader Ghoddosi¹

Resumo: Neste artigo retrataremos o cenário apresentado por algumas empresas, relacionado a sua área de suporte. Dentro deste cenário possuímos processos rodando em paralelo, como atendimento via e-mail, telefone e, também, através de chamados. Todos estes atendimentos poderiam ser centralizados em um único filtro, um *chatbot*. Apresentamos também informações sobre as formas de atendimento, divisões e níveis para que o atendimento seja realizado ao cliente. Após estas análises iniciais de cenários, verificamos algumas tecnologias disponíveis no mercado e, também, cases de sucesso que podem nos auxiliar na seleção da melhor opção para realizarmos a automação do *Service Desk*. Estas análises nos mostraram que a utilização de um *chatbot* com inteligência artificial pode apresentar uma complexidade muito alta em comparação com um *chatbot* baseado em regras, pois caso a empresa possua processos de atendimentos bem definidos e de simples resolução, as regras cadastradas no *bot*, irão suprir as necessidades e atender os clientes com total precisão, sendo de fácil desenvolvimento e criação. O sistema em regras definirá a trilha seguida pelo usuário com base no texto preenchido em sua conversação.

Palavras-chave: *HelpDesk*. Inteligência Artificial. *chatbot*. Tecnologias.

Abstract: In this article we will be portraying the scenario presented by some companies, related to their support area, within this scenario we have processes running in parallel, such as service via email, telephone and also through calls. All these calls could be centralized in a single filter, a chatbot. We also present information on the form of service, divisions and levels so that the service is provided to the customer, after these initial scenario analyses, we check some technologies available in the market and also success cases that can help us select the best option to carry out Service Desk automation. These analyzes showed us that the use of a chatbot with artificial intelligence can present a very high complexity compared to a rules-based chatbot, because if the company has well-defined service processes and simple resolution, the rules registered in the bot will meet the needs and serve the customers with total precision, being easy to develop and create, the system rules will define the path followed by the user based on the text filled in his conversation.

Keywords: Helpdesk. Artificial intelligence. Chatbot. Technologies.

Introdução

Atualmente, possuímos alguns formatos de atendimento da equipe de suporte que muitas empresas de software utilizam. Constantemente, são realizados atendimentos aos clientes, estes atendimentos são direcionados à equipe, através de chat, e-mail ou ligações. São atendidos todos os tipos de chamados, desde dúvidas básicas, até uma dúvida mais específica sobre o sistema. É nesse processo que a automação do *Service Desk* entraria, onde todos os atendimentos iniciais podem ser facilmente resolvidos por esta automação, no caso, por um *chatbot*.

Poderemos adicionar neste *chatbot* todos os questionamentos mais frequentes e simples, para serem solucionados, sobrando somente dúvidas muito específicas. Todo o processo de automação irá nos proporcionar um ganho de tempo para execução de outras ações pela equipe de suporte. Também irá agregar valor ao serviço prestado, onde teríamos um chat rodando a todo o tempo, podendo ser consultado a qualquer momento.

¹ Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI. Rodovia BR 470 – Km 71 – nº 1.040 – Bairro Benedito – Caixa Postal 191 – 89130-000 – Indaial/SC. Fone (47) 3281-9000 – Fax (47) 3281-9090 – Site: www.uniasselvi.com.br.

Esta pesquisa irá apresentar duas opções de tecnologia para a automação, uma sendo o *chatbot* baseado em regras (árvore) e a outra utilizando *Machine Learning*. Nesse contexto, iremos comparar ambas as tecnologias disponíveis e escolher pela melhor opção, analisando se a escolhida trará todos os benefícios esperados.

Help desk

Há tempos o atendimento deixou de ser um diferencial e passou a ser obrigatório em empresas que desejam ganhar espaço e permanecer no mercado. Uma dúvida que fica para muitos usuários é: o que é *help desk*?

Estamos vivenciando o momento em que o consumidor não precisava ir ao encontro da marca em uma loja física para ser atendido. Com o *help desk*, agora o atendimento é feito totalmente on-line, quando o cliente necessitar e de onde ele estiver, facilitando a comunicação através de telefones, chamados ou até mesmo de tecnologias “*chatbot*”.

O que é *help desk*?

A tradução literal de *help desk* é “balcão de ajuda”. *Help desk* é um serviço de atendimento ao cliente, muito utilizado no setor de Tecnologia da Informação (TI) e, também, por empresas dos mais variados segmentos (mundialmente), que centraliza as solicitações de atendimento em uma única plataforma virtual (sistemas de chamado).

Ele trabalha com a automação do atendimento, permitindo muito mais controle por parte dos gestores e menos probabilidade de erros humanos, sendo possível estipular uma SLA para cada cliente.

Um sistema de *help desk* é um software que centraliza os chamados da sua empresa em um único lugar, o que facilita o gerenciamento das solicitações, trazendo a possibilidade de geração de relatórios e informações mais detalhadas destes atendimentos (o tempo em que o suporte soluciona este chamado aberto).

Além disso, um bom sistema de *help desk* também classifica os atendimentos por nível de prioridade. Assim, aquilo que é mais urgente será resolvido mais rapidamente, sendo o nível 1 geralmente classificado como “dúvidas básicas”, nível 2 como dúvidas mais específicas e nível 3 correção de *bugs* e alterações no sistema.

O sistema de *help desk* minimiza os atendimentos ao cliente prestados através de e-mail, pois é uma plataforma exclusiva para isso e oferece muitos outros canais de contato, até mesmo via aplicativo no celular (integrações disponibilizadas pelo WhatsApp auxiliam nessa forma de atendimento).

Como o *help desk* surgiu?

Antigamente, esse tipo de serviço de atendimento ao consumidor (SAC) funcionava da seguinte forma: o cliente ligava para a central de atendimento, o atendente atendia e registrava a queixa e os dados do usuário em uma rede interna. Em seguida, o atendente buscava resolver a questão do cliente e depois se comunicava com ele novamente via telefone.

Com o avanço da internet, durante os anos, esse tipo de serviço realmente precisava ser atualizado. A Internet é muito mais rápida que ligações e deixa as transações bem mais dinâmicas. Eis que surge o *help desk*, um novo formato de atendimento ao cliente, que permite que os clientes resolvam seus problemas através de um método on-line e mais interativo, sem precisar realizar ligações para uma central e passar pelas inúmeras opções de atendimento. Por meio do atendimento on-line, o usuário já indica qual a sua dificuldade ao abrir um chamado no sistema.

Quais são os formatos de *help desk*?

O *help desk* pode ser destinado ao público interno da empresa (colaboradores), ao público externo ou a ambos. Além disso, ele pode ser função de uma equipe interna ou de uma empresa terceirizada (*outsourcing*).

***Help desk* ao público**

Com relação ao público que o *help desk* dá suporte, podemos diferenciá-los em dois: voltado ao público interno e voltado ao público externo. O *help desk* voltado ao público interno é aquele que auxilia os colaboradores internos da empresa quando eles enfrentam algum problema técnico seja de acesso à Internet, por exemplo, ou quando não conseguem utilizar algum software específico ou equipamento disponibilizado pela empresa, como impressoras.

Já o *help desk* voltado ao público externo é aquele que oferece atendimento ao cliente externo da marca, aquele que compra os produtos daquela empresa e necessita de algum tipo de suporte sobre o produto ou serviço, dúvidas, problemas ou melhorias a serem realizadas no produto.

***Help desk* ao prestador de serviços**

Já com relação à equipe que oferece o serviço, ela pode ser uma equipe interna ou terceirizada. Quando a equipe é interna, significa que a própria empresa tem um pessoal especializado na área de TI para fazer o gerenciamento dos chamados, colaboradores divididos em níveis para atender aos chamados abertos pelos clientes.

Muitas vezes, a manutenção de uma equipe de TI interna gera alto custo para a empresa, pois depende de tecnologia (equipamentos de hardware e software para cada colaborador) e de muitos treinamentos, por isso, diversas organizações já têm seu setor de TI terceirizado.

Nesse caso, uma empresa especializada em TI faz o gerenciamento dos chamados da equipe e resolve as solicitações que chegam até eles. O serviço de *help desk* é essencial para empresas, mas pode ser feito remotamente e, por isso, terceirizar esse setor pode ser uma opção viável. Assim, a equipe de TI (equipe de suporte) não ocupa o espaço físico da organização e nem gera custos extras, já que os analistas de *help desk* serão de responsabilidade da empresa contratada.

Diferença entre *help desk* e *Service Desk*

Como foi mencionado nos parágrafos anteriores, há algumas dúvidas sobre as diferenças de um *help desk* e um *Service Desk*. Essencialmente, um *Service Desk* é percebido como uma evolução do *help desk*, ou seja, um *Service Desk* atende a muito mais tipos de chamadas e solicitações de diferentes setores internos da empresa ou, até mesmo, dos próprios consumidores.

Help desk

Essencialmente, o *help desk* é tido como o setor responsável por lidar com atendimentos de primeiro nível, ou seja, não extremamente complexos e que não requerem necessariamente especialistas sobre assuntos específicos, geralmente dúvidas sobre a utilização do sistema, são tratadas através desse nível.

Service Desk

Enquanto isso, o *Service Desk* seria o responsável pelos atendimentos de segundo nível, onde problemas mais complexos pedem a atenção de operadores especializados em determinadas áreas, dúvidas mais específicas sobre configurações de sistemas e base dos clientes.

Segundo Cohen (2011), o departamento de suporte técnico deve ser entendido por você como um empreendimento que busca resultados.

É importante mencionar que nem sempre há a necessidade de dividir seus departamentos entre *help desk* e *Service Desk*. Isso depende, exclusivamente, do tamanho de sua empresa e área de atuação.

Inteligência artificial

Iniciada dos anos 1940, a pesquisa em torno dessa inicial ciência era desenvolvida apenas para procurar e encontrar novas funcionalidades para o computador. Com a chegada da Segunda Guerra Mundial, surgiu também a necessidade de desenvolver a tecnologia para impulsionar a indústria bélica.

Com o passar do tempo, surgem várias linhas de estudo da IA, uma delas é a biológica, que estuda o desenvolvimento de conceitos que pretendiam imitar as redes neurais humanas. Na história, é nos anos 60 em que esta ciência recebe a alcunha de Inteligência Artificial e os pesquisadores da linha biológica acreditavam ser possível que máquinas realizassem tarefas humanas complexas, como raciocinar. Depois de um período estagnado, os estudos sobre redes neurais voltam à tona nos anos 1980, mas é nos anos de 1990 que ela tem um grande impulso, consolidando-a verdadeiramente como a base dos estudos da IA.

O desejo de construir máquinas capazes de reproduzir a capacidade humana de pensar e agir vem de muitos anos. Tal fato pode ser comprovado através da existência de máquinas autônomas. Com a evolução computacional a inteligência artificial ganhou mais força, tendo em vista que o seu desenvolvimento possibilitou um grande avanço na análise computacional, podendo o computador chegar a fazer análise e síntese da voz humana.

Segundo Kurzwei (1990), a arte de criar máquinas que executam funções que exigem inteligência quando executadas por pessoas.

Como já mencionado, no início dos estudos sobre IA, buscava-se apenas uma forma de reproduzir a capacidade humana de pensar, mas assim como todas as pesquisas que evoluem, com essa não foi diferente. Percebendo que esse ramo da ciência tinha muito mais a ser descoberto, os pesquisadores e cientistas abraçaram a ideia de fazer com que uma máquina pudesse reproduzir não só a capacidade de um ser humano pensar, como também a capacidade de sentir, de ter criatividade, e de ter autoaperfeiçoamento e uso da linguagem (se adaptar conforme o cenário apresentado). Filmes como *O Homem bicentenário* e *Inteligência Artificial* mostram claramente a vontade da máquina de se tornar ser humano, de querer se manifestar, poder ter e sentir tudo o que os humanos têm e sentem.

O progresso na principal área dessa pesquisa, que é a de fazer uma inteligência similar à do ser humano, é lento. No entanto, os estudos nessa área têm surtido efeito em várias outras áreas, como o planejamento automatizado e escalonamento, jogos, programas de diagnóstico médico, controle autônomo, robótica e outras mais.

Podemos dizer que a IA aprende como uma criança. Aos poucos, o sistema (a depender do objetivo para o qual ele foi criado) absorve, analisa e organiza os dados de forma a entender e identificar o que são objetos, pessoas, padrões e reações de todos os tipos.

Segundo Russell (2004), um sistema é racional se “faz tudo certo”, com os dados que tem. Ensinar os computadores a pensar, porém, não é tão simples. Os estudos detalham que a questão passa por várias áreas da ciência da computação como *Machine Learning*, *Deep Learning* (o sistema pode aprender como se defender de ataques sozinho, e pode ser utilizado para classificar imagens, reconhecer fala, detectar objetos e descrever conteúdo, sistemas como Siri e Cortana são parcialmente alimentados por *Deep Learning*) e Processamento de Linguagem Natural (esse processamento utiliza as técnicas de *Machine Learning* para encontrar padrões em grandes conjuntos de dados puros e reconhecer a linguagem natural).

Chatbot

Os *chatbots* são softwares que simulam a fala humana e são capazes de conversar/atender usuários. Eles ganharam popularidade nos últimos anos e têm sido usados por várias empresas para atender clientes, dar informações sobre serviços, vender produtos, entregar conteúdo, entre outras funções. Essas ferramentas usam inteligência artificial e estão cada vez mais aperfeiçoadas, ou seja, quando menos você esperar estará conversando com um robô. Um *chatbot* é um robô desenvolvido a partir de software de comunicação automatizada. Os mais avançados possuem inteligência artificial e vão aprendendo com cada conversa para conseguir interagir cada vez melhor com as pessoas, em conversas futuras (OLIVEIRA, 2019).

Os *chatbots* operam por diversos canais, como a web, aplicativos próprios e plataformas de troca de mensagens. A tecnologia funciona sem uma interface complexa, criada para que o usuário insira e receba dados específicos.

Os *chatbots* precisam descobrir (ser alimentados) os desejos do usuário e como entregá-los. A linguagem humana, porém, é confusa e imprecisa. Ao realizar uma pergunta, um usuário possui várias formas de se expressar. Entendê-la é a responsabilidade do *Machine Learning* (aprendizado de máquina) e do Processamento de Linguagem Natural, a mesma técnica presente na base dos sistemas de reconhecimento de voz de assistentes virtuais como a Siri, da Apple, o Google Now e a Cortana, da Microsoft.

Podemos trazer dois tipos básicos desse serviço.

ChatBots baseados em regras

São *chatbots* que funcionam por comandos específicos (ou palavras-chave). Portanto, se você falar algo que o *chatbot* não conhece, ele não vai saber como responder ao usuário. Nesse caso, pode entrar em cena o transbordo, quando há atendimento humano pelo *chat*, ou seja, o *bot* transfere o atendimento que se iniciou por meio de *chatbot* para um humano, sem que haja prejuízo na experiência do cliente (e que o atendimento seja encerrado sem resolução).

Geralmente, eles obedecem a fluxos de navegação bem definidos (árvores de respostas, onde o usuário poderá selecionar qual o tipo de ramificação ele irá seguir, se é dúvida ou algum problema para utilizar o sistema).

Chatbots com inteligência artificial

São aqueles que têm a capacidade de entender o que você quer dizer baseados no que você escreve ou pergunta (mesmo que a escrita não saia corretamente). Esses *bots* têm a capacidade de aprender e entender linguagem natural, também chamada de NPL, não apenas comandos. Os *chatbots* com inteligência artificial aprendem com o tempo e com outros serviços (dados). Quanto mais as pessoas usam, mais inteligente o *chatbot* irá ficar, pois toda a pergunta ou texto digitado nele será armazenado e poderá ser reutilizado em novos questionamentos.

Chatbot árvore (baseados em regras)

A lógica de funcionamento desse tipo de *bot* é bastante simples, daí o nome de *chatbot* simples. Essencialmente, à medida que o usuário vai escrevendo sua mensagem, conversando com o chat, o *bot* vai identificando e entendendo o que esse usuário quer dizer com base em palavras-chave pré-cadastradas no software que está sendo desenvolvido o *bot*.

É como se o *bot* tivesse um FAQ programado, uma seção de perguntas e respostas prontas para serem acionadas, conforme o texto digitado pelo usuário. Cada um desses comandos deve ser escrito pelo desenvolvedor separadamente, usando expressões regulares ou outras formas de análise.

Segundo Mazon (2019), uma intenção trata-se da ação atrelada às perguntas realizadas pelo usuário. Isto é, o que o usuário procura ao falar algo. Partindo dessa ideia, se a sua men-

sagem não contiver nenhuma palavra-chave programada previamente, o *bot* não conseguirá entendê-lo e, como regra geral, responderá com mensagens do tipo: “desculpe, não entendi”.

Um *chatbot* que funciona por meio de um conjunto de regras, é um pouco mais limitado do que um *chatbot* com IA, pois só pode responder a um número definido de solicitações e compreender um determinado vocabulário já pré-definido na árvore de navegação criada.

No entanto, isso não significa que ele seja uma opção ruim para o seu negócio. Tudo irá depender do seu objetivo com o *chatbot*. O objetivo deveria ser a primeira coisa a ser definida em seu projeto. Um *chatbot* baseado em regras pode ser a solução que sua empresa precisa, caso seu objetivo seja oferecer a seus clientes a possibilidade de realizar tarefas objetivas.

Chatbot machine learning (inteligência artificial)

Machine Learning ou aprendizado de máquina é um sistema que pode modificar seu comportamento autonomamente, tendo como base a sua própria experiência (a interferência humana aqui é mínima). A tal modificação comportamental consiste, basicamente, no estabelecimento de regras lógicas, que visam melhorar o desempenho de uma tarefa ou, dependendo do cenário, tomar a decisão mais apropriada para o contexto. Essas regras são geradas com base no reconhecimento de padrões dentro dos dados analisados.

Pense em uma pessoa que digita a palavra “bravo” em um site de busca. O serviço precisa analisar uma série de parâmetros para decidir se exibe resultados equivalentes a enfurecido ou a corajoso, dois significados possíveis. Entre os numerosos parâmetros disponíveis está o histórico de pesquisa do usuário: se minutos antes ele tiver buscado por coragem, por exemplo, o segundo significado é o mais provável.

Esse é um exemplo muito simples, mas que ilustra alguns aspectos importantes do *Machine Learning*. Para começar, é importante que aplicações do tipo façam análises com base em uma quantidade significativa de dados.

Outro aspecto ilustrado é a constante entrada de dados que favorece na identificação de novos padrões. Suponha que a palavra “bravo” passe a ser uma gíria associada a um movimento cultural. Com o *Machine Learning*, o mecanismo de pesquisa conseguirá identificar padrões que apontam para o novo significado do termo e, depois de algum tempo, estará apto a considerá-lo nos resultados das buscas.

Em vez de programar regras para uma máquina e esperar o resultado, conseguimos deixar que a máquina aprenda essas regras por conta própria a partir dos dados que são fornecidos/adquiridos, chegando ao resultado de forma autônoma. As recomendações personalizadas na Netflix e na Amazon, por exemplo, indicam os títulos de acordo com o que o usuário assiste. Conforme você inclui dados (assiste) o sistema está aprendendo o que você gosta.

Segundo McCarthy (1995), se uma máquina pode fazer um trabalho, então uma calculadora automática pode ser programada para simular tal máquina.

Chatbot árvore x chatbot Machine Learning

O objetivo dos sistemas conversacionais é instigar um diálogo com o usuário, de maneira natural, simulando uma comunicação entre pessoas. A naturalidade do processamento da linguagem é um dos principais desafios para os desenvolvedores de *chatbots*, visto que apresenta caráter motivacional e induz o interlocutor a continuar a interação.

O Teste de Turin, retratado no livro *Computing, Machinery and Intelligence*, teve como conceito fundamental os princípios da Inteligência Artificial. O teste original, lançado pelo matemático Alan Turing, em 1950, avaliava a conversação entre dois participantes e uma máquina, os quais teriam de manter um diálogo, de maneira que a máquina se mostrasse indistinguível na avaliação à resposta de um humano.

Nesse momento, alguns programas, como Eliza, Shrdlu, Parry e Alice tornaram-se pioneiros na história da informática. Atualmente, temos disponível no mercado tecnologias mais avançadas. A seguir, estão algumas dessas tecnologias que auxiliam o profissional ou a empresa na criação e modelação deste *chatbot*.

Watson

A robusta Inteligência Artificial da IBM é uma plataforma de serviços cognitivos voltados para negócios. O objetivo da IBM ao criar o Watson foi ajudar profissionais e empresas a construir seus próprios sistemas cognitivos e, assim, melhorar processos e serviços. Uma das possibilidades de utilização da IA do Watson é o atendimento ao cliente através dos *chatbots*.

Luis

O *Luis*, da Microsoft, é um serviço baseado em *Machine Learning*, que cria compreensão de idioma natural não somente em *chatbots*, como em aplicativos e dispositivos IoT. Com o LUIS é possível utilizar o reconhecimento de voz e criar um *chatbot* ainda mais sofisticado.

Dialogflow

A Inteligência Artificial da Google é, na verdade, mais que uma ferramenta. É uma plataforma de desenvolvimento completa criada para criar e implantar interfaces de conversação em sites, aplicativos e dispositivos IoT. Com vinte idiomas compatíveis, permite interações naturais entre usuários e empresas através da criação de *chatbots*.

Na tabela a seguir, apresentamos algumas informações sobre ambas às tecnologias disponíveis, onde poderemos validar a que se encaixa melhor ao projeto que está sendo estudado. Também analisamos os projetos já disponíveis no mercado (conforme citado), analisando as técnicas disponíveis e as formas de utilização delas.

Quadro 1. Indicadores de comparativo entre as tecnologias *chatbot* Árvore e *chatbot Machine Learning*.

	Chatbot árvore	Chatbot Machine Learning
Cenário	Projetos pequenos e grandes	Projetos grandes
Mão de obra	Conhecimento em programação	Conhecimento específico em IA
Estruturação	Em regras	Processamento de Linguagem Natural
Flexibilidade	Limitado as regras estabelecidas	Não se limitam a comandos prontos
Capacidade de processamento	Registrar conhecimento	Basta apresentar que o aprendizado acontece automaticamente
Atualizações	Manual	Aprendizado pode ser automatizado
Complexidade	Baixa	Alta
Manutenção	Necessidade de adicionar os novos conhecimentos	Há a possibilidade de não ser preciso realizar manutenções no chat com relação a novos conhecimentos
Desempenho	Atende ao que se foi proposto	Inúmeras possibilidades de utilização
Custo benefício	Baixo custo e tecnologia aderente ao projeto proposto	Possibilidade de Gastos excessivos para um projeto sem tantas exigências

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Considerações finais

Com base nas pesquisas realizadas e informações levantadas a respeito das tecnologias, concluímos que o *chatbot* em árvore se adequa melhor ao nosso projeto, pois não necessita de conhecimento avançado em IA. Além disso, os processos e conhecimentos que estamos adicionando ao robô já estão todos estruturados em nossos manuais de utilização da ferramenta.

Nesse caso, estamos adicionando cada item do manual em uma determinada ramificação da árvore. Cada pergunta realizada pelo cliente irá direcioná-lo à respectiva resposta/instrução. A proposta deste *chat* é auxiliar os usuários em suas dúvidas básicas, dúvidas de utilização da ferramenta. Dúvidas mais técnicas continuarão sendo atendidas pela equipe de Suporte, porém, todos os atendimentos serão iniciados através do *chatbot*, que, caso não consiga suprir a necessidade do cliente, irá encaminhá-lo para a equipe.

Outro ponto bastante analisado foi em relação às atualizações de conhecimento e estrutura do chat. Cada novo conhecimento seria um novo recurso na ferramenta e, nesse caso, seria preciso apenas criar uma ramificação e adicionar as palavras-chave que poderiam ser repassadas através das perguntas dos usuários. Essa facilidade é apresentada também na atualização das próprias palavras-chave, em que caso o robô não compreenda tal pergunta, poderemos adicionar este novo questionamento à árvore. Não será preciso aguardar um período para que o robô aprenda esta nova palavra, simplesmente será testado e incluído na versão de produção.

Escolhendo a tecnologia *Machine Learning*, necessariamente, precisaríamos ter pelo menos um integrante da equipe especialista em IA. Também precisaríamos ter um fluxo de atendimento e conhecimentos diversos, necessitando obter informações de outros meios para a resolução final. Utilizaríamos uma tecnologia muito avançada e com muitas possibilidades, para suprir uma demanda já conhecida e, também, estruturada.

Referências

- COHEN, R. **Gestão de Help Desk e Service Desk**. São Paulo: Novatec, 2011.
- KURZWEIL, R. **The Age of Spiritual Machines**. Massachusetts: The MIT Press, 1990.
- MAZON, S. Desenvolvendo Chatbots com Watson Conversation. **IBM**, 2019. Disponível em: <https://www.ibm.com/blogs/digital-transformation/br-pt/developendo-chatbots-com-watson-conversation/>. Acesso em: 11 maio 2022.
- MCCARTHY, J. **Uma proposta para o Projeto**. Dartmouth Summer Pesquisa sobre Inteligência artificial. 1955. Disponível em: https://www.opencadd.com.br/wp-content/uploads/2019/01/dartmouth_summer_project.pdf. Acesso em: 11 maio 2022.
- OLIVEIRA, L. R. Você Conhece os Chatbots? Descubra aqui o que são e como usá-los para otimizar o atendimento ao cliente. **Rockcontent Blog**, 2019. Disponível em: <https://rockcontent.com/br/blog/chatbots/>. Acesso em: 11 maio 2022.
- RUSSELL, S. **Inteligência Artificial**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campos, 2004.

AVALIAÇÃO DOCENTE NA EDUCAÇÃO SUPERIOR: garantia de qualidade ou mera formalidade?

Teacher evaluation in higher education: quality assurance or mere formality?

Cláudia Neli de Souza Zambon¹

Resumo: O crescimento econômico do país apresenta novas oportunidades no mercado de trabalho. Para isso, as pessoas devem estar preparadas para assumir estes postos. Uma das formas para estar capacitado para estas funções é ter uma boa formação superior. Assim, as instituições de ensino superior buscam estar qualificadas, com as melhores notas no ranking da educação, para poderem oferecer esta formação a seus alunos. O objetivo desta pesquisa foi verificar como estão sendo feitas as avaliações docentes nas instituições de ensino superior, e, a partir disso, verificar se estas avaliações estão fazendo alguma diferença na qualidade de ensino. Para isso, foram analisadas produções acadêmicas relacionadas com o tema, e o resultado foi que as instituições, em geral, utilizam um único tipo de avaliação, e poucas repassam as informações aos professores. Sendo assim, não foi possível constatar a melhora na qualidade do ensino, uma vez que os professores não sabem onde estão acertando ou falhando.

Palavras-chave: Avaliação docente. Ensino superior. Qualidade de ensino.

Abstract: The country's economic growth presents new opportunities in the job market. And for that, people must be prepared to assume these posts. One of the ways to be qualified for these functions is to have a good higher education. Thus, higher education institutions seek to be qualified, with the best grades in the education ranking, in order to be able to offer this training to their students. The objective of this research was to verify how teacher evaluations are being made in higher education institutions, and from that, to verify if these evaluations are making any difference in the quality of teaching. For this, academic productions related to the theme were analyzed, and the result was that institutions, in general, use a single type of assessment, and few pass the information on to professors. Thus, it was not possible to see an improvement in the quality of teaching, since teachers do not know where they are hitting or failing.

Keywords: Teacher evaluation. Higher education. Teaching quality.

Introdução

As Instituições de Ensino Superior (IES) estão sempre em busca da melhoria da qualidade, em nível de instituição, cursos e a aprendizagem de seus alunos, e com isso, visam se manterem credenciadas e autorizadas mediante o Ministério da Educação e Cultura (MEC), assim como para serem competitivas na área da educação (OCDE, 2018). A procura por uma educação de qualidade vem crescendo, uma vez que a economia dos países aumenta e as oportunidades de conseguir uma colocação no mercado de trabalho estão cada vez mais competitivas, fazendo com que a capacitação e a formação acadêmica não sejam mais um opcional, mas sim um diferencial.

A avaliação das práticas docentes se apresenta como um tema relevante na comunidade acadêmica, pois com o resultado destas avaliações é possível elaborar planos estratégicos para a melhoria na qualidade da educação, sendo também um assunto com diversas vertentes a se investigar: o que avaliar, para que avaliar e como avaliar (GÓMEZ; VALDÉS, 2019). No Brasil, as avaliações relacionadas ao Ensino Superior são definidas pelo Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES), que tem o foco em três eixos: a avaliação das instituições, dos cursos e do desempenho dos estudantes.

¹ Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSSELVI. Rodovia BR 470 – Km 71 – nº 1.040 – Bairro Benedito – Caixa Postal 191 – 89130-000 – Indaial/SC. Fone (47) 3281-9000 – Fax (47) 3281-9090 – Site: www.uniasselvi.com.br

Este trabalho tem como objetivo analisar se os instrumentos utilizados pelas IES para avaliar os seus docentes promovem a melhoria de qualidade do ensino acadêmico. Assim, para atingir este objetivo, buscou-se identificar quais os instrumentos utilizados para avaliar o corpo docente; descrever como eles são utilizados pelas IES e efetuar a análise dos resultados obtidos pela utilização dos instrumentos. A metodologia utilizada para a coleta de dados foi a pesquisa básica, que busca a produção de conhecimento e teoria por meio de pesquisas bibliográficas. O foco é analisar trabalhos já realizados relacionados com o tema. A abordagem utilizada foi qualitativa, pois o objetivo era compreender e descrever o fenômeno pesquisado, buscando entender o porquê de seu comportamento. A realização dos objetivos foi descritiva, pois busca especificar as propriedades e as características importantes do fenômeno estudado. Para desenvolver o trabalho, foi efetuada uma pesquisa bibliográfica para buscar artigos que apresentassem investigações desenvolvidas e aplicadas dentro do tema de estudo, e com isso foi efetuado um levantamento para analisar e descrever os resultados destas pesquisas, apresentando se as avaliações contribuem ou não para a melhora na qualidade do ensino na educação superior.

Referencial teórico

Em um mercado competitivo, em constante transformação, a obtenção de um título de curso superior se tornou algo quase que indispensável. Com isso, cresce a busca por uma instituição que ofereça um curso de qualidade e que tenha uma alta nota de avaliação perante o Ministério da Educação e Cultura (MEC). Um dos eixos utilizados para avaliar a qualidade de uma instituição e de seus cursos se refere a avaliação do corpo docente (BISINOTO; ALMEIDA, 2017).

Segundo o relatório da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), o “Brasil possui sistemas bem estabelecidos para avaliar, monitorar e assegurar a qualidade da aprendizagem e do ensino em instituições públicas e privadas de ensino superior no sistema federal de educação superior” (OCDE, 2018, p. 12). As avaliações das Instituições de Ensino Superior (IES) são coordenadas pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), sendo que é o MEC quem regulamenta como devem ser efetuados os credenciamentos das instituições, bem como as autorizações e o reconhecimento dos cursos de graduação (OCDE, 2018).

A qualidade de uma instituição ou de um curso específico não depende unicamente da avaliação do professor. Existem diversos fatores que devem ser considerados, como a estrutura da instituição, sua equipe administrativa, a coordenação do curso, o currículo, entre outros. Porém o que se busca nesta pesquisa, não é a qualidade total da instituição ou do curso, mas sim, a qualidade de ensino relacionado com o trabalho docente.

Ao buscar o significado de avaliar no dicionário, encontramos as seguintes definições: “determinar o valor, o preço, a importância de alguma coisa; reconhecer a grandeza, a intensidade, a força de; fazer uma consideração sobre algo, alguém ou sobre si mesmo; julgar-se ou considerar-se” (AVALIAR, 2020). Portanto, se pode dizer que avaliar é o processo de verificar se foram alcançados os objetivos definidos. No entanto, avaliar um professor não é verificar quantos alunos alcançaram as médias definidas pela instituição, mas identificar os pontos que podem ser melhorados em sua didática, sua forma de conduzir as aulas e se relacionar com os alunos.

Cada IES realiza sua avaliação a partir de um instrumento criado na própria instituição. Não existe um documento padronizado para esta atividade, porém, tem-se um órgão que estabelece os critérios que devem ser contemplados na avaliação. No Brasil, essa responsabilidade está a cargo do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES). Ele foi criado em 2004, a partir da Lei nº 10.861, e avalia as IES nos seguintes eixos: avaliação das instituições, seus cursos e o desempenho dos alunos. Possui um conjunto de instrumentos integrados com os quais atribuem os conceitos aos cursos e instituições.

Os autores dos artigos analisados foram unânimes na utilização da avaliação docente realizada por meio de questionários, onde os alunos efetuam as avaliações, geralmente no final de uma disciplina ou do curso (CARNEIRO *et al.*, 2018; DA SILVA *et al.*, 2017; SANTOS; SILVEIRA; LECHUGO, 2017). A utilização de apenas um único instrumento para avaliar o professor não torna a avaliação um processo confiável. Além de que, os alunos não possuem experiência suficiente para avaliar o nível de conhecimento do professor. Eles podem avaliar as características, os estilos e as estratégias de ensino deste professor (GÓMEZ; VALDÉS, 2019; OLIVOS, 2018).

Infelizmente, as avaliações são pouco usadas para a melhora da qualidade do ensino, sendo, na maioria das vezes, usada somente para fins administrativos e financeiros (OLIVOS, 2018). Constata-se também a falta de feedback para os professores, apresentando os resultados das avaliações, bem como planos estratégicos para melhorar seus pontos fracos e ampliar seus pontos fortes (SIERRA-CHAPARRO, 2020).

Percebe-se que existem poucas pesquisas relacionadas com a avaliação docente no Brasil. Mesmo que várias IES estejam desenvolvendo seus próprios instrumentos de avaliação, ainda se percebe que a maioria utiliza somente o questionário de satisfação respondido pelos discentes (CARNEIRO *et al.*, 2018; DA SILVA *et al.*, 2017; SANTOS; SILVEIRA; LECHUGO, 2017). Cabe ressaltar que avaliar um docente é um processo complexo, sendo composto por vários tópicos a serem analisados e mensurados de formas específicas (OLIVOS, 2018; VEY; VEY; CURRY, 2015).

A inclusão dos docentes no desenvolvimento e validação de instrumentos para avaliação também deve ser considerada como um fator favorável para a criação de modelos de avaliação que sejam mais eficazes (FERREIRA, 2019; SIERRA-CHAPARRO, 2020), assim como incluir outros instrumentos para a aferição da qualidade do ensino pelo docente, como avaliação por pares, avaliação pela coordenação e utilização de portfólios. Quem melhor que os próprios docentes para saber o que deve ser avaliado e como realmente conseguir mensurar os objetivos definidos em cada instrumento? Deveria ocorrer a participação de todos os envolvidos com o processo educacional para a definição e a criação de novos modelos de instrumentos avaliativos para que a melhora da qualidade do ensino realmente ocorra.

Metodologia

Este trabalho foi realizado por meio de uma revisão da literatura, onde se buscou verificar como está o cenário atual da avaliação docente realizada nas universidades brasileiras. Para isso, realizou-se uma pesquisa das publicações dos últimos cinco anos (2015-2020), nas bases de dados Scielo, Scopus e WOS, relacionadas ao tema de avaliação docente no ensino superior. Entre dezoito artigos relevantes com o tema, apenas três eram de pesquisas realizadas no Brasil. Dentro deste mesmo período, buscou-se por teses de doutorado relacionadas com o tema, porém obteve-se apenas cinco pesquisas, entre elas três estavam voltadas a políticas de avaliação do ensino superior, nenhuma delas com o foco exclusivo na avaliação docente (MOREIRA, 2016; NASCIMENTO, 2016; SOUSA, 2018; VASCONCELLOS, 2017).

Resultados e Discussão

Neste artigo, foi possível identificar que no Brasil, entre 2015 e 2020, foram efetuadas poucas pesquisas relacionadas com a melhora do trabalho docente no ensino superior. Nos trabalhos analisados, todos apontam a utilização dos questionários efetuados pelos alunos como sendo um instrumento de avaliação docente, sendo que a maioria dos alunos que efetuam as avaliações são pessoas que ainda não possuem conhecimento dos assuntos abordados na graduação. Como podem eles avaliarem se um docente domina o assunto abordado? No máximo,

eles poderiam avaliar se o professor possui didática para transmitir seu conhecimento, como é sua interação com os alunos e os instrumentos usados para avaliação dos conteúdos.

Constatou-se também que existe o interesse por parte dos professores de que lhes permitam participar da construção destes instrumentos avaliativos. Além disso, sentem falta de receberem uma retroalimentação com relação ao que foram avaliados neste item. Conclui-se que, conforme o exposto neste trabalho, a avaliação docente, na maioria das vezes, acaba por ser um instrumento formal para gerar dados estatísticos usados pela administração das instituições, a fim de cumprirem com questões burocráticas a nível de cumprimento de políticas educacionais. Este tema ainda segue em pesquisa pela autora deste trabalho, pois constata-se que existem muitos assuntos em aberto para serem explorados.

Referências

AVALIAR. In: DICIONÁRIO On-line de Português. c2020. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/avaliar/>. Acesso em: 12 maio 2022.

BISINOTO, C.; ALMEIDA, L. S. Percepções docentes sobre avaliação da qualidade do ensino na Educação Superior. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 25, n. 96, p. 652-674, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ensaio/a/cHZMPG7Wjdgbtvtj8b-JwsPd/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16 maio 2022.

CARNEIRO, C. *et al.* Teaching evaluation as a development mechanism of academic management in private higher education institutions. **Revista Eletrônica de Estratégia e Negócios**, v. 11, n. 3, p. 200-234, 2018. Disponível em: <https://go.gale.com/ps/i.do?p=IFME&u=-googlescholar&id=GALE|A595787266&v=2.1&it=r&sid=IFME&asid=a7a7a355>. Acesso em: 16 maio 2022.

DA SILVA, M. A. *et al.* Construção e estudo de evidências de validade da Escala de Avaliação Docente. **Revista Brasileira de Educação**, v. 22, n. 70, p. 690-707, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/4GcvGB78fNx7RfXNGBGxHvq/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16 maio 2022.

FERREIRA, L. S. Measurement of faculty body intellectual capital: evaluation and recognition by meritocracy in an institution of higher education. **Perspect. Ciênc. Inf.**, v. 24, n. 4, p. 112-131, out.-dez. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pci/a/44CBVBVsHZvxmQ-j9m5GHyJs/abstract/?lang=en>. Acesso em: 16 maio 2022.

GÓMEZ, L. F.; VALDÉS, M. G. La evaluación del desempeño docente en la educación superior. **Propósitos y Representaciones**, v. 7, n. 2, p. 479-515, 2019. Disponível em: <http://www.scielo.org.pe/pdf/pyr/v7n2/a19v7n2.pdf>. Acesso em: 16 maio 2022.

MOREIRA, C. H. **Políticas de expansão e de regulamentação do Ensino Superior Brasileiro e a otimização das Universidades Federais**: reverberações na UFPEL. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016. Disponível em: <http://www.guaiaca.ufpel.edu.br/handle/prefix/7741>. Acesso em: 12 maio 2022.

NASCIMENTO, C. M. V. **As políticas públicas de avaliação do ensino superior e o trabalho docente no Centro de Educação da Universidade Federal do Espírito Santo: sinais da ditadura ou a ditadura do SINAES.** Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufes.br/handle/10/2247>. Acesso em: 12 maio 2022.

OCDE. Repensando a Garantia de Qualidade para o Ensino Superior no Brasil. **Revisões das Políticas Nacionais para a Educação.** Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, 2018. 185p. Disponível em: https://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/ocde/Repensando_a_Garantia_de_Qualidade_para_o_Ensino_Superior_no_Brasil_PT.pdf. Acesso em: 12 maio 2022.

OLIVOS, T. M. The teaching evaluation in the university: Views of the students. REICE. **Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación**, v. 16, n. 3, p. 87-101, 2018. Disponível em: http://www.rinace.net/reice/numeros/arts/vol16num3/art5_eng.htm. Acesso em: 16 maio 2022.

SANTOS, F. DE P.; SILVEIRA, I. F.; LECHUGO, C. P. Análise da percepção dos alunos sobre as práticas docentes por meio da mineração de dados educacionais. **Espacios**, v. 38, n. 5, 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n05/a17v38n05p09.pdf>. Acesso em: 12 maio 2022.

SIERRA-CHAPARRO, G. R. Sistema integral de evaluación y seguimiento de la práctica docente en la educación superior: estudio de caso en Colombia. **Revista Logos Ciencia & Tecnología**, v. 12, n. 1, p. 147-162, 2020. Disponível em: <https://revistalogos.policia.edu.co:8443/index.php/rict/article/view/1044>. Acesso em: 16 maio 2022.

SOUSA, D. C. **Docência universitária: interfaces entre avaliação institucional, necessidades formativas e desenvolvimento profissional docente.** Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-12122018-143934/pt-br.php>. Acesso em: 12 maio 2022.

VASCONCELLOS, V. A. DA S. DE. **O imaginário e a formação docente: reflexões sobre a docência universitária a partir de uma cultura colaborativa.** Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/15134>. Acesso em: 12 maio 2022.

VEY, I. H.; VEY, F. W.; CURRY, S. P. de B. Mensuração de desempenho docente: uma proposta baseada na Teoria da Resposta ao Item. *In*: V CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Anais [...]**. Ponta Grossa, APREPRO, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/308097227_Mensuracao_de_desempenho_docente_uma_proposta_baseada_na_Teoria_da_Resposta_ao_Item_Resumo_Measurement_of_professor_performance_a_proposal_based_on_item_response_theory. Acesso em: 12 maio 2022.

MARKETING ORIENTADO À GEOLOCALIZAÇÃO DE SOFTWARE GEOMARKETING

Marketing guided by geo-location software geomarketing

Jeferson Eduardo Kleinschmidt¹

Pedro Sidnei Zanchett¹

Resumo: Por meio do presente estudo proposto, abordaremos o estudo do geomarketing e o seu uso mercadológico apropriado para suportar decisões que se baseiam em como o mercado se caracteriza geograficamente, incluindo uma análise tecnológica dos diversos sistemas e linguagens de programação voltadas à localização. A importância deste artigo se dá pelo pouco conjunto de estudos acadêmicos voltados para o geomarketing e a importância de uso na atualidade moderna. Dessa maneira, compreender como essa abordagem de marketing se organiza no espaço, entendendo uma análise das variáveis relevantes para o marketing, por meio da visualização de mapas geográficos, tecnologias, evolução e futuro desse conceito, é de suma importância para os futuros tecnológico e mercadológico.

Palavras-chave: Geomarketing. Marketing. Programação.

Abstract: Through this study proposed, we will approach the study of geomarketing, and its appropriate marketing use to support decisions that are based on how the market is characterized geographically, as well as a technological analysis of the various systems and programming languages focused on location. The importance of this article is due to the lack of academic studies on geomarketing and the importance of its use in modern times. Thus, understanding how this marketing approach is organized in space, understanding an analysis of the relevant variables for marketing through the visualization of geographic maps, technologies, evolution and future of this concept, is of utmost importance for the technological and marketing future.

Keywords: Geomarketing. Marketing. Development.

Introdução

Nos dias de hoje, em que empresas buscam uma alta competitividade, procurando pela melhor informação sobre seus clientes, o uso de tecnologias que possam auxiliá-las é vital para sua sobrevivência e ganho no mercado em que estão inseridas. Entender por onde seus consumidores andam, o que fazem, e quais são suas preferências em relação a produtos e serviços faz com que diversas empresas apostem em tecnologias de localização, mais precisamente o geomarketing.

Esta abordagem de marketing busca entender, visualizar, planejar e decidir as formas de atuação de determinada empresa, por meio da inteligência geográfica, com um estudo baseado em dados de mercado em que as organizações estão inseridas.

Segundo Garcia (2016, p. 146), “não pense você que o geomarketing se resume a usar o GPS para enviar ofertas e descontos a determinado consumidor que está passando por perto”. De acordo com Sousa (2012), o marketing geográfico é um forte aliado para diferentes processos de tomada de decisão. Seu amadurecimento se desdobra em três níveis, segundo Eduardo Francisco, professor da FGV e consultor de geomarketing.

Atualmente, o uso dessa abordagem, aliado a um conjunto de dados armazenados (Big Data), faz com que as empresas possam obter as melhores soluções em informações para tomar as melhores decisões no menor tempo possível.

¹ Centro Universitário Leonardo Da Vinci – UNIASSSELVI – Rodovia BR 470 – Km 71 – nº 1.040 – Bairro Benedito – Caixa Postal 191 – 89130-000 – Indaial/SC Fone (47) 3281-9000 – Fax (47) 3281-9090 – Site: www.uniasselvi.com.br.

Como descrito no site data2mkt (2017), com a aquisição um volume substancial de informações, é possível obter diversas oportunidades mercadológicas além de possibilitar a geração de dados que extraídos e compilados podem vir a se tornar a uma base de informações que auxiliarão em ações futuras das empresas, assim possibilitando a criação de um modelo mental de decisão com domínio em ciência de dados, processos de descoberta de Conhecimento e ferramentas para uma gestão de negócios.

Esse modelo de geomarketing é aliado a um sistema de armazenamento que possui um amplo conjunto de indicadores demográficos, econômicos e de consumo, bem como informações sobre as empresas e polos geradores de fluxo em regiões de interesse da organização.

Por meio desta pesquisa descritiva fundamentada em fontes bibliográficas, será possível abordar, mais precisamente, como funciona essa tecnologia, suas linguagens, programação e como as empresas estão usando para melhorar sua eficiência mercadológica.

O uso dessa tecnologia pode influenciar o dia a dia das pessoas, por meio de práticas que as empresas estão usando para captar e reter clientes para, dessa maneira, otimizar sua estrutura organizacional, focando suas ações para os diversos aspectos coletados por essa tecnologia.

Objetivo do TCC

Aprofundar o estudo sobre geomarketing e apresentar essa poderosa ferramenta de inteligência geográfica e estratégia mercadológica.

Geomarketing – Marketing orientado à geolocalização

Segundo Garcia (2016), o geomarketing tem, como principais características, a coleta e gerenciamento de informações de coordenadas geográficas dos clientes, bem como a gestão de feedbacks e informações concedidas pelos usuários.

Os dados obtidos por meio dessa coleta são filtrados e analisados a fim de que possam ser retiradas métricas e indicadores que possam apresentar informações relevantes a serem utilizadas como vantagens de mercado.

Em síntese, como diz Casarotto (2016), independentemente se você está bem localizado ou não, é preciso mirar o foco na localização do consumidor, para criar estratégias relevantes, criativas e eficientes.

Marketing: contextualização e história

Em uma análise concreta da história do marketing e seu desenvolvimento até os dias atuais, deve-se analisar, conceitualmente, para se ter uma ideia global do que é o marketing propriamente dito.

De maneira bem simplificada e resumida, é possível dizer que marketing são todas as ações realizadas por uma organização que tenha por finalidade “atrair e reter clientes” (REICHEL, 2013).

Philip Kotler apresenta, em seus livros, as definições da *American Marketing Association* (AMA). O autor entende que “o marketing é uma função organizacional e um conjunto de processos que envolvem a criação, a comunicação e a entrega de valor para os clientes, bem como a administração do relacionamento com eles, de modo que beneficie a organização e seu público interessado” (KOTLER, 1998 *apud* ANDRADE, 2012, p. 17).

O marketing possui uma história de mais de 500 anos, no entanto, a partir da década de 1940, os primeiros estudos sobre o marketing vieram com trabalhos como o de Walter Scott, sobre a aplicação da psicologia na propaganda e o de William J. Reilly, sobre as Leis de gravitação do varejo.

A evolução do marketing, nas décadas de 1940 e 1950, ficou evidente por meio de algumas filosóficas criadas, como a orientação por produção, vendas, cliente, marketing social e holístico. Já na década de 1970, foi desenvolvida o controle da qualidade total voltada para dentro da organização e para solução de problemas de racionalização da produção.

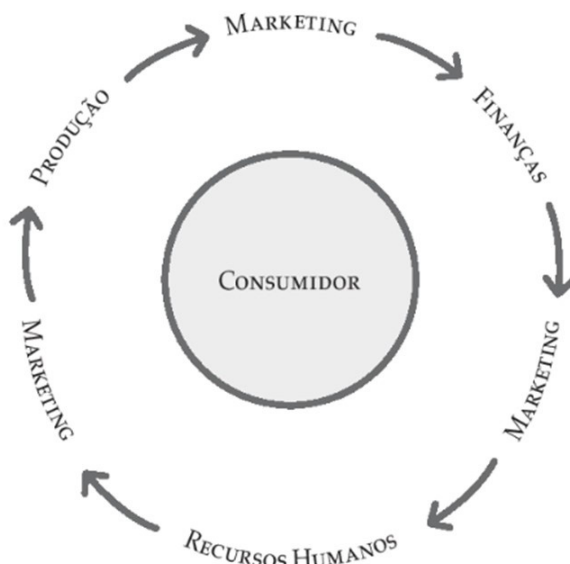
As décadas de 1980 e 1990 foram marcadas pela excelência da qualidade e pela gestão de gerenciamento por meio do CRM (*Customer Relationship Management*) em atividades de pagamentos, logística e distribuição.

Por fim, a partir de meados do fim da década de 1990 e meados de 2000 em diante, houve um “boom” da internet, crescendo muito o mercado digital, sobretudo, o e-commerce, o que fez que o marketing fosse o grande responsável pela comunicação entre cliente e a empresa.

Nos dias de hoje, o marketing integrado, conforme retratado na Figura 1, tem, como papel, a intermediação entre o consumidor, ou cliente, e os demais departamentos da organização.

Segundo Reichelt (2013), com base na visão de marketing integrado, o cliente se coloca no centro da organização e de todas as suas decisões, tornando-se peça-chave para o sucesso empresarial.

Figura 1. Marketing integrado.



Fonte: Kotler (2005, p. 47 *apud* REICHELT, 2013, p. 18).

O marketing é a atividade de gestão que agrega valor (oriundo da cultura da empresa) à marca e ao cliente, correspondendo, portanto, à estruturação de um novo processo nas organizações, que é a gestão de marketing (ANDRADE, 2012).

Geomarketing – Contextualização e histórico

Segundo Romancini (2012), a geotecnologia, de maneira mais ampla, começou a ser utilizada ainda na década de 1970 para fins de planejamento urbano. Para a autora, na década de 1980, algumas empresas multinacionais de varejo na área financeira, de shopping centers e cadeias de *fast food* se utilizavam de metodologias de Geomarketing no Brasil.

Para Gregori (2004), o geomarketing, como o conhecemos hoje, surgiu e se desenvolveu fortemente impulsionado pelas seguintes transformações recentes:

1. Evolução e popularização de sistemas GIS (*Geographic Information System*) nas últimas duas décadas.
2. Aumento na oferta de informações com aspectos locais por institutos governamentais de estatística e/ou empresas especializadas.

O Geomarketing é uma poderosa ferramenta de marketing para entender, enxergar, planejar e atuar no mercado por meio de inteligência geográfica e estratégia mercadológica.

Independentemente da presença da geografia ou espaço em perguntas de negócios, as respostas que levam em consideração essa variável permitem enxergar novas oportunidades, padrões e tendências (DATA2MKT, 2017).

Atualmente, as marcas usam uma informação valiosa para segmentar seus públicos, compreender o consumidor e melhorar suas campanhas de Marketing: a localização das pessoas (CASAROTTO, 2016).

De acordo com Souza (2012), citado por Garcia (2017), o marketing geográfico é um forte aliado para diferentes processos de tomada de decisão. O autor define que o seu amadurecimento se desdobra em três níveis.

- Primeiro nível: é identificar clientes e fornecedores em um mapa, para refletir sobre a atuação da empresa.
- Segundo nível: a empresa já sabe delimitar sua área de influência e enxerga com clareza onde encontra mais cliente, onde enfrenta mais concorrência e onde há oportunidades pouco exploradas para expandir seu negócio no futuro. Com base nessa análise, a empresa é capaz de tomar decisões mais acertadas. Ante de escolher onde construir um novo shopping center, por exemplo, os executivos fazem esse tipo de estudo.
- Terceiro nível: é preciso enfrentar o maior desafio do geomarketing. Nesta etapa, a meta é aprender a gerenciar os mapas para controlar a qualidade ou fazer a previsão de vendas.

Figura 2. Geomarketing.



Fonte: Data2mkt (2017, s. p.).

Independentemente da presença da geografia ou espaço em perguntas de negócios, as respostas que levam em consideração essa variável permitem enxergar novas oportunidades, padrões e tendências (DATA2MKT, 2017).

A quem se aplica

Com a localização e a visualização dos dados de determinado nicho de mercado, o geomarketing pode ser usado de pequenas, médias e grandes organizações, de diversos segmentos, como varejo, serviços e indústrias, B2C (*Business two Consumer*) e B2B (*Business two Business*), conseguem tomar melhores decisões e aprofundar o entendimento de seus clientes e mercados. Segundo Data2mkt (2017), pode ser usado em áreas fundamentais de um negócio, tais como:

- vendas;
- expansão;
- marketing;
- inteligência de mercado e inteligência competitiva;
- planejamento, estratégia e negócios.

Benefícios do geomarketing

O uso da forma correta do Geomarketing proporciona vantagens competitivas e maior assertividade em análises aplicadas em diversos segmentos da sociedade, em âmbitos público e privado (DATA2MKT, 2017). Dentre os benefícios, podemos citar:

- estruturar processos organizacionais;
- definir metas mais definidas ao potencial efetivo de vendas;
- melhorar os canais de distribuição.
- aperfeiçoar o gerenciamento do relacionamento com clientes;
- gerar leads qualificados;
- incrementar índices de conversão e retenção em ações de Trade e Merchandising.

Geomarketing focado na geolocalização

Segundo Casarotto (2016), o geomarketing consiste em qualquer estratégia de marketing que englobe inteligência sobre localização para otimizar campanhas e alcançar o consumidor no local certo e na hora certa.

O site Digital Land compreende no mesmo sentido, e completa que

se trata exatamente de um marketing baseado em localização geográfica. Sabe aquele botão do GPS no seu celular? Mesmo quando desabilitamos essa função, ao navegar em algum site é comum o dispositivo solicitar que habilitemos a localização para que sejam fornecidos melhores resultados. E não é só isso, mesmo quando estamos em um desktop, as páginas reconhecem nossa posição pelo endereço de IP na rede (DIGITAL LAND, 2017, p. 3).

Por isso, no contexto do geomarketing: diga às marcas por onde você anda, e elas saberão quem você é (CASAROTTO, 2016).

Estratégias de geomarketing

- **Geotargeting:** é a maneira mais conhecida de utilizar o geomarketing, na qual se baseia em segmentar públicos por meio de sua localização. Com o geotargeting, a organização usando de plataformas on-line de mídias pagas em que permite que ela escolha o segmento geográfico que deseja. Por exemplo: Facebook Ads (*Adsense*).

-
- **Geofencing:** consiste em oferecer dados em tempo real de acordo com a movimentação captada do usuário, por meio do GPS (*Global Positioning System*). Dessa maneira, quando um dispositivo entre em uma área determinada pela empresa, a pessoa recebe um conteúdo por meio de uma notificação em seu celular, e-mail ou mensagem de texto. No entanto, a empresa precisa ter um aplicativo com a demarcação da área geográfica trabalhada. O aplicativo tem que ser baixado e o usuário pode autorizar ou não o compartilhamento da sua localização e o recebimento de comunicações.
 - **Geotagging:** é uma ferramenta que por meio marcação da localização de um usuário em sua postagem, seja no Facebook ou no Instagram, desta maneira cria uma vantagem espontânea por parte do usuário para a organização. Esta tecnologia possui inúmeras vantagens atreladas ao seu uso como uma divulgação espontânea da empresa pelo usuário, ou mesmo para o recebimento do feedback do usuário sobre o estabelecimento, pois juntamente das imagens, comumente são postadas as percepções do usuário sobre o estabelecimento.
 - **Check-ins:** o check-in é, atualmente, um dos principais recursos do geomarketing, sendo uma forma simples de gerar a divulgação do negócio, é uma ferramenta muito utilizada por empresas locais ou mesmo grandes redes que visam uma maior comunicação e integração com os usuários. Sendo uma estratégia que ficou popular por meio dos aplicativos Foursquare e Facebook. Hoje, pode ser utilizada em inúmeras redes sociais para promover o engajamento do consumidor com o estabelecimento por meio do oferecimento de descontos ou acesso gratuito à internet mediante o check-in no local.
 - **Geofiltros:** as ferramentas geofiltros são recursos disponibilizados para localizar as coordenadas geográficas do usuário e assim extrair sua locação exata do usuário, podendo precisamente definir a cidade, bairro ou estabelecimento que o usuário se encontra e assim disponibilizando a ele a possibilidade da edição de imagens e vídeos inserindo filtros e stickers exclusivos de uma certa região ou localidade. Uma das principais marcas para a popularização dos geofiltros foi a possibilidade de as empresas criarem seus próprios filtros e assim possibilitando os usuários a compartilharem a sua identidade visual por meio das redes sociais enquanto estiverem no seu estabelecimento ou evento. Este tipo de geomarketing é muito usado em inúmeras redes sociais introduzido inicialmente pela rede social Snapchat, que, como uma expoente neste mercado influenciou inúmeras empresas tais como Facebook e Instagram na implementação dos geofiltros.

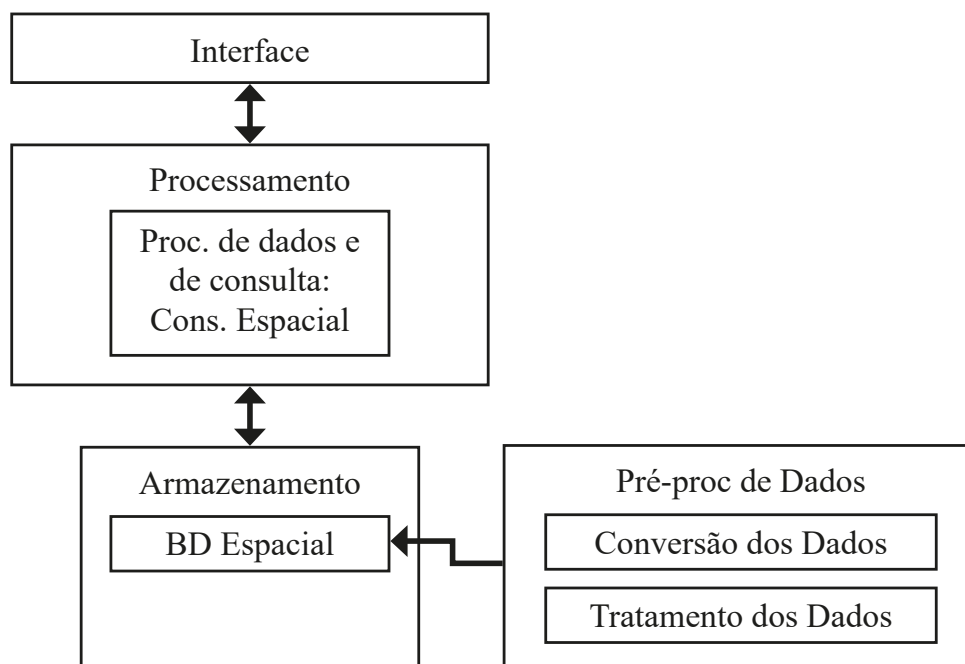
Sistemas e linguagens de programação utilizados no geomarketing

Segundo Aragão (2005), um sistema de informação geográfica (SIG) é um sistema automatizado utilizado para armazenar, analisar e manipular dados geográficos. O autor divide em partes o sistema, considerando:

A camada de pré-processamento dos dados é a responsável pela conversão e tratamento dos dados para sua inserção na base. A camada de armazenamento é constituída por um banco de dados espacial que armazena objetos espaciais de maneira eficiente para recuperação e análise espacial. A camada de processamento disponibiliza diversas funcionalidades para a análise espacial via interface gráfica ou API (*Application Program Interface*). O módulo de processamento de dados se limita às operações de inserção, atualização e remoção dos objetos espaciais. O módulo de processamento de consulta se limita a recuperar os objetos espaciais. A interface permite a interação do usuário e apresenta visualmente os resultados obtidos da camada de processamento, como, por exemplo, mapa temático, visualização 3D e diversos tipos de gráficos (ARAGÃO, 2005, p. 17).

A Figura 3 mostrará as diversas camadas de um SIG.

Figura 3. Arquitetura básica de SIG.



Fonte: Aragão (2005, p. 17).

O sistema espacial de suporte à decisão, ou *Spatial Decision Support System* (SDSS), é um sistema interativo baseado em computador para suporte a um usuário ou grupo de usuários para a tomada de decisões efetivas por meio da solução de problemas espaciais semiestruturados.

Segundo Aragão (2005), sua aplicação pode se estender às áreas sociais, econômicas, políticas, ambientais e de engenharia. Uma forma natural de se construir um SDSS mais sofisticado é a partir de um SIG, já que este oferece uma implementação básica dos módulos de pré-processamento e processamento dos dados, armazenamento e interface.

Outro sistema muito conhecido e usado, mundialmente, por diversos usuários é o bluetooth, sendo um princípio é fácil de entender: todas as pessoas que estiverem num raio de dezenas de metros do local conseguem captar o conteúdo enviado, desde que estejam com a função ligada em seu aparelho. Os usuários podem escolher se aceitam ou recusam a mensagem.

O sistema não usa as redes de operadoras; portanto, nenhuma tarifa é paga. As empresas podem distribuir cupons de desconto e promover ações localizadas de compras coletivas, diz Roberto Saretta, presidente da 2Call, citado pela revista Pequenas Empresas Grandes Negócios (2011). De acordo com o especialista, em locais de grande tráfego de pessoas, como shoppings, mais de mil usuários por mês, em média, aceitam receber conteúdos de Bluetooth marketing (PEGN, 2011).

Por fim, o GPS, sendo o sistema mais difundido no mundo inteiro, o sistema de posicionamento global via satélite permite calcular as coordenadas exatas onde o usuário se encontra em um determinado momento, possibilitando uma precisão enorme precisão e coerência entre os dados gerados. Incorporado aos celulares, o GPS se tornou base para serviços originais, como o Foursquare e o Google Latitude, e também para ferramentas valiosas, como os navegadores usados em veículos particulares.

Linguagens de programação

Entre as diversas linguagens de programação usadas no geomarketing, podemos destacar algumas mais usadas no mercado, conforme descrito a seguir.

PHP (*Personal Home Page*)

O PHP é uma linguagem de programação que compartilha semelhanças com outras linguagens de programação baseadas em C. Suporta uma grande variedade de tipos de banco de dados, é extremamente flexível, permitindo orientação a objetos. Por meio de um aplicativo com linguagem PHP, pode-se usar o fluxo de dados e usá-lo para controlar a localização do telefone Android, em tempo real, no navegador da web.

JavaScript

Esta é provavelmente a mais comum e mais popular entre as linguagens de programação necessárias para o desenvolvimento de aplicativos. É utilizada extensivamente para navegação web, e está presente em tudo que precisa de transição para o mundo móvel.

Java

Java é uma linguagem de programação orientada a objetos independente de plataforma (ou seja, pode ser utilizado em diferentes sistemas operacionais). É extensivamente usada com o sistema operacional móvel Android.

Python

Python é uma linguagem de programação de alto nível, de desenvolvimento comunitário, aberto e gerenciado pela *Python Software Foundation*. Python dentro do QGIS pode melhorar as funcionalidades desta última ferramenta, permitindo ir além dos comandos tradicionais, criar, expandir e automatizar soluções para problemas mais complexos, levando os Sistemas de Informação Geográfica para dentro da ciência de dados.

Geomarketing – Evolução tecnológica

Assim como descrito por Gregori (2019), o geomarketing que está no mercado surgiu e se desenvolveu fortemente, impulsionado por alguns setores que buscavam a melhor informação de localidade, por meio da evolução e popularização de sistemas informações nos últimos anos e pelo aumento da oferta em aspectos locacionais por institutos de estatística e empresas especializadas no meio.

Vale ressaltar que, apesar de um crescente avanço no mercado brasileiro, ainda, está abaixo, se comparado ao mercado norte americano, ou, mesmo, a países europeus.

Para alguns especialistas, o futuro é um tanto incerto no desenvolvimento de estudos e novas linguagens, visto que cada mais o valor agregado não estará apenas na disponibilização do dado ou informação em seu estado mais bruto, como fora por muitos anos em que dados desse gênero eram escassos e de difícil obtenção junto aos institutos governamentais ou privados.

Projeto proposto

Projeto de um sistema mobile (Android), desenvolvido em Java, tem a principal finalidade de localizar o usuário pelo GPS do celular, além de oferecer promoções exclusivas para usuários registrados, como apontar os estabelecimentos parceiros do aplicativo no mapa.

Ele, também, apresenta propagandas em pequenas janelas *pop up* sobre o mapa do GPS, mostrando estabelecimentos próximos e suas promoções. Pode oferecer notificações sobre estabelecimentos próximos ao usuário que ofereçam produtos, os quais sejam de uma lista de interesses criada por ele.

Área de aplicação

Os usuários poderão utilizar o software para encontrar promoções e produtos por meio de buscas realizadas com base em uma área pré-definida, e poderão ser definidos alertas com base em produtos e assuntos de interesse.

Já as empresas parceiras terão a oportunidade de expandir sua área de atuação por meio do Geotargeting, atingindo não apenas os usuários em busca de promoções, mas, também, atraindo uma clientela que, mesmo próxima, não tinha conhecimento do negócio.

Por meio da aplicação, as empresas também poderão direcionar promoções e campanhas de marketing para nichos específicos de clientes, por meio de suas preferências e listas de interesse, aumentando assim a atratividade e o alcance da empresa ao público.

Funcionalidades do software

O software será projetado para oferecer, aos usuários, uma oportunidade personalizada, para receberem ofertas exclusivas, de acordo com o seu perfil de buscas e compras. Também, será oferecida a opção do usuário de adicionar produtos e interesses a uma lista de desejos, na qual, quando estes estiverem em oferta em algum estabelecimento próximo, será entregue, ao sujeito, uma notificação para que ele possa obter mais informações da oferta e direções.

Para as empresas parceiras, será oferecida uma interface em que poderá ser registrada localização da empresa, as promoções a serem exibidas aos usuários e qual o principal público-alvo das promoções, podendo selecionar a faixa etária, sexo e interesses relacionados a promoção.

Casos de uso

A partir da descrição do funcionamento da aplicação, pode-se identificar os principais atores do sistema. Um deles é o usuário, podendo ser um cliente com acesso parcial ao sistema, ou uma empresa que apresenta funcionalidades próprias. Outro ator importante é a API do aplicativo de localização utilizado, no caso, este sendo o Google Maps. Seguem os principais casos de uso do sistema:

- Cadastrar conta.
- Efetuar login.
- Buscar promoção.
- Criar lista de desejos.
- Registrar promoção.

Quadro 1. Documentação do caso de uso cadastro de conta.

Caso de uso:	Cadastrar conta
Atores:	Usuário.
Finalidade:	Adicionar uma nova conta de usuário ao sistema.
Visão Geral:	O usuário insere as informações do novo usuário no sistema. As informações do novo usuário são enviadas ao banco de dados e salvas.
Tipo:	Principal e essencial.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Sequência típica de eventos:

1. Na tela de login, o usuário clica no botão “Cadastrar Usuário”.
2. O sistema apresenta, ao usuário, a tela de cadastro, com as opções de cadastro de pessoa física e jurídica.
3. O usuário deve selecionar a opção de cadastro de pessoa física.
4. O sistema apresenta, ao usuário, a tela de cadastro de cliente.
5. O usuário deve preencher a tela de cadastro de cliente e pressionar o botão “Salvar”.
6. O sistema registrará as informações do cliente no banco de dados.
7. Após o registro do usuário, será apresentada uma interface onde ele deve escolher no mínimo 3 preferências.
8. Ao escolher três ou mais preferências, o usuário deverá clicar no botão “Salvar”.
9. O sistema registrará as preferências do cliente no banco de dados.
10. O usuário será redirecionado à tela inicial da aplicação.

Sequências alternativas:

1. Caso o usuário selecione a opção cadastro de pessoa jurídica, o sistema apresentará a tela de cadastro de empresa.
2. O usuário deve preencher a tela de cadastro de cliente e pressionar o botão “Salvar”.
3. O sistema registrará as informações da empresa no banco de dados.
4. O usuário será redirecionado à tela inicial da aplicação.

Quadro 2. Documentação do caso de uso efetuar login.

Caso de uso:	Efetuar login
Atores:	Usuário.
Finalidade:	Efetuar o login no sistema.
Visão Geral:	O usuário informa os dados de login e senha. Os dados de login e senha são enviados ao banco de dados para validação.
Tipo:	Principal e essencial.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

• Sequência típica de eventos:

1. Na tela de login, o usuário deverá informar o usuário e senha e clicar no botão “Login”.
2. O sistema validará as informações do usuário com as presentes no banco de dados.
3. Caso as informações sejam autenticadas com sucesso, o usuário será redirecionado à tela inicial da aplicação.

• Sequências alternativas:

1. Caso o usuário e a senha não estiverem de acordo com as informações registradas no banco de dados, ou o usuário estiver desativado, o sistema apresentará uma mensagem de erro de autenticação.

Quadro 3. Documentação do caso de uso buscar promoção.

Caso de uso:	Buscar promoção
Atores:	Usuário, API Google Maps.
Finalidade:	Buscar produtos e estabelecimentos relevantes para a pesquisa realizada pelo cliente.
Visão Geral:	O usuário preenche os parâmetros da busca por estabelecimento ou produto de seu interesse. A aplicação demonstra, no mapa, os estabelecimentos que contemplam esses parâmetros de busca.
Tipo:	Principal e essencial.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

• Sequência típica de eventos:

1. Na tela inicial da aplicação, o cliente deve inserir os parâmetros da busca na barra superior e clicar em “Buscar”.
2. O sistema verificará as promoções e empresas que se aplicam aos parâmetros buscados pelo cliente.
3. Cada vez que forem buscados, uma empresa ou um produto específico, esses bens e parâmetros serão reforçados na lista de “Preferências” do cliente no sistema.
4. Com base na busca, o sistema apresentará na API de mapas uma lista de produtos e sua localização, tendo como foco primário de destino itens mais próximos e que se encontram na lista de preferência do cliente.

Quadro 4. Documentação do caso de uso criar lista de desejos.

Caso de uso:	Criar lista de desejos
Atores:	Usuário.
Finalidade:	Atribuir produtos a uma lista de desejos do cliente.
Visão Geral:	O usuário atribui produtos a uma lista de desejos, podendo adicionar um alerta apontando quando estes estiverem disponíveis.
Tipo:	Secundário e optativo.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

• Sequência típica de eventos:

1. Na interface principal, o usuário selecionará o botão com o desenho de um carrinho de compras.
2. A interface abrirá uma tela de busca de produtos.
3. O usuário selecionará os produtos desejados, clicará no sininho no lado direito do produto e definirá parâmetros para quando ele deseja ser alertado da disponibilidade deles.
4. O sistema registrará as informações do alerta no banco de dados.
5. No momento em que o produto estiver disponível e de acordo com os parâmetros do cliente, será exibido um alerta no telefone do usuário.

- Sequências alternativas:

1. Caso o usuário clicar no alerta, a aplicação realizará a busca com base nos parâmetros do cliente.
2. A aplicação abrirá e exibirá, na API de mapas, os resultados com base nos filtros do alerta definidos pelo cliente.

Quadro 5. Documentação do caso de uso registrar promoção.

Caso de uso:	Registrar promoção
Atores:	Empresa.
Finalidade:	Permitir empresas registradas no sistema que registrem promoções para os usuários.
Visão Geral:	Uma empresa registrada no sistema deve preencher os dados da promoção e atribuir os produtos que devem estar inclusos. Os dados da promoção serão enviados ao banco de dados e salvos.
Tipo:	Principal e essencial.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

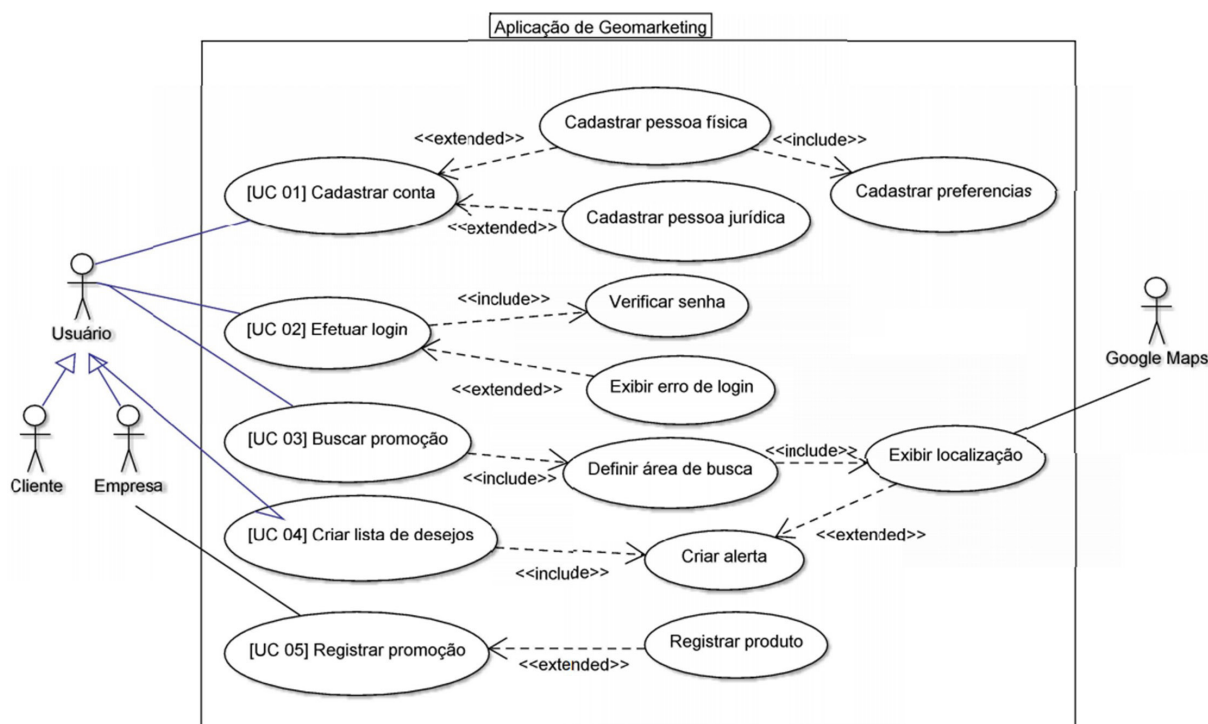
- Sequência típica de eventos:

1. Na página inicial da aplicação, a empresa seleciona a opção “Registrar promoção”.
2. O sistema apresenta a interface de registro de promoção.
3. A empresa informa os detalhes da promoção, seleciona os produtos que irão fazer parte da promoção e clica em “Salvar”.
4. O sistema salvará os detalhes da promoção no banco de dados.

- Sequências alternativas:

1. No momento de selecionar os produtos em promoção, caso o produto não esteja registrado no sistema, a empresa clicará em “Adicionar Produto”.
2. O sistema apresentará a interface de registro de produtos.
3. Após a empresa terminar de preencher os campos da interface de registro de produto, ela deve clicar em “Salvar”.
4. O sistema salvará os novos produtos registrados no banco de dados e será apresentada, novamente, a interface de registro de promoção.
5. Após terminar de preencher o registro de promoção, o usuário deve clicar em “Salvar”.

Figura 4. Diagrama de caso de uso.

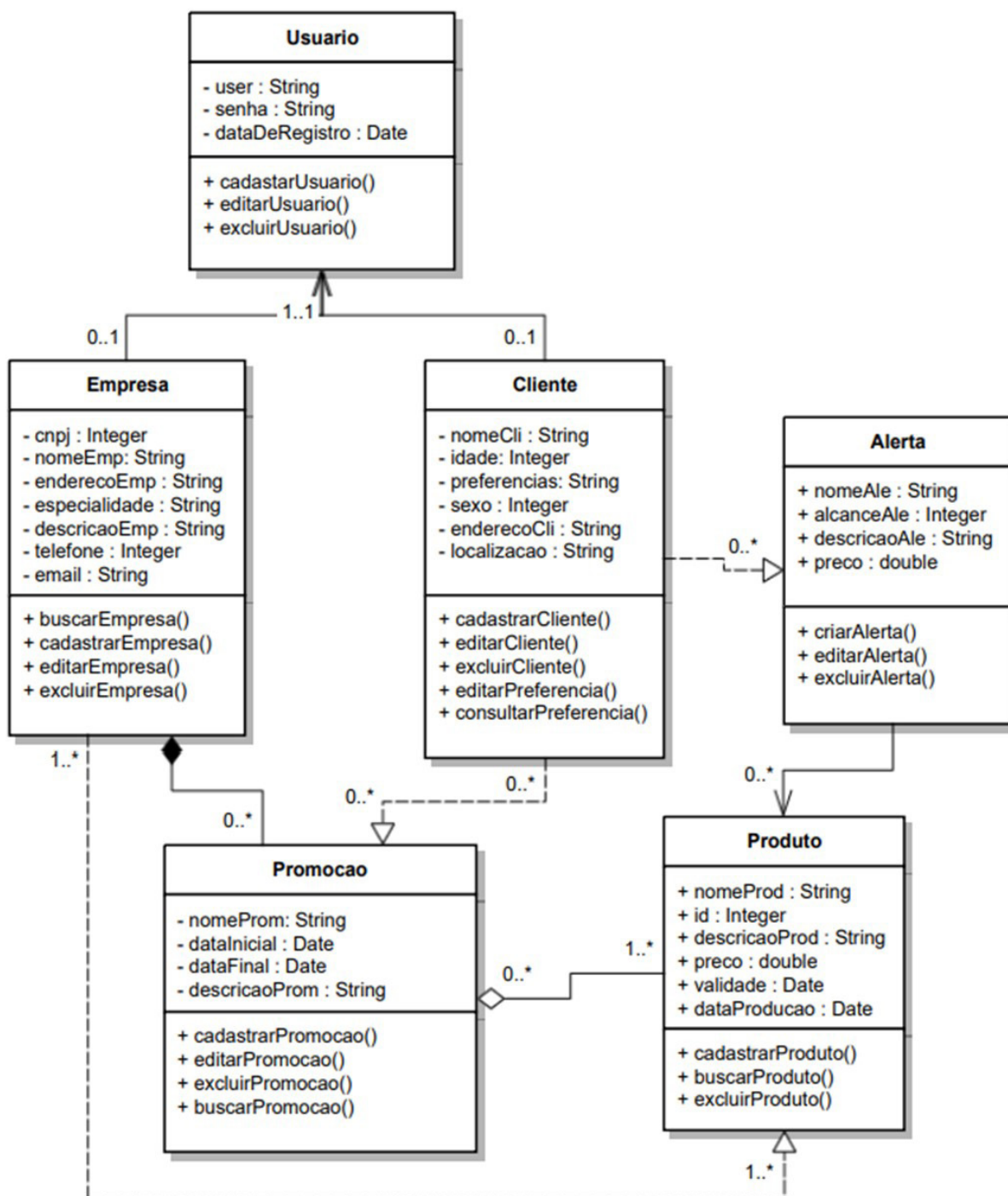


Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Diagrama de classes

Com base nas informações descritas na diagramação de caso de uso UML, pode-se identificar as classes a serem implementadas no projeto, sendo responsáveis pelas principais funções da aplicação, como cadastro e gestão de usuários, busca por promoções e produtos e definição e tratamentos de alertas. Veja, a seguir, o diagrama de classes da aplicação e o funcionamento.

Figura 5. Diagrama de classes.



Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

A classe “Usuario” será responsável pela criação e manutenção de novas contas de usuário, estas sendo contas de pessoas físicas ou pessoas jurídicas. Ela será responsável por fazer a chamada das classes “Cliente” e “Empresa” onde serão registradas e tratadas as informações de pessoas físicas e jurídicas.

A classe “Cliente” será a responsável pelo gerenciamento e manutenção dos dados dos clientes, bem como de suas preferências. As preferências do usuário serão definidas após a criação da conta e podem ser alteradas manualmente a qualquer momento. Estas, também, serão

atualizadas no sistema, de acordo com as buscas do cliente, aumentando sua relevância sempre que o cliente busca um determinado assunto ou negócio.

Como mencionado anteriormente, a classe “Empresa” será responsável por gerir os dados das empresas, e definirá suas especialidades, o que afetará diretamente nos resultados de busca dos clientes, sendo que empresas cuja especialidade se moldar melhor às preferências do cliente receberão destaque.

Já a classe “Promocao” se encontra, intimamente, ligada à classe “Empresa”, pois, para cada promoção registrada, deve haver, ao menos, uma empresa, caso não haja nenhuma empresa registrada para uma promoção, esta se torna inválida. Assim, para que uma promoção possa ser registrada ou alterada a mesma deve obrigatoriamente estar ligada a uma empresa.

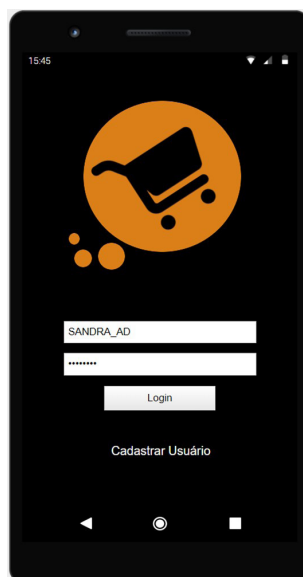
Na classe “Produto”, estarão contidos os métodos de criação e manutenção de produtos. Esta será, principalmente, utilizada durante a criação de uma promoção, se os produtos registrados no sistema não forem diretamente os esperados, permitindo, ao usuário, que altere ou insira um produto condizente.

A classe “Alerta” é responsável por abrigar os métodos de criação e exclusão de alertas de produtos, estes sendo chamados quando o usuário insere um item em sua lista de desejos. Assim que o produto inserido na lista de desejos do cliente se encontra disponível dentro dos parâmetros descritos, um alerta é emitido ao usuário.

Funcionamento da aplicação

Para que o usuário possa fazer uso da aplicação, será necessário que ele faça o login no sistema. Isso será feito por meio da página inicial do sistema assim como descrito na figura 6. O usuário deverá informar seu nome de usuário e senha e clicar em “Login” ou caso ainda não esteja registrado no sistema ele deve selecionar a opção “Cadastrar usuário”.

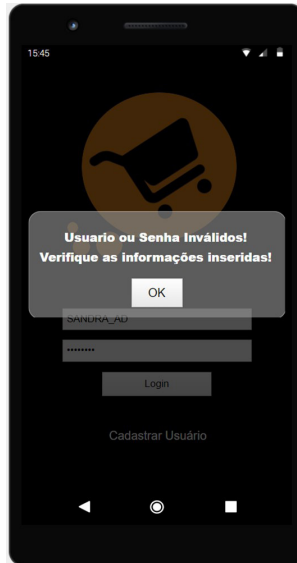
Figura 6. Tela de “Login”.



Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Assim como descrito na Figura 7, caso o usuário informe os dados de login (usuário ou senha) diferentes dos registrados no sistema, o usuário será impedido de entrar no sistema e será apresentada uma mensagem de erro instruindo que as informações inseridas sejam verificadas novamente.

Figura 7. Erro de validação de usuário.



Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Caso o usuário não tenha uma conta registrada no sistema e selecione a opção “Cadastrar Usuário” na página inicial, ele será encaminhado à página de seleção de tipo de conta, na qual deverá ser selecionado o tipo de conta a ser aberta: conta de pessoa física para usuários comuns que quiserem usufruir da aplicação, ou uma conta de pessoa jurídica para empresas que desejam ser parceiras do aplicativo e anunciar seus produtos e serviços.

Figura 8. Seleção de tipo de conta.



Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Selecionada a opção “Pessoa Física” na seleção de contas, o usuário será encaminhado para a interface de cadastro de pessoa física, assim como descrito na Figura 9.

Na interface de cadastro de pessoa física, o usuário deverá, obrigatoriamente, inserir um usuário, senha, nome e e-mail em sua conta, e informar dados pessoais, como idade, sexo, en-

dereço e foto de perfil. Esses dados serão utilizados para que se possa gerar o perfil do usuário no sistema, e, por meio da análise deles, serão oferecidos resultados de buscas personalizados que melhor se encaixarão nos parâmetros do usuário.

Figura 9. Cadastro de pessoa física.



Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Após o usuário salvar as informações presentes na interface de cadastro de pessoa física, ele será encaminhado para a interface de cadastro de preferências, assim como descrito na Figura 10. Na interface de cadastro de preferências, o usuário será instruído a selecionar, ao menos, três dos produtos e serviços apresentados.

As informações das preferências selecionadas pelo usuário serão salvas no perfil do usuário e serão analisadas pelo sistema, para fornecer resultados de busca personalizados para o cliente.

Figura 10. Cadastro de preferências.



Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Se, na página de seleção de tipo de conta, o usuário selecionar “Pessoa Jurídica”, ele será encaminhado para a interface de cadastro de pessoa jurídica, assim como descrito na Figura 11.

Durante o processo de cadastro de pessoa jurídica, o usuário deverá, obrigatoriamente, inserir um usuário, senha, nome, e-mail, telefone, CNPJ e endereço na aplicação.

O usuário tem a opção de selecionar as especialidades de negócio e fornecer uma breve descrição da empresa que será apresentada na aplicação. Esses dados serão utilizados para definir os públicos-alvo da empresa, de forma que o software dará preferência a serem exibidas empresas que tiverem as especialidades compatíveis com as preferências dos clientes.

Figura 11. Cadastro de pessoa jurídica.

15:45

SANDRA_MOD

?123Senha

Nome*
Sandra Modas

E-Mail* sandra_modas@... **Telefone*** (47) 98488-5659

CNPJ* 68.821.663/0001-00 **Especialidade**

CEP* 89010-200 **Cidade*** Blumenau

Nr* 745 **Estado*** Santa Catarina

Rua* Rua Sete de Setembro

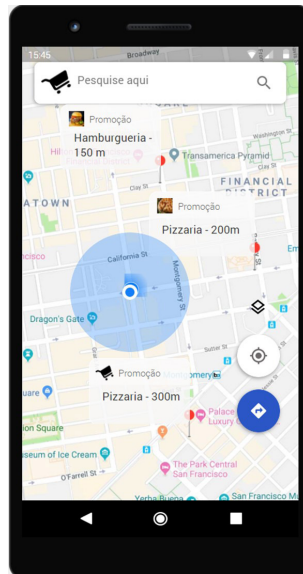
Descrição
Encontre seu estilo em nossa curadoria de moda c

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Assim como descrito na Figura 12, na página principal da aplicação, o usuário terá a possibilidade de buscar as promoções desejadas e obter o caminho até os estabelecimentos que oferecem os produtos.

O usuário também poderá visualizar promoções de estabelecimentos em uma distância pré-definida por ele, além desta distância apenas lhe serão exibidos estabelecimentos caso os produtos ou o estabelecimento se encontre na lista de preferências do usuário, sendo que maior a classificação na lista de preferência, maior será a distância de onde as promoções serão exibidas.

Figura 12. Busca de promoções.



Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

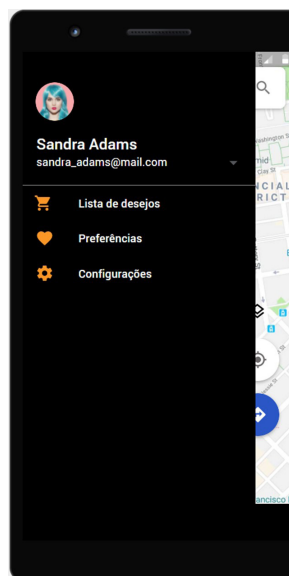
Caso o usuário seja uma pessoa física e clique no ícone da aplicação no canto esquerdo da busca, o menu principal da aplicação exibirá a ele as opções de seleção configuração, preferências e lista de desejos que apresentaram os seguintes resultados:

Selecionando “Configuração”, a interface de configuração será exibida, mostrando a tela de cadastro de pessoa física para que o usuário possa editar os seus dados.

Ao selecionar “Preferências”, o usuário será direcionado a interface de cadastro de preferência para que ele possa editar as preferidas, inicialmente, definidas.

Por fim, selecionando “Lista de desejos”, o usuário será direcionado a interface de produto.

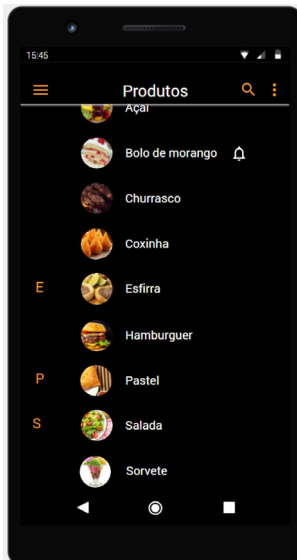
Figura 13. Menu de pessoa física.



Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Na interface de produto, o usuário poderá visualizar todos os produtos registrados no sistema e poderá fazer a busca dos produtos desejados por meio da barra de rolagem ou por meio da busca de produtos ao selecionar a lupa presente na parte superior da interface.

Figura 14. Lista de desejos.

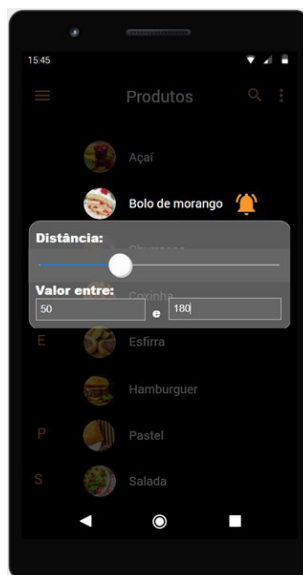


Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Caso o usuário selecione um produto exibido na interface de produtos, será exibido um sino branco no lado direito do nome do produto, ao selecionar o sino o usuário poderá definir um alerta para o produto.

Assim como, exibido na Figura 15, ainda na interface de produtos, será aberta uma janela onde poderão ser definidos os parâmetros para ativação do alerta. Deverão ser informados o preço máximo a ser considerado para o produto, o preço mínimo a ser considerado a distância máxima que o produto deve se encontrar do usuário.

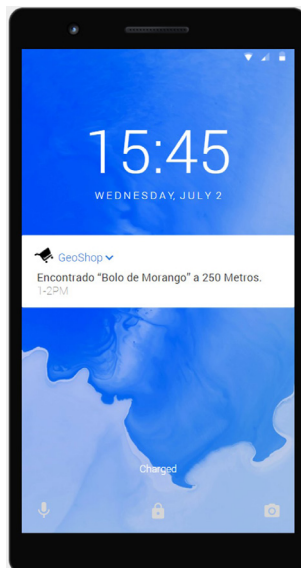
Figura 15. Alerta de produtos.



Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Quando os parâmetros definidos forem cumpridos um alerta será apresentado no celular informado que o produto foi encontrado e a qual distância o produto se encontra, se o usuário selecionar o alerta a aplicação será aberta e o caminho para o produto será exibido.

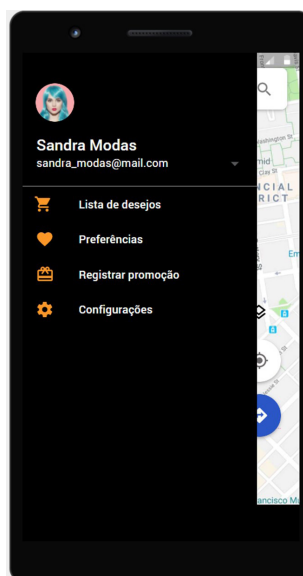
Figura 16. Alerta de disponibilidade.



Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Novamente no menu principal, caso o usuário que abrir o menu for uma pessoa jurídica, assim como na pessoa física serão apresentadas as opções de seleção configuração, preferências e lista de desejos. No entanto, devido a se tratar de uma pessoa jurídica, será adicionado mais um campo ao menu, este é o campo de cadastro de promoção.

Figura 17. Menu de pessoa jurídica.



Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Por meio do cadastro de promoção, o usuário gerenciará as promoções ativas em sua empresa. Como pode ser visto na Figura 18, no cadastro de promoção, o usuário poderá atribuir a cada promoção um nome individual, uma duração contendo data de início e data de término da promoção, adicionar ou remover os produtos a serem anunciados na promoção ou definir o preço que os produtos apresentados na tabela de produtos.

Figura 18. Cadastro de promoção.



Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Ainda se o produto a ser anunciado não se encontrar registrado no aplicativo, na interface de cadastro de promoção o usuário poderá clicar no botão “Adicionar produto”, o que fará que seja aberta a interface de cadastro de produto.

Na interface de cadastro de produto, deverão ser definidos nome, descrição e preço para o produto, podendo também, se necessário, inserir uma data de fabricação e validade, bem como uma imagem para exibição.

Após o término do cadastro de produto, será exibida novamente a interface de cadastro de promoção com os dados anteriormente inseridos, possibilitando, assim, que possa ser dada a continuidade ao processo.

Figura 19. Cadastro de produto.



Cadastro De Produto

Nome
Camisa preta

Data de produção
11-02-2021

Data de validade
00-00-0000

ID
552

Preço
R\$ 30,50

Descrição
Camisa preta feminina - Tamanho M

Salvar

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Considerações finais

Este trabalho de pesquisa teve o objetivo inicial de aprofundamento no estudo sobre geomarketing e apresentar essa poderosa ferramenta de inteligência geográfica e estratégia mercadológica, bem como aplicar seus princípios em uma aplicação modelada para o sistema Android.

Com o estudo da abordagem geomarketing, foi possível identificar uma grande evolução desde o seu surgimento até os dias de hoje, em que diversos aspectos tecnológicos para as organizações pudessem não só usar o geomarketing apenas como uma mera ferramenta de localização, mas de fazer o uso de maneira estratégica, por meio de práticas de gerenciamento, previsão, vendas, qualidade e tantas outras áreas.

Empresas têm utilizado o geomarketing para entender melhor o sistema de pontos de vendas e coordenar a entrega das diferentes linhas de produtos utilizando sistemas próprios como OnMaps. A ideia é entender as preferências de cada mercado sobre preços e vendas, reorganizando a distribuição das linhas de produtos pelos pontos de venda.

Dessa maneira, verificamos o quão importante o uso desta tecnologia é dentro das organizações, sendo uma questão de tempo para que as empresas que não fazem uso do geomarketing busquem a sua implementação na estrutura organizacional.

Além disso, foi modelada uma aplicação Android focada em fornecer aos usuários opções de busca personalizadas de promoções, produtos ou estabelecimentos. Esta aplicação também coleta os dados de busca e preferências do usuário que serão utilizados pelo sistema para definir relatórios, que poderão ser usados de maneira estratégica pelas empresas, como o fato de utilizar os dados de venda para direcionar promoções a nichos específicos de clientela ou medir o impacto e alcance de promoções em públicos específicos.

Durante o desenvolvimento do trabalho, não foram encontradas grandes limitações tanto no processo de pesquisa quanto no desenvolvimento do software, porém, durante o processo de desenvolvimento houve problemas na aplicação da API de localização do Google Maps juntamente do sistema de alertas a ser exibido sobre a tela, com os detalhes dos estabelecimentos e das promoções.

Em casos futuros, recomenda-se que seja verificada a documentação da API disponibilizada on-line pelo Google ou seja analisada a possibilidade de substituição pelas ferramentas de localização HERE ou Bing Maps, que são ferramentas que apresentam qualidade e funcionalidades similares. Já em relação ao processo de pesquisa, recomenda-se que esta não seja apenas restrita a materiais sobre Geomarketing, pois devido ao fato deste ter grande importância no cenário atual, grande parte do material publicado sobre marketing, atualmente, também aborda assuntos relacionados ao Geomarketing.

Por fim, com base nos objetivos inicialmente propostos, pode ser dito que estes foram atendidos, sendo que tanto foi realizado o estudo sobre geomarketing e foi realizada a apresentação e descrição da metodologia, bem como foi realizada a modelagem da aplicação Android desenvolvida em Java como requisitado.

Referências

ANDRADE, C. F. de. **Marketing: O que é? Quem faz? Quais as Tendências?** Curitiba: Intersaberes, 2012.

ARAGÃO, P. S. S. **Geomarketing: Modelos e Sistemas, com Aplicações em Telefonia.** 2005. 94f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ciências da Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

CASAROTTO, C. (Brasil). Redatora. **Aprenda como fazer estratégias certas com o Geomarketing!** 2016. Disponível em: <https://rockcontent.com/blog/geomarketing/>. Acesso em: 12 maio 2022.

DATA2MKT. **Geomarketing.** 2017. Disponível em: <https://www.geomarketing.com.br/geomarketing>. Acesso em: 12 maio 2022.

DIGITAL LAND (Brasil). **Você sabe o que é Geomarketing?** Descubra aqui e veja como aplicar! 2017. Disponível em: <https://digitalland.com.br/blog/geomarketing-descubra-o-que-e-veja-como-aplicar>. Acesso em: 12 maio 2022.

GARCIA, J. L. **Sistemas de Informações de Marketing.** São Paulo: Pearson, 2016.

GREGORI, R. **O Geomarketing e o GeoAnalítico.** 2004. Disponível em: <https://mundogeo.com/blog/2004/08/23/o-geomarketing-e-o-geoanalitico/>. Acesso em: 12 maio 2022.

PEQUENAS EMPRESAS GRANDES NEGÓCIOS. **Um guia para entrar na era da mobilidade.** 2011. Disponível em: <http://revistapegn.globo.com/Revista/Common/0,ERT231202-17171,00.html>. Acesso em: 12 maio 2022.

REICHEL, V. P. **Fundamentos de Marketing.** Curitiba: Intersaberes, 2013.

ROMANCINI, P. **A história do geomarketing no Brasil.** 2012. Disponível em: <https://www.implantandomarketing.com/a-historia-do-geomarketing-no-brasil/>. Acesso em: 12 maio 2022.

INSERÇÃO DA GAMIFICAÇÃO COMO FERRAMENTA PARA ESTIMULAR O APRENDIZADO DOS NOSSOS ALUNOS

Inserting gamification as a tool to stimulate the learning of our students

Julio Cesar Zambon¹
Cláudia Neli de Souza Zambon²

Resumo: O grande desafio dos nossos professores: manter a atenção dos alunos durante o conteúdo que está sendo abordado. Os maiores concorrentes: os aparelhos celulares, os quais desviam essa atenção deles. Uma proposta, para competir com essa tecnologia, é a utilização dela a nosso favor. Um forte aliado, sendo que alguns professores já estão o trazendo para as salas de aula, é a utilização da gamificação. Ela utiliza elementos encontrados nos jogos para atrair a atenção e a participação dos alunos. Não se trata de um jogo, ou de uma brincadeira, mas dosa os elementos corretos, com uma grande chance de ter alunos por perto, trabalhando em equipe. Por meio do embasamento, na teoria, buscou-se mostrar, na prática, que a utilização da tecnologia da gamificação atrai os discentes, além de fazer com que eles estudem sem perceber que estão fazendo isso de forma obrigada, mas por prazer e diversão. A aplicação da pesquisa ocorreu dentro do período de estágio de um curso de licenciatura, em um colégio estadual de Blumenau.

Palavras-chave: Gamificação. Tecnologias. QR Code.

Abstract: The great challenge for our teachers: to keep students' attention on the content being addressed. The biggest competitors: cell phones that divert students' attention. One proposal to compete with this technology is to use this technology in our favor. A strong ally that can and some teachers are already bringing to the classroom is the use of gamification. She uses elements found in games to attract students' attention and participation. It is not a game or a joke, by dosing the correct elements there is a great chance of having your students by your side working as a team. Based on theory, we tried to show in practice that the use of technology and gamification is possible to attract students' attention and make them study without realizing that they are doing it in a forced way, but for pleasure and fun. The application of the research took place within the internship period of the undergraduate course and was applied in a state college in Blumenau.

Keywords: Gamification. Technologies. QR Code.

Introdução

Gamificar não significa utilizar jogos digitais em sala de aula. Gamificação é a inserção de elementos de jogos em uma unidade de instrução, ou seja, utilizam-se elementos de jogos, como pontuação, regras e objetivos (DETERDING; KHALED; NACKE, 2011).

Vivemos cercados por uma geração considerada “nativos digitais” (PRENSKY, 2000), pois os sujeitos já nasceram rodeados pela tecnologia. Assim, para podermos conviver com eles, precisamos estar preparados para suprir necessidades e expectativas. Conseguimos fazer isso ao inserir, nas nossas aulas, algum tipo de atividade que envolva o uso de computadores ou celulares, por exemplo. Utilizar atividades que os conectem em redes sociais, também, pode ser uma excelente alternativa para trabalhar com essa geração.

A área de concentração trabalhada foi o ensino-aprendizagem com a informática. Como objetivo deste trabalho, o foco foi mostrar que a utilização de tecnologias, em sala de aula, pode aumentar a participação e o envolvimento dos alunos com o conteúdo, além de promover o aprendizado deles.

¹ Graduando em Ciências Contábeis (UNIASSELVI) – Bacharel em Administração (UNIASSELVI) – Especialista em Governança de TI e Liderança e Gestão de Equipes (UNIASSELVI) – julio.zambon@hotmail.com

² Licenciada em Informática – Aluna da Pós-Graduação em Gestão de Projetos e Graduação em Pedagogia – Docente no Centro Universitário Leonardo da Vinci (UNIASSELVI) – Indaial – SC – claudia.zambon@uniassevi.com.br

O estágio foi realizado em uma escola localizada no bairro Garcia, em Blumenau-SC. Para o estágio no Ensino Fundamental, foi selecionada a turma de 9º ano, na disciplina de Matemática. Já para o Ensino Médio, a turma de 2º ano, na disciplina de Geografia. A execução do estágio aconteceu entre os dias 13/04/2018 a 11/05/2018, conforme a disponibilidade dos professores das disciplinas.

Apresenta-se a introdução deste artigo, com o tema e a importância dele. Logo após, a fundamentação teórica e a área de concentração na qual foi realizada a pesquisa. Dando continuidade, a descrição da experiência vivida em sala de aula, por meio dos períodos de observação e regência nos Ensinos Fundamental e Médio. Por fim, as considerações finais, relacionadas à pesquisa e ao período de estágio.

Referencial teórico

Hoje em dia, a tecnologia está presente em todos os lugares, tornando-se parte das vidas das pessoas. É quase impossível não perceber a presença de algum dispositivo eletrônico como item das mochilas dos alunos, isto é, quase sempre, há algum aluno que porta um aparelho celular. Pensando em usar a tecnologia como apoio ao ensino e ao aprendizado, a área de concentração elegida para este projeto foi o ensino-aprendizagem, com a informática, assim, por meio da interdisciplinaridade, utilizaram-se recursos de informática para auxiliar no aprendizado de outras disciplinas.

O objetivo do estágio foi mostrar que a utilização de tecnologias, em sala de aula, pode aumentar o interesse dos alunos pelo conteúdo, além de auxiliar no processo de aprendizagem.

A aplicação desta metodologia se mostra relevante, uma vez que o aprendizado do aluno é influenciado por fatores, como o conteúdo a ser ensinado, a metodologia escolhida para abordar esse assunto, o tipo de ambiente no qual é aplicada a aula e os objetivos de aprendizagem a serem alcançados (MAZZIONI, 2013). Com isso, percebe-se que os professores que, ainda, fazem-se resistentes à inserção das tecnologias nas próprias aulas estão sendo considerados ultrapassados e com práticas pedagógicas obsoletas (MOVPLAN, 2020). Por outro lado, os docentes que se aproveitam da tecnologia para inovar nas aulas percebem que os alunos começam a se interessar mais pela disciplina, assim, as aulas ficam mais atraentes e, os alunos, mais participativos.

O mundo está em constante mudança, assim como as tecnologias estão em um contínuo avanço. A cada dia, novas tecnologias surgem, cada vez mais inovadoras. Com isso, as novas gerações se mostram super conectadas e atualizadas frente a essas novidades.

Não se pode escapar da realidade, então, por que não utilizar essas tecnologias a favor da educação? A utilização de computadores, além de outros tipos de equipamentos eletrônicos, pode auxiliar para os aumentos de interesse e participação dos alunos em sala de aula.

O computador e os demais recursos tecnológicos atuais despertam, naturalmente, a curiosidade das crianças, e possibilitam novas formas de ler, de escrever, de criar e de interagir, podendo ser utilizados como ferramentas lúdicas, instigantes e atrativas, o que favorece a construção do conhecimento (PEREIRA; MORAIS, 2017).

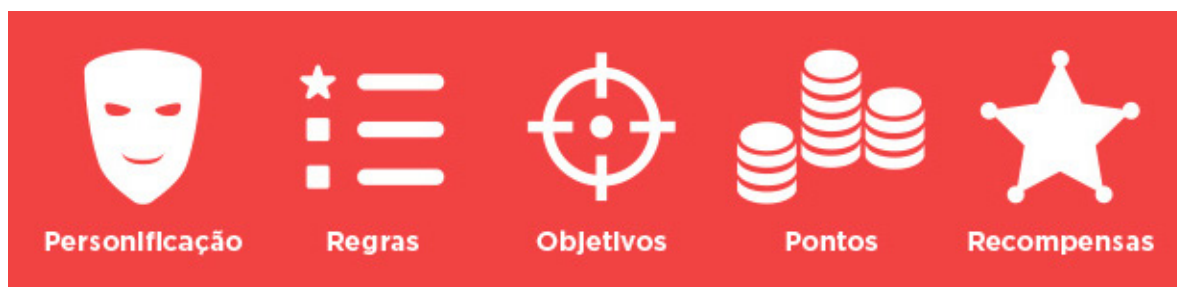
O despertar da curiosidade que Pereira e Morais (2017) se referem não se aplica, somente, a crianças, mas à população, em geral, que, de alguma forma, tem acesso a essas tecnologias. Alguns estudiosos argumentam que o modelo de escola do futuro deve se basear, predominantemente, em inovação e criatividade interativas, com novas tecnologias e formas de atuação em sala de aula (CRAFT, 2005; NATRIELLO, 2007; TUOMI, 2007).

Percebe-se que a utilização de métodos tecnológicos está ganhando espaço nas salas de aula, como desde a utilização dos retroprojetores, que foram substituídos pelos projetores e, depois, pelos quadros digitais. Com o advento da internet, começaram a aparecer as salas

informatizadas nas escolas, porém, mesmo para as instituições que não as possuem, por algum motivo político ou financeiro, um laboratório de informática, com as inovações tecnológicas de hoje, está mais propenso ao acesso a essas tecnologias.

Com a utilização de equipamentos tecnológicos, ou não, pode-se inserir o conceito de gamificação em sala da aula. A gamificação se trata de utilizar “mecânicas e dinâmicas de jogos para engajar pessoas, resolver problemas e melhorar o aprendizado, motivando ações e comportamentos em ambientes fora do contexto de jogos” (ESPÍNDOLA, 2016, s. p.), isto é, utilizam-se elementos contidos nos jogos (Figura 1) em atividades de aprendizado (DETERDING; KHALED; NACKE, 2011), com o objetivo de tornar essas atividades mais atrativas aos alunos, com uma nova proposta de aprendizado.

Figura 1. Elementos de Jogos Usados na Gamificação.



Fonte: <<https://gamificationp4ed.wordpress.com/2017/03/16/tutorial-da-gamificacao/>>. Acesso em: 24 abr. 2021.

A utilização de regras deve ser rígida, para que não se percam no conceito de gamificar. Os objetivos necessitam ser bem claros e definidos, e apresentados antes do início das atividades. O sistema de pontuação, também, precisa ser apresentado antes desses exercícios. As recompensas devem estar de acordo com o que se deseja alcançar dos alunos. Ainda, definidas com antecedência, com um valor que não beneficie e nem prejudique os alunos, ou a equipe.

A gamificação é um conceito que vem se destacando dentro das salas de aula. Cada vez mais, percebe-se a utilização dela nas atividades escolares. A utilização desses recursos se faz necessária por se estar trabalhando com uma geração de nativos digitais (PRENSKY, 2001). A tecnologia já faz parte do cotidiano dos sujeitos, porém, ainda, precisam ser guiados para aprender a como usar todo esse desenvolvimento tecnológico a favor deles.

De certa forma, ao ser lançado um olhar para os ambientes educacionais de hoje, ou seja, para a sala de aula, pode-se constatar que a gamificação já vem sendo utilizada há muito tempo. Os professores tentam estimular os alunos, como oferecer uma pontuação para aqueles que terminam as atividades de forma mais rápida, e correta, ou que apresentam as atividades de casa resolvidas.

Destacamos que a gamificação não se categoriza como uma brincadeira (relacionada a uma atividade que pode, ou não, conter regras, porém, elas podem ser modificadas durante essa atividade), pois utiliza regras bem definidas para pontuar o proposto, porém, pode-se incluir a ludicidade, pois, dependendo da forma que é implementada a gamificação, pode direcionar o aluno ao aprendizado de uma maneira divertida.

Metodologia

A escola selecionada para efetuar o estágio fica localizada no bairro Garcia, em Blumenau-SC. Como a escola possui desde o ensino básico ao ensino médio, optou-se por realizar todo o estágio no mesmo local. O período de estágio foi entre os dias 13/04/2018 a 11/05/2018,

e o acompanhamento das aulas ocorreram conforme as disponibilidades dos professores das disciplinas escolhidas.

Para o Ensino Fundamental, acompanhei as aulas ministradas por um professor da disciplina de Matemática. Ele é licenciado em Matemática e trabalha como professor há cinco anos nesta escola. Como havia um período de observação, estive presente em turmas de oitavo e nono anos do Ensino Fundamental e primeiro ano do Ensino Médio.

A rotina do professor era, praticamente, a mesma, sempre cordial com os alunos. Saudava os discentes na entrada da sala e, logo após, efetuava a chamada. Em todas as aulas, apresentava o roteiro do dia e iniciava as atividades. Constatou-se que a turma de Ensino Médio apresentou, como maior problema, falta de disciplina. Conversavam muito em aula, relutavam em fazer as atividades em sala e quase não prestavam atenção no professor.

A turma do oitavo ano, apesar de ser a maior turma, com cerca de quarenta alunos em sala, era a mais participativa e acompanhava as aulas.

Fiz a minha regência em uma das turmas de nono ano. Havia uma média de trinta alunos em sala. Participaram, efetivamente, da atividade, 23 alunos presentes no dia. Como o professor estava ensinando raiz quadrada exata, usei esse conteúdo para preparar as minhas aulas e atividades em sala. Como eu estava ali pela primeira vez e de modo provisório (pois era, somente, o período do estágio), foi fácil obter a atenção dos alunos, os quais se demonstraram atentos e participativos.

A estratégia utilizada foi a aula expositiva-dialogada, fazendo com que os alunos participassem, respondendo a alguns questionamentos que eu fazia no momento da explanação do conteúdo. Para isso, usei duas aulas. Após essas aulas, utilizei mais duas, para atividades em sala, com recursos gamificados. Pedi, aos alunos, que se separassem em equipes de cinco integrantes, e que, pelo menos, um aluno da turma, deveria ter um aparelho celular com um aplicativo de leitura de QR Code instalado. A dinâmica era a de que cada aluno, um de cada equipe, deveria se dirigir à mesa do professor e efetuar a leitura de um QR Code. A leitura apresentaria um problema a ser resolvido, relacionado com o conteúdo visto em sala. Ele voltava para a equipe e, em conjunto, deveriam encontrar a resposta. Essa sequência se repetiu até que todos os integrantes tivessem participado. A reação dos alunos foi muito positiva, pois se tratava de um método diferenciado do que eles já tinham praticado em sala de aula. A participação foi 100%. A avaliação final consistia em calcular cinco questões de raiz quadrada exata de números com quatro dígitos ou mais.

No Ensino Médio, acompanhei as aulas de uma professora licenciada em Geografia, que está na escola há quatro anos. Ela também ministra aulas para o Ensino Fundamental no período matutino. Acompanhei duas turmas dela, uma de segundo ano e outra de terceiro, ambas no período noturno. A professora tem uma postura muito ética, e, sempre, atenciosa com as turmas. A rotina também se manteve em saudar toda a turma e fazer a chamada. Passou, na sequência, para a explicação do que fariam naquela aula e para a explanação do conteúdo, ou aplicação das atividades. Na turma em que fiz a regência, os alunos estavam estudando as atividades agrícolas nas regiões do país. Como a professora já estava finalizando esse conteúdo, propus-me a iniciar a próxima unidade do livro, a qual abordava a sustentabilidade. Utilizei duas aulas para explicar o assunto, por meio da aula expositiva-dialogada, sempre aberta a perguntas, à colaboração dos alunos. Diferente das turmas de Ensino Fundamental, aquela, de Ensino Médio noturno, tinha um público com idade entre 17 e 21 anos, assim, eram mais questionadores. Isso deixou a aula mais interessante e produtiva. Como atividade com a turma, utilizei duas aulas para fazer perguntas e respostas, utilizando o QR Code.

Solicitei, em uma aula anterior, que os discentes instalassem um leitor de QR Code nos celulares deles, e a dinâmica se baseou em fazerem a leitura das perguntas pelo aplicativo e utilizarem o livro para responderem a questões. O grupo ficou muito empolgado com a atividade diferenciada que fizeram em sala. Inclusive, a professora pediu se conseguiria ficar com o material que eu havia desenvolvido e utilizado na dinâmica. Como avaliação final, fizeram um resumo do conteúdo da unidade apresentada.

As questões e atividades produzidas, a partir do QR Code, foram elaboradas através do site <https://br.qr-code-generator.com/>, no qual você digita a questão, frase ou o que precisar, e o sistema apresenta o que você digitou em formato de QR Code.

Resultados e discussão

Apesar de já atuar em sala de aula, a experiência de conviver com outros alunos que você nunca viu é muito enriquecedora. Ministrando aulas de Matemática e Geografia também foi um desafio enriquecedor. As posturas dos professores que me receberam na escola e que tiveram a gentileza de me ceder tempo dos planejamentos deles, para eu pudesse colocar em prática o que vimos em sala de aula, foram muito importantes para o meu crescimento profissional.

Tudo o que vimos, no decorrer desses dois semestres, em sala de aula, foi utilizado, de alguma forma, no momento de colocar em prática o exercício de ser professor. Trabalhar em sala de aula, sempre, será um desafio que devemos encarar da melhor maneira possível. Precisamos buscar atualização e aprimorar a nossa forma de lidar com esse público.

Conforme apresentado na fundamentação teórica, a utilização da tecnologia, para se trabalhar com essa nova geração que temos em sala de aula, hoje, faz-se necessária. Precisamos conseguir competir com outros fatores externos para atrair a atenção dos nossos alunos para o conteúdo que está sendo abordado. Por isso, sempre que possível, é preciso mesclar as aulas com atividades que envolvam algum sistema de gamificação. Apresentar exercícios, de forma lúdica, chama a atenção dos alunos, principalmente, daqueles que já trabalham e vêm para a aula cansados, ou que, em algumas escolas, precisam ficar em período integral. Como professores, sempre, é importante trabalhar novas formas de atrair a atenção dos alunos para o aprendizado, além de incentivar a busca pelo conhecimento.

Considerações finais

Esta pesquisa, apesar de ter sido realizada em 2018, durante um estágio do curso de Formação Pedagógica em Informática, segue como um exemplo referencial de que as tecnologias podem e devem ser utilizadas, cada vez mais, em sala de aula. Os alunos desta nova geração não conseguem mais ficar parados e olhando para um quadro, ou apresentação em PowerPoint, sem perder a concentração. Eles precisam de elementos que sejam mais atrativos, que falem a língua deles, a partir dos quais possam interagir e conseguir mais participação em sala de aula.

O repensar nas metodologias utilizadas em sala deve ser um elemento a ser buscado pelos professores. As escolas precisam investir mais na capacitação do próprio corpo docente, como forma de auxiliar a minimizar a evasão escolar e a estimular o comprometimento dos alunos com a educação.

Referências

CRAFT, A. **Creativity in schools: tensions and dilemmas**. Abingdon: Routledge New York, 2005.

DETERDING, S.; KHALED, R.; NACKE, L. E. **Gamification: toward a definition**. Canadá: Vancouver BC, 2011.

ESPÍNDOLA, R. **O que é a gamificação e como ela funciona?** 2016. Disponível em: <https://www.edools.com/o-que-e-gamificacao/>. Acesso em: 24 abr. 2021.

MAZZIONI, S. As estratégias utilizadas no processo de ensino-aprendizagem. **Revista Eletrônica de Administração e Turismo**, v. 2, n. 1, p. 93-109, 2013.

MOVPLAN. **Entenda a importância da tecnologia em sala de aula.** 2020. Disponível em: <https://movplan.com.br/blog/tecnologia-em-sala-de-aula/>. Acesso em: 24 abr. 2021.

NATRIELLO, G. Imagining, seeking, inventing: the future of learning and the emerging discovery networks. **Learning Inquiry**, v. 1, n. 1, p. 7-18, 2007.

PEREIRA, A.; MORAES, A. Práticas integradas de informática educativa na educação infantil do Colégio Pedro II. **Parcerias Digitais-Revista de Informática Educativa**, v. 1, n. 1, p. 1, 2017.

PRENSKY, M. Digital natives, digital immigrants part 1. **On the Horizon**, v. 9, n. 5, p. 1-6, 2001.

TUOMI, I. Learning in the age of networking intelligence. **European Journal of Education**, v. 42, n. 1, p. 235-254, 2007.

AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM GAMIFICADO: uma proposta para incentivar a utilização do AVA da instituição

Virtual gaming learning environment: a proposal to encourage the use of the institution's AVA

Mauro Cristhian Zambon¹
Cláudia Neli de Souza Zambon²

Resumo: Com o crescente número de instituições de ensino superior surgindo e o aumento de ofertas de cursos a distância, motivar os alunos a estudarem sozinhos tem se mostrado um grande desafio. Sabe-se que esta modalidade de ensino foi criada para possibilitar o estudo às pessoas que não possuem um horário fixo livre para se deslocarem a uma universidade para efetuarem seus estudos. Com isso, elas podem utilizar seus horários livres para se dedicarem aos estudos, porém cientes de que necessitarão reservar um tempo para realizarem os estudos e atividades propostas, além de se prepararem para as avaliações. Para atender às exigências do MEC, as instituições e ensino devem disponibilizar os materiais de estudo para seus alunos através de ambientes virtuais de aprendizagem, conhecidos pela denominação AVA. No entanto, nem sempre estes ambientes virtuais são considerados como uma ferramenta atrativa para o aluno, fazendo com que seja uma ferramenta pouco utilizada. Efetuando uma pesquisa sobre trabalhos acadêmicos relacionados com o tema gamificação, verificou-se que nos últimos três anos houve um aumento considerável em estudos realizados nesta área. Nestes estudos foram mostrados que através da gamificação é possível estimular a motivação dos alunos a participarem de atividades educativas. Por meio destes resultados positivos, este trabalho apresenta uma proposta para tornar-se um ambiente virtual de aprendizagem gamificado, sinalizando os pontos onde podem ser implementados elementos de jogos para tornar o AVA um ambiente atrativo e motivador para a aprendizagem dos alunos.

Palavras-chave: Gamificação. Ambiente Virtual de Aprendizagem. AVA.

Abstract: With the growing number of higher education institutions emerging and the increase in distance learning offerings, motivating students to study alone has been a major challenge. It is known that this modality of teaching was created to enable people who do not have a fixed schedule to go to a university to study. With this, they can use their free time to study, but they will need to take the time to study and propose activities and prepare for the evaluations. In order to meet the requirements of the MEC, institutions and education must make available the study materials for their students through virtual learning environments known as AVA. However, these virtual environments are not always considered as an attractive tool for the student, making it a little used tool. In the last three years, there has been a considerable increase in studies carried out in this area. In these studies it has been shown that through gamification it is possible to stimulate students' motivation to participate in educational activities. And through these positive results, this work presents a proposal to make a virtual environment of learning gamificado, signaling the points where can be implemented elements of games to make AVA an attractive and motivating environment for students' learning.

Keywords: Gamification. Virtual learning environment. AVA.

Introdução

Existe um crescente número de Instituições de Ensino Superior (IES) que oferecem cursos de graduação, pós-graduação e extensão na modalidade de ensino a distância (EAD) (TULIO; ROCHA, 2014; MEC, 2017). Esses cursos têm como objetivo atender as pessoas que

¹ Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI – Rodovia BR 470 - Km 71 - nº 1.040 – Bairro Benedito – Caixa Postal 191 – 89130-000 – Indaial/SC Fone (47) 3281-9000 – Fax (47) 3281-9090 – maurocristhiann@outlook.com.

² Licenciada em Informática (UNIASSELVI). Tecnóloga em Análise e Desenvolvimento de Sistemas (FAE Blumenau). Mestre em Computação Aplicada (UNIVALI). Docente no Centro Universitário Leonardo da Vinci (UNIASSELVI), Indaial, SC. claudia.zambon@uniasselvi.com.br.

não possuem um período fixo para se dedicarem aos estudos, ofertando assim a possibilidade de efetuarem a maior parte da carga horária em períodos flexíveis utilizando ambientes virtuais de aprendizagem (AVA).

Entretanto, alguns ambientes virtuais de aprendizagem não se mostram atrativos para os alunos, fazendo com que sua utilização seja pontual, como para verificar o calendário acadêmico ou descarregar um material (download de apostilas) (FALCÃO; LEITE; TENÓRIO, 2014 *apud* OGAWA; KLOCK; GASPARINI, 2017).

O objetivo deste trabalho é apresentar a gamificação como uma forma de motivar os alunos a utilizarem o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) da instituição, mapeando formas de tornar o AVA mais atrativo ao aluno EAD. A metodologia estuda e avalia diversos métodos disponíveis para a realização de uma pesquisa e o método pode ser considerado como o caminho utilizado para alcançar os resultados desta pesquisa (BARROS; LEHFELD, 2007). Com isso, a metodologia utilizada neste trabalho foi a pesquisa bibliográfica, onde sua base de coleta de informações se deu através de pesquisas realizadas em materiais publicados em anais de eventos relevantes a área da educação.

O tema se apresenta relevante pois a aplicação de um sistema gamificado em um ambiente virtual de aprendizagem pode fazer com que este se torne mais atrativo para os alunos, estimulando sua utilização. Trabalhos apresentados no CBIE (Congresso Brasileiro de Informática na Educação) 2016 e 2017 (KLOCK *et al.*, 2014; PEDRO; ISOTANI, 2016; OGAWA; KLOCK; GASPARINI, 2017) reforçam a importância deste tema. Desta forma, serão apresentadas algumas estratégias de gamificação utilizadas para estimular a aprendizagem e como utilizar estas estratégias de gamificação em um ambiente virtual.

Referencial teórico – gamificação

Este termo diz respeito a uma metodologia que utiliza de elementos dos jogos para proporcionar o engajamento das pessoas em determinadas atividades (ALVES, 2015). De certa forma, se forem analisados os ambientes educacionais, ou seja, a sala de aula, a gamificação já vem sendo utilizada a muito tempo. Professores tentam estimular seus alunos oferecendo pontuação para aqueles que terminam as atividades mais rápido e de forma correta ou se apresentam as atividades feitas em casa (resolvidas).

Em uma busca pelo termo “gamification” no Google Acadêmico³, obteve-se o seguinte resultado:

Tabela 1. Trabalhos sobre gamificação entre 1900-2021

Período Inicial	Período Final	Resultado da Busca
1900	2000	183
2001	2010	670
2011	2015	16000
2016	2021	35700

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

A Tabela 1 mostra o aumento dos estudos relacionados ao tema gamificação, onde percebe-se que entre 2011-2021 ocorreu um aumento de mais de 100% nas produções relacionadas ao tema. Isso reforça o interesse da comunidade acadêmica com relação ao assunto da gamificação e sua utilização no ensino-aprendizagem.

³ Disponível em: <https://scholar.google.com.br/>.

Dentro do contexto da gamificação, existem alguns conceitos que devem ser esclarecidos para o leitor:

- Jogos ou games: caracteriza-se pela utilização de regras explícitas e claras para sua execução.
- Brincadeira: caracteriza-se por uma atividade que pode ou não conter regras, porém elas podem ser modificadas durante a atividade.
- Lúdico: é uma atividade divertida e prazerosa para o participante.

Portanto, pode-se verificar que gamificação não é um jogo, porém utiliza elementos que estão contidos nos jogos. Ela também não se categoriza como uma brincadeira, pois utiliza-se de regras bem definidas para pontuar as atividades. Quanto à ludicidade, dependendo da forma que for implementada a gamificação, ela pode direcionar o aluno ao aprendizado de uma maneira divertida.

Outro fator de interesse na gamificação é a motivação. Um jogo ou ambiente gamificado deve possuir um fator motivacional para sua utilização. Caso contrário, não despertará o interesse no indivíduo. Uma atividade para ser atrativa tem que promover a satisfação e o prazer no jogador⁴. Segundo Alves (2015), temos dois tipos de motivação:

- Motivação intrínseca: quando parte da pessoa a vontade e o interesse de realizar uma atividade ou tarefa sem se preocupar em ser recompensado.
- Motivação extrínseca: ocorre por estímulos relacionados a uma bonificação ou punição ao realizar uma tarefa ou atividade.

As Instituições de Ensino Superior (IES) devem ser atentar em desenvolver ambientes que promovam a motivação dos alunos evitando assim a evasão e a falta de compromisso deles, para que isto não venha a se refletir na qualidade dos profissionais que adentrarão no mercado de trabalho. (DE SOUZA GIL *et al.*, 2017).

Elementos dos jogos

Como já mencionado, a gamificação faz uso de elementos encontrados nos jogos para desenvolver suas dinâmicas. Com isso, é possível criar ambientes ou atividades que promovam um clima de competição, seja ela individual ou coletiva, podendo transformar uma atividade simples do cotidiano em algo interessante, divertido e motivador. Alguns elementos que podem ser inseridos nos jogos são símbolos que representam metas, troféus e medalhas (que se referem às premiações), moedas (relacionadas a bônus ou pontos ganhos durante uma atividade ou jogo), entre outros.

Alves (2015) descreve alguns dos principais elementos utilizados no desenvolvimento de jogos e que podem ser utilizados na criação de um ambiente gamificado:

- Desafios: são os objetivos propostos para o jogador alcançar durante o jogo.
- Regras: estabelecer as regras para que o jogador saiba exatamente o que pode ou deve ser feito.
- Feedback: mostra ao jogador sua evolução durante o jogo.
- Recompensas: para cada conquista ou desafio finalizado recompensar o jogador com algum tipo de recompensa.
- Pontos: contagem acumulativa de pontos durante um período da partida ou do jogo.
- Gráfico: mostrador da evolução do jogador durante o período do jogo.

⁴Neste artigo, entende-se por jogador qualquer pessoa que esteja utilizando o ambiente gamificado.

Gomes e Tedesco (2017) reforçam a ideia e implementar os elementos de jogos em ambiente de aprendizagem para ajudar a promover o aprendizado:

Os elementos de design de jogos possuem características que possibilitam estruturar ambientes de aprendizagem mais prazerosos cuja pedagogia fomenta uma mentalidade incremental que: encoraja a prática, valoriza o esforço e incorpora o erro como parte do processo de aprendizado. Contudo, um dos principais desafios da gamificação na educação é usar adequadamente os estilos, dinâmicas e o teor lúdico dos jogos para engajar efetivamente os sujeitos em situações de aprendizagem (GOMES; TEDESCO, 2017, s. p.).

Para um ambiente gamificado é essencial que o aluno saiba o que se espera que ele possa fazer e como ele pode fazer. Por isso, a necessidade de deixar as regras bem estabelecidas e de fácil acesso ao aluno para eventuais consultas. O feedback é outro fator primordial na gamificação, pois é ele que diz ao aluno o seu resultado nas atividades. Se acertou ou errou, se conseguiu pontuar ou não.

Metodologia

Para um aluno do ensino a distância, que tem que efetuar praticamente quase todo o seu estudo através de leituras e videoaulas, a utilização de uma ferramenta onde ele possa ter uma interação mais ativa, poderia incentivar sua utilização mais recorrente.

Saber que agora ao acessar seu ambiente virtual de aprendizagem, ao invés de encontrar uma página web praticamente estática, onde ele tem que localizar os materiais, efetuar as leituras e assistir vídeos, ele poderá acessar uma página mais dinâmica, pois apresentará informações de seus acessos e suas realizações das atividades, poderá tornar essa experiência mais prazerosa e motivadora ao aluno.

A IES pode também fazer uso dos dados relacionados ao uso dos alunos, levantando dados estatísticos relacionados aos itens mais acessados, percentual de adesão ou rejeição a um conteúdo, facilitando a verificação de problemas e melhorias que podem ser feitas no AVA acadêmico.

Visando aumentar a utilização do AVA pelos acadêmicos, sugere-se algumas implementações no ambiente virtual:

- Criar um sistema de pontuação para as atividades inseridas no AVA, onde ao final do semestre o aluno poderá trocar por pequenos brindes, como canetas, chaveiros ou bótons.
- Ter um espaço na tela onde o aluno poderia ver quanto tempo esteve logado no sistema, ou quantas vezes acessou naquela semana ou mês, quantas atividades desenvolveu, sua pontuação e sua classificação com relação à turma.
- Ao final de cada vídeo da unidade, apresentar uma atividade com quatro perguntas objetivas relacionadas ao conteúdo apresentado, mostrando ao final da atividade a pontuação do aluno.
- Estimular a participação nos fóruns da unidade estudada pontuando sua colaboração, podendo ser utilizada como um valor hora para validar como Atividade Complementar.
- Inserir artigos ou outros materiais para cada disciplina, estimulando a leitura e pontuação se o aluno responder duas perguntas relacionadas ao texto.
- Criar um fórum na disciplina para troca de experiências entre os alunos, pontuando sua participação.

Algumas das atividades que em geral estão presentes no AVA são: vídeos das disciplinas, apostilas, artigos, calendário acadêmico, chats, informações de contato com as tutorias, entre outras.

Uma outra atividade que se percebe pouca participação dos alunos é o evento JOIA. Poderia também ser criado um sistema de gamificação para este evento, estimulando a participação dos alunos, não somente nas palestras, mas também para submeterem artigos e trabalhos técnicos. Um evento promovido pela Univali, chamado Computer on the Beach⁵ é um exemplo a ser seguido como modelo de gamificação. Neste evento, os participantes recebem adesivos coloridos a cada participação nas atividades envolvidas no congresso. Conforme as regras de gamificação que eles recebem ao se credenciarem no evento, vão trocando suas pontuações por brindes.

Resultados e discussão

Este trabalho procurou mostrar a importância de transformar um ambiente virtual de aprendizagem em uma ferramenta mais motivadora e interessante aos alunos da educação a distância. Tendo em vista que cabe aos alunos do ensino EAD o esforço e dedicação em seu aprendizado, pode-se dizer que por outro lado é dever da IES oferecer os recursos necessários para que o aluno possa adquirir este conhecimento e obter o aprendizado através de materiais atualizados e um ambiente virtual de qualidade e que forneça a motivação para seu uso.

A gamificação não é um conceito novo, muitos professores já utilizam de estratégias gamificadas para estimularem seus alunos, porém nos últimos anos foi realmente formalizada sua conceituação na literatura. Pode-se dizer que a gamificação tem se mostrado como um modelo de transformação nas salas de aula.

Gamificar não significa ter que utilizar a tecnologia para aplicar esta estratégia. Pode-se gamificar através de atividades feitas com papel e caneta. No entanto, no contexto do ensino superior a distância, o que se tem observado é que os alunos estão buscando pouco auxílio da sua ferramenta de estudo, o AVA.

Através das pesquisas efetuadas, pode-se concluir que atualizar o ambiente virtual de aprendizagem, transformando-o em um instrumento de ensino com elementos de jogos, tem a capacidade de atrair a atenção dos alunos, incentivando-os a utilizarem ainda mais esta ferramenta de ensino.

Referências

ALVES, F. **Gamification**: como criar experiências de aprendizagem engajadoras. 2. ed. São Paulo: DVS Editora, 2015.

BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos da metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Pearson, 2007.

CLARITY SOLUTIONS. **Seis Perguntas Chave sobre Gamificação para Karl Kapp**. 2017. Disponível em: <https://claritybr.wordpress.com/tag/gamification/>. Acesso em: 12 maio 2022.

DE SOUZA GIL, E. *et al.* Estratégias de ensino e motivação de estudantes no ensino superior. **Vita et Sanitas**, v. 6, n. 1, p. 57-81, 2017. Disponível em: <http://fug.edu.br/revistas/index.php/VitaetSanitas/article/view/51>. Acesso em: 12 maio 2022.

⁵ Disponível em: <http://computeronthebeach.com.br/>.

GOMES, T.; TEDESCO, P. Gamificando a sala de aula: desafios e possibilidades em uma disciplina experimental de Pensamento Computacional no ensino fundamental. *In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA. Anais [...]* 2017. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/download/16235/16076/>. Acesso em: 12 maio 2022.

KLOCK, A. C. T. *et al.* Análise das técnicas de Gamificação em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. **RENOTE**, v. 12, n. 2, 2014. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/53496>. Acesso em: 12 maio 2022.

MEC Ministério da Educação. **MEC atualiza regulamentação de EAD e amplia a oferta de cursos**. 2017. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/busca-geral/212-noticias/educacao-superior-1690610854/50451-mec-atualiza-regulamentacao-de-ead-e-amplia-a-oferta-de-cursos>. Acesso em: 12 maio 2022.

OGAWA, A. N.; KLOCK, A. C. T.; GASPARINI, I. Integrando Técnicas de Learning Analytics no processo de Gamificação em um Ambiente Virtual de Aprendizagem. *In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). Anais [...]* 2017. Disponível em: <http://ojs.sector3.com.br/index.php/sbie/article/view/7590>. Acesso em: 12 maio 2022.

PEDRO, L.; ISOTANI, S. Explorando o Impacto da Gamificação na Redução do Gaming the System em um Ambiente Virtual de Aprendizagem. *In: WORKSHOPS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO. Anais [...]* 2016. Disponível em: <http://ojs.sector3.com.br/index.php/wcbie/article/view/6912>. Acesso em: 12 maio 2022.

TULIO, L. S.; ROCHA, E. M. **Elementos de Gamificação aplicados à Educação em Ambientes Virtuais de Aprendizagem**. 2014. Disponível em: <http://eventos.ufgd.edu.br/enepex/anais/arquivos/330.pdf>. Acesso em: 12 maio 2022.

ARQUITETURA MODULAR: tendência para o futuro da computação em exa escala

Modular architecture: trend for the future of exa-scale computing

Paulo Henrique Lopes Dutra¹
Pedro Sidnei Zanchett²

Resumo: O advento da internet, a popularização dos computadores pessoais e a ascensão de plataformas mobile geraram um fluxo de dados jamais imaginados em escalas de *Exabytes* de magnitude, culminando no chamado *Big Data*. Porém, a capacidade de processamento para interpretar essas informações não cresceu com o mesmo ritmo, estagnando, principalmente, com o fim da escala de Dennard, em meados de 2005, e o fim próximo da lei de Moore, dentro de alguns anos. Essa barreira estimulou diversas empresas a se unirem para formar o Projeto Exa Escalar, de forma colaborativa, para mudar o paradigma de computação presente há mais de 50 anos, e um dos primeiros frutos dessa empreitada para o consumidor final em mais de 10 anos de pesquisa pode dar uma pista sobre o novo paradigma de sistema de computadores: o Modelo de Arquitetura Modular.

Palavras-chave: Paralelismo. Modular. Heterogêneo. Open-source. Internet das Coisas. RISC-V. Data Locality. Exa Escala.

Abstract: The advent of the Internet, the popularization of personal computers and the rise of mobile platforms generated a flow of data never imagined in scales of Exabytes of magnitude, culminating in the so-called Big Data. However, the processing power to interpret this information has not grown at the same pace, stagnating mainly with the end of the Dennard scale in mid-2005 and the near end of Moore's law within a few years. This barrier encouraged several companies to join together to form the Exa Escalar Project in a collaborative way to change the computing paradigm present for more than 50 years, and one of the first fruits of this endeavor for the end consumer in more than 10 years of research may give a clue about the new computer system paradigm: the Modular Architecture Model.

Keywords: Parallelism. Modular. Heterogeneous. Open-source. Internet of Things. RISC-V. Data Location. Exa Scale.

Introdução

As capacidades computacionais de processadores atuais superam, em milhares de vezes, sistemas de 30 e 40 anos atrás. O mesmo pode ser dito de seu consumo: “como a ascensão de sistemas embarcados, *mobile*, conteúdo multimídia e a aderência global ao acesso à Internet, tendenciando ao acréscimo constante em processamento em Tera Escala, e, conseguinte, Peta Escala” (KOGGE *et al.*, 2008, p. 17-18).

Até então, o aumento do poder de processamento era consideravelmente linear, porém, qualquer melhoria nas mais recentes tentativas gerou um aumento exponencial no custo de produção e no consumo energético, dando margem a um incremento computacional de resultado menosprezível (SHALF, 2016).

Como resultado, diversas empresas se reuniram, de forma colaborativa, para formar a iniciativa de projeto Exa Escalar, com o intuito de mudar os paradigmas de construção de supercomputadores e averiguar estudos que alcancem até 1000 vezes as capacidades de HPC³'s

¹ Graduado em Sistemas de Informação no Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI – Indaial, SC – paulohldutra@gmail.com.

² Orientador em Sistemas de Informação no Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI – Indaial, SC – pedro.zanchett@uniasselvi.com.br.

³ *High Performance Computing*: Do Inglês, computador de alto desempenho, servidores com alto poder computacional, para áreas científicas e afins.

atuais, mantendo um consumo energético de 20 MW (KOGGE *et al.*, 2008; HARROD, 2012). Como é de praxe que as tecnologias de servidores venham gradualmente para o consumidor final, os frutos desse estudo, conduzidos a mais de 10 anos, finalmente, podem ser vislumbrados.

Citado por Cutress (2019), em acesso exclusivo a um evento em Londres, pela Intel, fora exibido um projeto de produto chamado apenas de *The Element*, com o intuito de tornar o computador pessoal numa solução mais modular. Não é a primeira vez que um conceito modular é apresentado ao público, porém nunca lançados (Projeto Christine) (RIGUES, 2014), muito menos é a primeira tentativa da própria Intel, utilizando soluções proprietárias para o mundo corporativo (*Compute Card*) (INTEL, 2018).

Entre conceitos abandonados e produtos sem impacto no mercado, esse conceito modular, alinhado com as novas arquiteturas modernas de outros estudos HPC e tendências no mercado focadas na produção de componentes de baixo custo, pode trazer mudanças na forma como sistemas distribuídos híbridos serão montados por empresas de micro e pequeno e, inclusive, como novos hardware e software e, ainda, serviços serão produzidos a partir dessa nova década.

Este artigo será tratado estudando sobre os investimentos da Intel na solução modular, inclusive, em sua recente apresentação (Seção 4), estudar os objetivos e desafios do projeto Exa Escalar, e como o modelo modular de sistema pode colaborar com seu resultado, incluindo demais tecnologias auxiliares (Seção 5), e exemplificar aplicações práticas em serviços reais, que podem ter como benefício das tecnologias apresentados por meio deste (Seção 6).

Metodologia

A metodologia desta pesquisa do Trabalho de Conclusão de Curso é de uma pesquisa exploratória sobre o desenvolvimento e o avanço tecnológico de novos sistemas computacionais, que culminaram no interesse de arquiteturas modulares e da história de desenvolvimento de sistemas exa escalares por parte do autor deste trabalho. O material de estudo foi uma pesquisa bibliográfica sobre os estudos do Projeto Exa Escalar, além de outros trabalhos de natureza similar.

Partindo dos conceitos apresentados pelos autores estudados, o trabalho tem a premissa de aticar o mesmo interesse pelas áreas de atuação aos demais pesquisadores em sistemas de informação, e obter impulso nas novas tendências tecnológicas à vista. O estudo terá caráter essencialmente qualitativo, com ênfase na observação e estudo documental, junto da argumentação para fomentar novos estudos na área de arquiteturas modulares, redes modulares, sistemas heterogêneos e HPC.

Arquitetura modular de computadores

Os primeiros computadores da década de 40 eram totalmente feitos com componentes discretos, tubos de vácuo manualmente colocados e conectados, soldados e, inclusive, manufaturados. Com a invenção dos primeiros transistores, os custos e tamanhos dos componentes diminuíram, porém, ainda eram dispostos discretamente, até a invenção do primeiro circuito integrado, em 1958 (CORETEKS, 2019a).

Desde então, o emprego da integração dos circuitos para diversos eletrônicos (desde simples *chips* aos processadores inteiros) permitiu o aumento considerável do poder de computação dos equipamentos atuais mantendo custos baixíssimos. Destaque para a Apple, que, segundo Owen (2019), possui um dos processadores mais energeticamente eficientes do mercado, mantendo uma capacidade de processamento inigualável, com sua mais recente adição, o A12 *Bionic*.

Para atingir esse feito, a Apple não só dispôs de um processador mais performático, mas com uma CPU⁴ de 6 núcleos, numa razão de 2/4 para unidades dedicadas para *performance* e eficiência, respectivamente; uma GPU⁵ com 4 núcleos computacionais e 8 núcleos da *Neural Engine*, o acelerador de Inteligência Artificial (IA) proprietário da Apple, junto de outras dezenas de ASIC⁶'s para funções e aplicações especializadas, como reconhecimento facial, câmera, Realidade Aumentada etc. (OWEN, 2019).

É visível que as soluções integradas para sistemas são fundamentais para o crescimento do mercado de aparelhos *mobile*, dispositivos embarcados e sistemas de IoT (*Internet of Things*⁷), dando relevância ao custo/benefício de suas aplicações. No entanto, a Intel veio com uma proposta para mudar esse paradigma de construção de sistemas, no que tange a distribuição e produção de unidades de processamento.

The element

Numa apresentação de vínculo fechado em uma conferência em Londres para Cutress (2019, s. p.), foi apresentado

[...] um novo produto, conhecido simplesmente como “*Element*” – uma CPU/DRAM/Armazenamento em uma placa [...] de PCIe⁸, com *Thunderbolt*, *Ethernet*, Wi-Fi, e USB, desenhado para ser acoplado com múltiplos *slot's* PCIe, e sincronizado com GPUs ou outros aceleradores.⁹

Esse conceito de componentes inteiros discretos com formato modular não é novidade. *Project Christine* é referência quando comparados a diversos projetos similares, para solucionar o problema de como tornar acessível a instalação de novos componentes de forma “tão fácil quanto construir Lego”¹⁰ (DINGMAN, 2014). A própria Intel já tentou ingressar nesse mercado com o *Compute Card*, efetivamente lançado ao mercado corporativo, e descontinuado em 2019 (INTEL, 2018; DEMARTINI, 2019).

Está claro que a nova tentativa de solução modular da Intel está equiparável, em conceito e implementação, com a própria linha NUC (*Next Unit for Computing*) de computadores compactos que a Intel já disponibiliza (INTEL, [2019?]). No entanto, a principal diferença é que essa placa se destaca por possuir um processador da linha Xeon, para servidores da empresa (CUTRESS, 2019).

Existem diversas vantagens na implementação dessa nova arquitetura, tanto para uso corporativo como comercial. No entanto, há ressalvas a serem destacadas que contrastam contra o modelo integrado de eletrônicos que merecem contemplação.

Modularidade vs. Integração

A principal força motriz que expande o alcance dos circuitos integrados, incrementando no seu potencial de processamento e diminuindo seu custo de produção, está ligada à contínua diminuição da litografia dos transistores (o tamanho dos componentes). Com a constante melhoria do processo de construção de condutores, cada vez menor, e métodos para empilhar os

⁴ CPU: Sigla de *Central Process Unit*, é a unidade central de processamento.

⁵ GPU: Sigla de *Graphic Processor Unit*, a unidade de processamento gráfico.

⁶ ASIC: Sigla de *Application Specific Integrated Circuit*, aceleradores para aplicações específicas.

⁷ *Internet of Things*: do Inglês *Internet* das Coisas.

⁸ PCIe: Da sigla PCI-Express, padrão de conector para placas de expansão em placas-mãe

⁹ Traduzido do Inglês

¹⁰ Traduzido do Inglês

transistores há a contribuição com o avanço da Lei de Moore, que prevê a adição de, cada vez mais, transistores num mesmo espaço do processador com o passar dos anos (CORETEKS, 2019a).

Como resultado, componentes discretos, como placas de áudio, placas gráficas e, inclusive, componentes como Ponte Norte e Sul (componentes que se comunicam entre a CPU e a memória RAM¹¹ e dispositivos I/O¹², respectivamente), foram integradas aos processadores principais mais atuais. Apesar de que esse processo contribui com a diminuição do custo de produção, já que o processo de fabricação se torna menos complexo quando é reduzido para apenas um componente, porém, somente quando essas soluções são usadas (CORETEKS, 2019a).

A Intel teve diversos problemas com a sua linha Platinum 9200 de servidor, como destaca Kennedy (2019). Diferente das demais linhas Xeon da empresa, esse produto foi vendido como uma lâmina de servidor integrado, ao invés de apenas o processador. Como resultado, as vendas estão comprometidas, pelo fato de o consumidor do produto estar preso às soluções proprietárias da Intel. Apesar do desempenho do equipamento ser respeitável, a dificuldade de migrar as soluções internas que as empresas, potencialmente, possuirão, inicialmente, fez com que os potenciais consumidores permanecessem na geração anterior, por conta da liberdade de customização.

Visto assim, a modularidade se torna uma solução ideal para manter a liberdade de expansibilidade de sistemas, além de que os custos serão mais otimizados, já que o cliente pagará exclusivamente pelos componentes que usa efetivamente. No entanto, a integração trouxe um problema consigo:

PC¹³s se tornaram comeditizados com o passar dos anos e este é o principal problema com a modularidade. Em geral, PC's são baratos o suficiente para 'rodar' por 3-4 anos e então comprar um novo quando ele não faz mais o que você necessitava fazer [...] (CORETEKS, 2019a).¹⁴

Esse é o principal motivo pela problemática sobre a adesão por uma solução mais modular para computadores pessoais, e, inclusive, soluções *mobile*. No entanto, com o projeto *Element*, é possível que a integração não sacrifique a modularidade, e, ainda, possa acudir com o modelo modular (CORETEKS, 2019a). Isso e muitas tecnologias podem ser benéficas para esse novo paradigma, todas provenientes do estudo do projeto Exa Escalar.

Estudo à exa escalabilidade

Em uma nota para Comdex, Grove (1996), para a comemoração de 25 anos de aniversário da Intel, ressalta como o desenvolvimento de processadores acelerou significativamente, ao lembrar que, em 1989, uma equipe da empresa publicou um artigo afirmando que, no ano de 2000, processadores alcançariam 8 milhões de transistores e uma frequência de 150 MHz, e que, ainda em 96, já tinham um produto que supera essa mesma frequência com menos transistores. Com muito otimismo para o futuro da computação, Grove (1996), ainda, destaca que, em 2011, sairia um processador com mais de 1 bilhão de transistores que alcançasse 10 GHz. Apesar de haver produtos com tal contagem de transistores, nenhum processador nativamente alcançou esse marco em frequência até hoje.

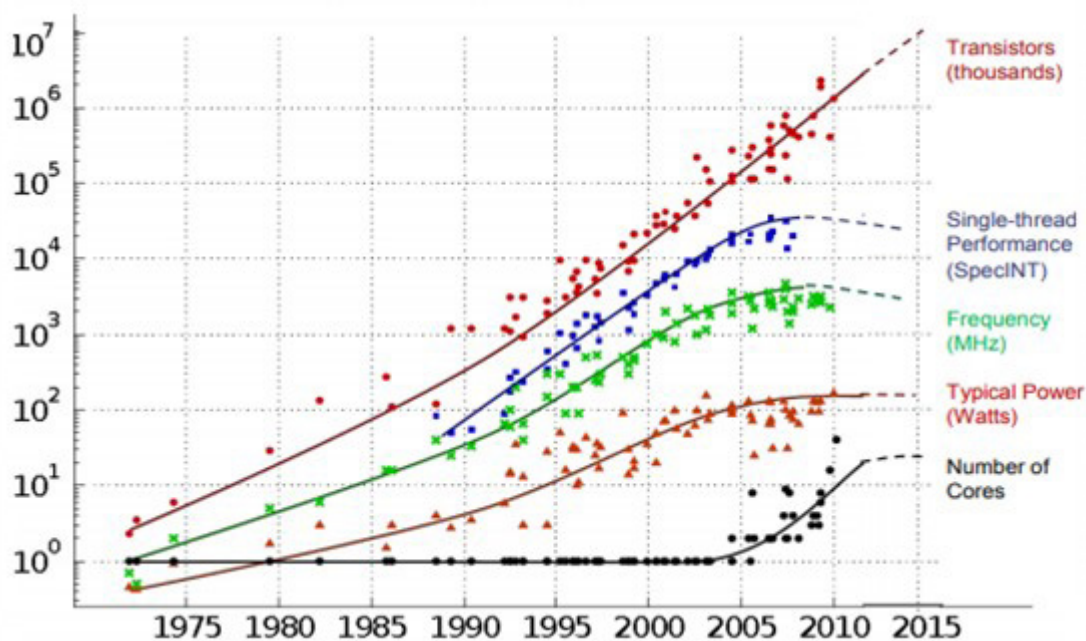
¹¹ RAM: sigla para Memória de Acesso Dinâmico, do Inglês.

¹² I/O: sigla para Entrada/Saída, do Inglês.

¹³ Sigla de *Personal Computer*, do Inglês, Computadores Pessoais.

¹⁴ Traduzido do Inglês.

Gráfico 1. Dados de Tendência de Processadores em 35 Anos.



Fonte: Harrod (2012, p. 12).

Como visto no gráfico anterior, houve uma estagnação no desempenho dos processadores antes de chegar em 2010, a conhecida escala de Dennard deixa de acontecer. Com essa escala, a *performance* dos processadores estava diretamente relacionada à potência energética (Watts), sua frequência (em Hz) e sua *performance single-thread* (em um único núcleo computacional), mas com o aumento consistente de transistores, conforme a Lei de Moore, ficou cada vez mais caro sustentar tantos transistores em um único processador, gerando altos níveis de emissão de calor. Isso resultou em cerca de 90% dos gastos energéticos das principais empresas em HPC, a ser desperdiçado (HARROD W, 2012).

Vertiv (2016) destaca que os principais causadores de quedas dos servidores e a maior fonte de despesas são justamente problemas relacionados à energia e refrigeração. Como resultado, diversos estudos conduzidos apontaram quatro desafios importantes a serem vencidos na corrida exa escalar: energia e consumo, concorrência e localidade (movimento de dados), memória e armazenamento, e resiliência (KOGGE *et al.*, 2008, p. 2) (HARROD W., 2012, p. 4).

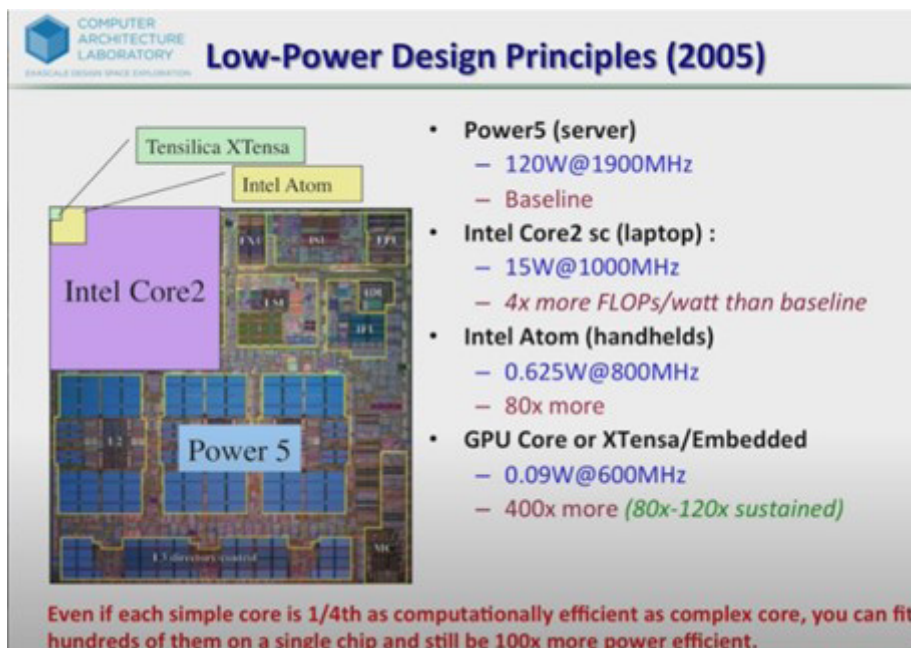
Sobre consumo energético

Diminuir o consumo energético para atender à demanda de escala parece ser a solução ideal à dor da arquitetura presente. Naturalmente, tudo que se precisa fazer é um processador que é capaz de executar a mesma tarefa em uma mesma frequência (GHz ou GFLOPs/s), em uma tensão menor, que poderá ter a mesma tarefa executada mais rapidamente com a tensão normalizada. Apesar desse pensamento não estar errado, os benefícios da diminuição do consumo energético vão muito além de simplesmente burlar o fim da lei de Dennard, estando associado diretamente com a litografia dos transistores e o fim próximo da Lei de Moore.

Shalf (2016) demonstra o pensamento por trás do princípio do design de baixa potência dos processadores, comparando o design de quatro processadores. Como o consumo energético de um processador está diretamente em razão dessa fórmula: (V^2F) , se você diminuir um processador de servidor base de 1200 MHz, operando à 120 W em um quarto da área, terá um processador com 1000 MHz à 15 W, com um ganho de até 4 FLOPs/W, em comparação do

processador base. Diminuindo mais, para um processador de 800 MHz, com 0.625 W, terá um ganho de 80 vezes ao mesmo CPU, e, diminuindo ainda mais para um processador de 600 MHz, com simples 0.09 W, terá quase que 400 vezes mais eficiência em relação à FLOPs por Watts. Reunindo 100 desses processadores numa mesma área do processador-base, para alcançar a mesma capacidade computacional, você ainda terá um conjunto de processadores 100 vezes mais eficientes energeticamente que o bloco original.

Figura 1. Princípios de Design de Baixa Potência.



Fonte: SHALF. [S. l.: s. n.] 2010. 1 vídeo (12 min). Publicado pelo canal EPiGRAM-HS Project. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=yMWpjJWHUs4>>. Acesso em: 10 maio 2022.

Para avançar ainda mais o funcionamento desse princípio, o modelo também conta com a simplificação da arquitetura do processador. Shalf (2016), Fuchs e Wentzlaff ([2019], p. 8) expandem o raciocínio para além de diminuir o tamanho do transistor, o de simplificação, paralelismo e heterogeneidade. O custo de um processo está diretamente associado aos transistores operantes, e, com o aumento do número de componentes, há um aumento de potência, e, assim, a redução do número e uma CPU mais simplificada.

Essa é a mentalidade por trás do paradigma RISC (*Reduced Instruction Set Computer*), presente nas arquiteturas ARM, por exemplo. No caso de ASIC, pode ser difícil de atingir simplificação, já que a especialização está diretamente associada ao aumento de transistores (FUCHS; WENTZLAFF, [2019], p. 5) e, raramente, a especialização implica em melhorias significativas em performance. No entanto, são raros os momentos em que mudanças na arquitetura culminaram em diferença em desempenho significativo, sendo elas relacionadas à comunicação.

Sobre concorrência e localidade

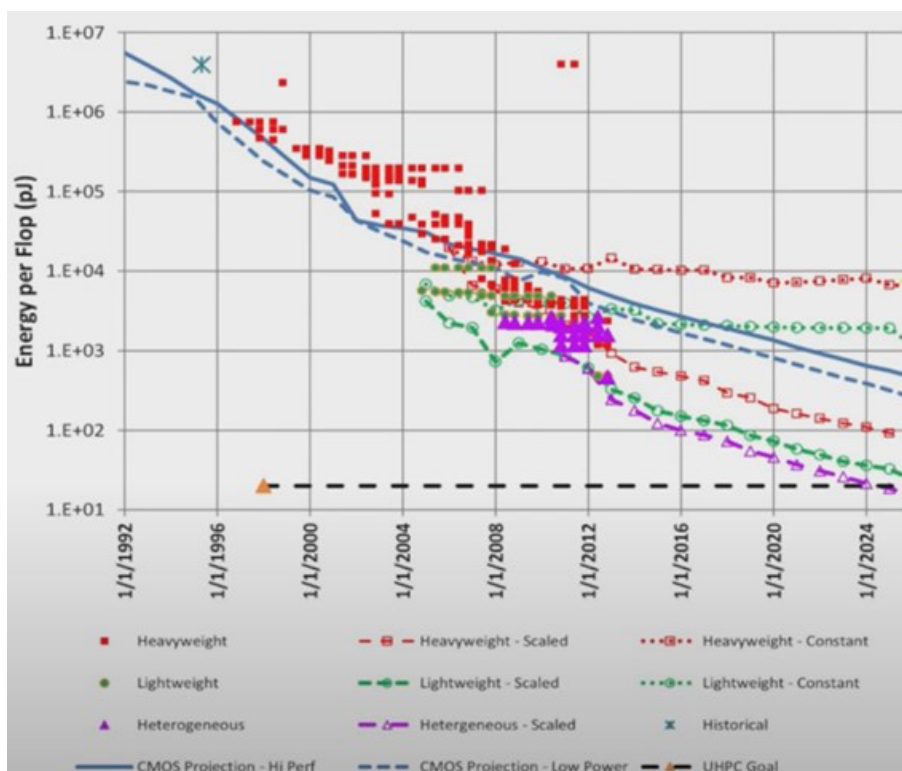
Como padrão das primeiras arquiteturas de sistemas multinucleados, ou *multi thread*, a tendência era de que cada núcleo podia acessar a memória de cada núcleo do processador, pois a distância é tecnicamente a mesma e a diferença no tempo de acesso entre as *threads* é menosprezível. Essa afirmação não é mais verídica (SHALF, 2016). Coreteks (2019c, s. p.)

ressalta que “[...] movimentar dados usa magnitudes mais energia que efetivamente computar esses dados”, principalmente quando o número de núcleos aumenta para atender à crescente demanda de paralelismo e de aplicações que escalam exponencialmente com alto paralelismo, como inteligência artificial e aplicações de escala global em nuvem.

Para atender a essa demanda, é preciso rever a topologia do barramento de comunicação interna, como visto do processador da Fujitsu, o A64 FX, um processador ARM customizado, capaz de atingir uma banda de interconectividade de até 40,8 GB/s de interconectividade total e atendendo à 48 núcleos computacionais + 4 núcleos reserva (FUJITSU LIMITED, 2019a; MATSUOKA, 2019). Esses números são alcançáveis por conta do barramento interno proprietário chamado TofuD, uma topologia em anel baseado em malha 6D (hexadimensional), que sempre aponta para o núcleo mais próximo. Esse princípio de apontar as *threads* de forma ótima, em relação à posição do dado, recebe o nome de Modelo Data-Cêntrico.

Outro ponto, a simplificação do processo, também, atende a essa demanda, estando diretamente associado ao mantra da arquitetura ARM, para atender o desafio energético proposto pelo Projeto Exa Escalar, sendo o conceito de núcleos *Lightweight*¹⁵. Com a simplificação no número de operações de execução para um número de operações cruciais de uso intensivo para um processador com foco em taxa de transferência otimizada, esse tipo de processador só é eficiente sob a demanda de alto paralelismo. Processadores *Heavyweight*¹⁶ otimizados em latência, tais quais processadores x86 convencionais, continuam sendo mais energeticamente eficientes em aplicações lineares de baixo paralelismo (SHALF, 2016; CORETEKS, 2019c).

Gráfico 2. Custo Energético por Flop de Processadores por Ano.



Fonte: SHALF. [S. l.: s. n.] 2010. 1 vídeo (5 min). Publicado pelo canal EPiGRAM-HS Project. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=yMWpjWHUs4>>. Acesso em: 10 maio 2022.

¹⁵ Do Inglês: peso leve. No caso, processadores RISC simplificados e especializados.

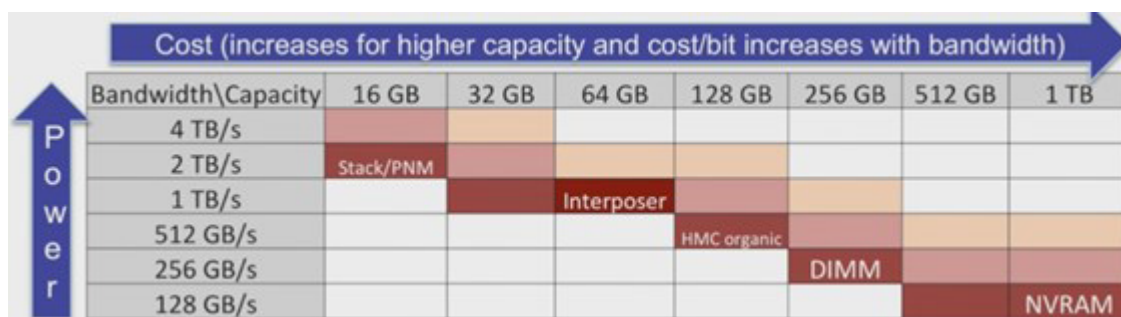
¹⁶ Do Inglês: peso pesado. No caso, processador CISC de propósito geral.

Contudo, “[...] atingir somente as metas de energia exigirá redução de energia por operação de milhares de pJ/Op [...] a dezenas de pJ/Op. Com um exemplo, atingir 50 GFLOPS/Watt equivale a gastar apenas 20 pJ por pontos flutuantes de operação”¹⁵ (HARROD, [2009?], p. 9). Dessa forma, os processadores *Lightweight* e Heterogêneos são os únicos capazes de aproximar o objetivo projetado.

Sobre memória e armazenamento

Na questão de movimento de dados por entre os processadores e para o efetivo processamento destes, ainda resta a problemática do movimento de dados em memória. Harrod (2009) afirma que a energia necessária para mover uma única palavra de 64 bits requer dez vezes a energia para processar a mesma palavra, enfatizando em como o acesso e o armazenamento dos dados em memória é o fator que domina o consumo energético dos processadores. Como a memória é bastante custosa, por muito tempo, para ter acesso a uma boa banda de transferência de leitura, foi necessário sacrificar a capacidade de armazenamento, idem vice-versa. No entanto, como forma de mitigar o problema de custo, criou-se a ideia de trabalhar em múltiplas hierarquias de acesso à memória para vencer essa limitação. Esse paradigma não se encaixa no modelo Data cêntrico do projeto Exa Escalar.

Figura 2. Razão de Capacidade pela Taxa de Banda.



Fonte: SHALF. [S. l.: s. n.] 2010. 1 vídeo (30 min). Publicado pelo canal EPiGRAM-HS Project. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=yMWpjJWHUs4>>. Acesso em: 10 maio 2022.

Assim, investe-se em empilhamento 3D de memória, dando acesso local direto ao dado necessário e barateando imensamente o custo de produção do processador e da memória, inserindo-a acima dos circuitos lógicos do processador (CORETEKS, 2020; YUDANOV, 2017). O processador A64 FX da Fujitsu (2019a) possui uma metodologia equivalente com seu empilhamento 2.5D, ao integrar pilhas de memória adjacentes ao processador, permitindo expandir a velocidade de acesso, sem sacrificar a capacidade de resfriamento do componente. A capacidade de armazenamento e a latência de acesso é grande o suficiente para dispensar a necessidade do uso de memória volátil (FUJITSU, 2019a).

Memória não-volátil também está sendo repensada para atender ambas as demandas de capacidade e banda de transmissão, como mostra o estudo de Xu *et al.*, (2015) sobre o incremento em desempenho na leitura e escrita de NVMe¹⁶s mais recentes, tirando proveito da velocidade de acesso do barramento PCIe, permitindo que processadores possam ter acesso direto a dados de armazenamento remoto com baixíssima latência.

¹⁵ Traduzido do Inglês.

¹⁶ Sigla do Inglês, Memória Não-Volátil *express*.

Sobre resiliência

Desde o começo da contemplação do tópico, ficou clara a expansão do desenvolvimento tecnológico por parte de hardware. No entanto, o projeto não só atende mudanças no meio físico, como também muda a forma do paradigma de programação de novos softwares, com a visão de que “software e hardware devem ser co-projetados”¹⁷ (HARROD, 2009, p. 6). Por esse motivo, mudanças na forma de programar, assim como o conceito de “programabilidade”, medem o quão fácil é desenvolver, além de implementar um novo programa de software, sem depender do programador conhecer profundamente o sistema inserido (SHALF, 2016). Para isso, a criação de DSL’s (*Domain Specific Language*¹⁸), como interpretador para que o desenvolvedor consiga criar um código otimizado para seu sistema específico, e mantendo a portabilidade de seu código para dispositivos ubíquos e redes heterogêneas, será chave em projetos exa escalares.

UNG (2018) fez um *benchmark* para comparar o desempenho de dois notebooks de uma mesma linha, um utilizando arquitetura x86 e outro baseado em ARM, e os resultados estavam a favor de x86. No entanto, como muitos aplicativos estavam sendo emulados no processador ARM, quando testes feitos em código nativo para a arquitetura, os resultados se tornaram equiparáveis ao processador da Intel, e com o dobro da bateria disponível. Isso demonstra a importância de interpretadores eficientes para diminuir a distância entre a comunicação, aplicação e hardware.

Não só isso, mas a presença de Sistemas Orgânicos que seja autoconsciente, para que possa otimizar os recursos internos, tanto para aplicações individuais, como para múltiplos acessos de usuários distintos, e ser capaz de se auto curar em caso de falhas de funcionamento ou performance (AGARWAL; HARROD, 2006). Para atender a esse requisito, tanto soluções em software (FUJITSU, 2019b), como soluções em hardware (CUTRESS, 2016), são possíveis, munidas de soluções que atendam os desafios anteriores, e, ainda, expandi-las, se possível.

Soluções tecnológicas atuais e tendências futuras

Como o projeto é de natureza colaborativa, muitas empresas investiram em tecnologias de diversos segmentos para vencer os desafios propostos no estudo do Projeto Exa Escalar, listados anteriormente. Essa seção destacará algumas soluções frutíferas contempladas e tendências reais para o futuro.

Processadores heterogêneos

Processadores com foco em taxa de transferência tem maior eficiência energética para alto paralelismo em comparação a um processador com foco em latência, ligado a processos de baixo paralelismo. Para atender à demanda de processadores de baixo consumo, ambas as soluções devem ser integradas, tal qual o A12 *Bionic* da Apple (OWEN, 2019) e o A64 FX (FUJITSU, 2019a), este tendo 4 dos 52 núcleos dedicados ao SO¹⁹ e à I/O de forma redundante.

Não só a disposição de novos processadores; novas topologias de rede, aceleradores e memória disponível também farão parte da arquitetura de futuros processadores, em especial aceleradores dedicados para uma única aplicação, pois estes estarão cada vez mais integrados à CPU, para atender aplicações especializadas. “Então, tem essa tendência interessante, em que CPU’s estão se tornando mais especializados e as GPU’s estão se tornando mais de propósito geral” (CORETEKS, 2019b).

¹⁷ Traduzido do Inglês.

¹⁸ Do Inglês: Linguagem de Domínio Específico.

¹⁹ Sigla para Sistema Operacional

Recursos *on demand*

Com o desenvolvimento de CPU's cada vez mais especializadas, é possível atender aplicações, também, cada vez mais especializadas. Com o barateamento da produção dos componentes integrados, haverá uma combinação de possibilidades maior para a produção CPU's e ASIC's para cada demanda. Schor (2019) reporta o anúncio do novo processador para aceleração de Inferência em *Data Center Nervana*, chamado *Spring Hill*. O destaque do processador é que ele virá tanto como uma Placa PCIe, como no padrão M.2, este último se destacando tanto pelo tamanho impressionante, como pela eficiência energética, tornando-se particularmente escalável para futuros usos em outras aplicações:

[...] Talvez, uma empresa como a Alienware possa até oferecer serviço de locação onde você pagaria uma assinatura anual por um backplane, e a Alienware enviaria as mais recentes apostas computacionais a cada poucos meses, para que, quando uma nova GPU mais poderosa surgisse, ela fosse enviada a você e você apenas a encaixe e envie a antiga de volta (CORETEKS, 2019a).²⁰

O formato do acelerador também permite que demais ASIC's possam ser expandidos, como módulos de CPU's, *Decoding and Encoding*, entre outros usos, de fácil instalação no computador (CORETEKS, 2019a).

Dispositivos modulares conectados

Os recursos para computadores pessoais não se limitam à conectividade física, podendo se estender para conectividade em rede, como cita Coreteks (2019a) logo em seguida:

[...] E a modularidade não precisa parar com os *desktops*, [...] (eles) podem ganhar com isso no segmento de IoT, porque os módulos de computação podem passar para muitos outros dispositivos em casa, além de apenas um computador pessoal. Afinal, o próprio conceito de IoT é de natureza modular, portanto, trazer os padrões de modularidade da Intel para o espaço da IoT poderia ver o advento do dispositivo modular conectado.²¹

Arquitetura de conjunto de instruções *open source*

Para a construção de um processador, você precisa ter um ISA (arquitetura de conjunto de instruções), que permite que o software possa se conectar ao hardware e se tornar computável. Em processadores atuais, temos, como exemplo, o ISA x86 da Intel/AMD, para desktop, e ARM da SoftBank, para *mobile*. Caso precise implementar uma nova solução, terá que estar preso às limitações impostas pelas empresas e pagar por uma licença, que objetiva alto lucro e restringe o alcance de produtos de nicho (CORETEKS, 2019b). Por isso, a ascensão de RISC V como uma nova ISA *Open Source*²² padrão, em breve, será muito bem-vinda.

Asanović e Patterson (2014) ressaltam os benefícios no uso de uma ISA aberta ao público, como o estímulo à inovação em um mercado mais competitivo, design aberto e colaborativo e custos mais acessíveis, principalmente para IoT. ARM também possui um plano de facilitação de desenvolvimento, que diminui a demanda e o tempo de implementação (CORETEKS, 2019b), que permitiu, por exemplo, expandir as capacidades de processamento com sua solução proprietária, o *Scalable Vector Extension*²³ (SVE), para trabalhar com operações de 128, 256 e

²⁰ Traduzido do Inglês.

²¹ Traduzido do Inglês.

²² Do Inglês: Fonte aberta, no caso, a licença de uso do produto-base é aberta à modificação.

²³ Do Inglês: Extensão de vetor escalável.

512 bits, para trabalhar com palavras entre 128 e 2048 bits de extensão, além do empacotamento 2.5D de memória e seu barramento interno proprietário TofuD do processador A64 FX (FUJITSU, 2019a). Com RISC V, uma empresa poderá alterar uma instrução para, desde corrigir uma falha de segurança, até implementar um novo recurso, como soluções de baixíssima latência, ou conseguir distribuir o processamento *multithread*²⁴ em um processo *single thread*²⁵, como Cutress (2016) reporta da arquitetura VISC da empresa *Soft Machines* neste último exemplo.

RISC V não só permite que empresas diminuam os custos e permitam uma rápida prototipação e implementação de novas soluções em hardware, como, também, livra de que sanções restritivas estrangeiras danifiquem o rumo do desenvolvimento de novos projetos, algo que a China percebeu quando Huawei teve seu relacionamento com ARM restringido pelas sanções governamentais dos Estados Unidos da América (RANDALL, 2019). Com uma plataforma aberta, diversas empresas chinesas, inclusive a Huawei, puderam trabalhar livres de futuras restrições de governos externos, resultando, em 2019, na explosão na adesão de RISC V no país.

Edge computing e thin client

As novas tecnologias estudadas não só trarão novos produtos de hardware e novos produtos de software, como, também, proverão oportunidades de novos serviços e novos mercados, assim, como proposto por Coreteks (2019b) sobre o conceito de *Thin Client* (Cliente Fino), ao utilizar *Edge Computing* (Computação Limiar), em que o usuário, possuidor de uma peça de computador com capacidade de processamento modesto pode importar recursos sobressalentes ocioso por meio da internet, podendo ser de um servidor ou de outro computador.

O recurso de *Edge* também se expande para a computação ubíqua, permitindo que componentes de aplicação simples possam requisitar recursos para processamentos mais avançados remotamente, como requisitar mais CPU's, ASIC's ou uma aplicação em outro Sistema Operacional (STANOVNIK; CANKAR, 2019). Sobre essa tecnologia, Coreteks (2019b) prevê serviços em que você pode alugar serviços de prestação de carga de processamento específico, semelhantes a outros serviços de assinatura, tal qual Netflix.

Aplicações híbridas em nuvem

O tratamento modular também acontece na nuvem, onde serviços de vários níveis acontecem em várias nuvens distintas, para atender a demanda de resiliência, programabilidade e portabilidade. Com a plataforma Anthos, da Google, é possível gerenciar soluções *cloud* (em nuvem) em múltiplas fornecedoras, a distribuição dos recursos e onde é processada (local, em nuvem, no limiar) todas as aplicações, permitindo fácil manutenção e controle dos processos (PEDROSO, 2019).

Soluções em redes e fog computing

Muitas inovações na área de hardware e software progredem em direção a diminuir distâncias globais entre computadores e, conseqüente, pessoas, mas, apesar de haver tanto foco em novas tecnologias para uso massivo em rede, não há tanta documentação explorando novas tecnologias de rede para atender a demanda. Com a presença crescente de dispositivos IoT, a necessidade de ambientes com bom acesso à internet se faz necessária. Só que conexões de internet mais rápidas, como 10 Gigabit Ethernet são proibitivamente caras, tornando o padrão Gigabit ainda o mais utilizado (MORIMOTO, 2011).

²⁴ Do Inglês: Multitarefa.

²⁵ Do Inglês: Tarefa Única.

Para vencer as limitações em acesso a bandas de alta largura, pesquisas em *Fog Computing* (Computação em Névoa) expandem as capacidades do ramo de IoT como se conhecem. A definição de *fog* é bastante branda, como explicam Stanovnik e Cankar (2019, p. 3): “Numa imagem maior, camadas de fog, edge e IoT, unidos pela cloud, formam um relacionamento hierárquico simples, [...] cloud no topo, seguido por múltiplas fog’s, com cada um contém múltiplos edge devices, esses conectados com ainda mais IoT devices”²⁶. Apesar dessa definição, a camada *fog* possui poucas definições precisas em diversas literaturas, sendo como uma extensão das capacidades do *edge* em algumas, ou um intermediário entre *cloud* e *edge layers*. Isso quando essa camada é definida, já que sua definição é tão difusa em relação a camada *edge*, que sequer são diferenciadas ou distinguidas (STANOVNIK; CANKAR, 2019).

No entanto, a definição *fog area* é muito mais difundida e útil na visão de aplicação, pois retrata de todos os dispositivos conectados geograficamente agrupados, sendo definidos tanto como de forma estática como de forma dinâmica, como sistemas inteligentes de carros autônomos que se comunicam entre os veículos próximos (STANOVNIK; CANKAR, 2019). Sobre essa área, há diversos desafios que precisam ser vencidos para atender os objetivos do Projeto Exa Escalar, e soluções engenhosas existem de diferentes estudiosos no ramo de redes.

Em redes de IoT, é natural a existência de diferentes dispositivos que se conectam com diferentes padrões de rede, como Wi-Fi, *Bluetooth* e Zigbee. Como todos os padrões anteriores utilizam a onda de 2,4 GHz de frequência, é natural que as redes sofram interferência de sinal de outros dispositivos, e, apesar de haver algoritmos que trocam o canal de comunicação para evitar interferência, eles raramente avaliam a interferência de protocolos de rede diferentes. É com esse objetivo que é desenvolvido o algoritmo MICA, que permite atender a problemática entre os três protocolos simultâneos, com resultados satisfatórios (DA PONTE *et al.*, 2019). Isso se faz de muita utilidade, pois a tendência é a de que o número de aparelhos IoT presentes no mercado aumente, e conseqüentemente os problemas de interferência.

Sobre o número de aparelhos, em redes de arquitetura com múltiplos saltos (nós) entre si e um único *gateway* de saída, é natural a requisição de dados em múltiplos pontos e, para reduzir o número de requisições, é recomendado o uso de Agentes Móveis (AM) que percorrem a rede, coletando as requisições em percurso. No entanto, objetivando em reduzir o consumo energético, uma proposta de um Agente-Knap, que também coleta dados intermediários, de forma oportunista, que precisam acessar o *gateway* sem ter sido requisitado previamente, diminuindo o número de requisições e saltos extras, resultando em mais de 30% em economia de energia (FILHO; CAMPISTA, 2019).

Em redes semelhantes, como uma rede VANET de carros inteligentes, uma mensagem de emergência, como uma freada brusca de um carro, deve ser repassada de nó a nó, por meio de *broadcast*, para o máximo de elementos da rede. Contudo, a repetição em massa de uma mensagem como essa gera muitas colisões e ruídos com a quantidade de requisições, resultando em uma inundação de mensagens. Para mitigar uma tempestade de *broadcast*, Lousada *et al.* (2019) propuseram um algoritmo que reduz os números de nós retransmissores e a redundância de pacotes enviados.

Com essas tecnologias juntas, redes de *fog* formadas por *edge* e IoT poderão aprimorar o consumo energético, o custo de movimento de dados e resiliência e finalmente emergir como *fog computing*, sobre a mesma cortina de virtualização que representa *cloud computing*. Porém, localmente, para atingir resultados exa escalares com a expansão de produtos IoT para a camada de *edge*, já que aparelhos como Raspberry Pi possuem capacidades suficiente para serem incorporados como tal (STANOVNIK; CANKAR, 2019).

²⁶ Traduzido do Inglês

Considerações finais

A natureza do Projeto Exa Escalar é de estudar tecnologias para uso em HPC, porém é natural que muitas das tecnologias presentes em servidores migrem, eventualmente, para o consumidor final, tanto que o projeto prevê que as tecnologias para alcançar capacidades de exa escalabilidade permitirá que *racks* de servidor individuais poderão alcançar peta escala, e computadores pessoais alcançará tera escala. É exatamente isso que está acontecendo com o lançamento do *The Element* da Intel, a primeira de muitas tecnologias em 10 anos de pesquisa a alcançar o público consumidor. O *Element* representa tudo que está por vir nos próximos 2-3 anos.

A demanda crescente de novas tecnologias está exigindo que novos ecossistemas sejam criados para atender mudanças e melhorias contínuas. O advento de uma arquitetura modular baseada ou próxima ao *Element*, permitirá essa flexibilização de implantar novas soluções de baixo custo e permitir que micro, pequenas e médias empresas possam competir contra grandes empreendimentos de acordo com as demandas do mercado, de acordo com o lançamento de futuras tecnologias, ou, ainda, estar na parte do desenvolvimento destas.

Com a recente pandemia de Coronavírus, nunca houve uma demanda de novas tecnologias tão grande em tão curto período na história da humanidade. Diversas empresas tiveram que repensar sua forma de trabalhar e vender seu serviço numa velocidade vertiginosa, com recursos financeiros impeditivos, por conta da quebra de economias mundiais, e aquelas que não se adaptaram em tempo hábil, fecharam as portas. Paradigmas como trabalho home office, atendimento remoto automatizado, acessibilidade com interfaces em realidade aumentada; vendas on-line, inclusive, consideradas (im)práticas, inviáveis, desnecessárias ou desperdício de dinheiro, para alguns mercados, estão tomando espaço nos mais variados serviços. Não só isso, empresas que aderiram às mudanças desse novo paradigma, agora, estão entrando em novos mercados pouco explorados, com baixa competição e em demandas nunca vistas.

Esse artigo não possui o simples intuito de listar tecnologias futuristas, que, potencialmente, apareçam em alguns anos, pois, como já explanado, já estão surgindo, aos poucos, em nossas vidas. E essas mudanças, no cenário de pandemia atual, vieram muito bem a colher. Mudanças no desenvolvimento de novos softwares, hardwares e serviços terão que fazer parte da atual e futura geração de desenvolvedores. Dessa forma, esse artigo é a introdução necessária para a continuidade nos estudos em arquiteturas modulares.

Referências

AGARWAL, A.; HARROD, B. **Organic computing**. 2006. Disponível em: <http://groups.csail.mit.edu/cag/raw/documents/Agarwal-Harrod-organic-2006.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2020.

ASANOVIĆ, K.; PATTERSON, D. A. **Instruction sets should be free: the case for RISC-V**. 2014. Disponível em: <https://people.eecs.berkeley.edu/~krste/papers/EECS-2014-146.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2020.

CORETEKS. **Is 3D STACKING coming sooner than we think?** [S. l.: s. n.] 2020. 1 vídeo (16 min 10 s). Publicado pelo canal Coreteks. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=avLtZo8sIhw>. Acesso em: 30 mar. 2020.

CORETEKS. **Are we moving to MODULAR PCs?** [S. l.: s. n.] 2019. 1 vídeo (20 min 18 s). Publicado pelo canal Coreteks. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=V1zHjarUYtQ>. Acesso em: 30 mar. 2020.

CORETEKS. **Goodbye x86. The FUTURE is RISC-V.** [S. l.: s. n.] 2019b. 1 vídeo (23 min 48 s). Publicado pelo canal Coreteks._Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=67KW4t42SZk>. Acesso em: 30 mar. 2020.

CORETEKS. **The FUTURE of Computing Performance.** [S. l.: s. n.] 2019c. 1 vídeo (26 min 59 s). Publicado pelo canal Coreteks._Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3PjNgRWmv90&t=13s>. Acesso em: 30 mar. 2020.

CUTRESS, I. **The modular PC: Intel's new element brings project christine to life.** 2019. Disponível em: <https://www.anandtech.com/show/14953/the-pc-on-a-gpu-intels-new-element-brings-project-christine-to-life>. Acesso em: 18 mar. 2020.

CUTRESS, I. **Examining soft machines' architecture: an element of VISC to improving IPC.** 2016. Disponível em: <https://www.anandtech.com/show/10025/examining-soft-machines-architecture-visc-ipc>. Acesso em: 30 mar. 2020.

DA PONTE, F. *et al.* **Minimização da interferência em ambientes inteligentes com dispositivos heterogêneos.** Ceará: Universidade Estadual do Ceará, 2019. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbcup/article/view/6589/6485>. Acesso em: 21 mar. 2020.

DINGMAN, H. **Razer's modular project christine makes building PCs as easy as building Legos.** 2014. Disponível em: <https://www.pcworld.com/article/2084828/razers-modular-project-christine-makes-building-pcs-as-easy-as-building-legos.html>. Acesso em: 25 mar. 2020.

FILHO, E. A. L.; CAMPISTA, M. E. M. **Coleta oportunista de dados em redes de Internet das Coisas através do uso de otimização discreta.** 2019. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wperformance/article/view/6460/6356>. Acesso em: 21 mar. 2020.

FUCHS, A.; WENTZLAFF, D. **The accelerator wall: limits of chip specialization.** 2019. Disponível em: <http://parallel.princeton.edu/papers/wall-hpca19.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2020.

FUJITSU LIMITED. **FUJITSU Supercomputer PRIMEHPC FX1000 An HPC System Opening Up an AI and Exascale Era.** 2019a. 9p. Disponível em: <https://www.fujitsu.com/downloads/SUPER/primehpc-fx1000-hard-en.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2020.

FUJITSU LIMITED. **Advanced Software for the FUJITSU Supercomputer PRIMEHPC FX1000.** 2019b. 20p. Disponível em: <https://www.fujitsu.com/downloads/SUPER/primehpc-fx1000-soft-en.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2020.

GROVE, A. S. **Intel keynote transcript.** 1996. Disponível em: <https://www.intel.com/pressroom/archive/speeches/ag111896.htm>. Acesso em: 30 mar. 2020.

HARROD, B. **Future Processing: ExtremeScale.** 2009. Disponível em: https://hpcuserforum.com/eu/downloads/DARPAExtremescaleHarrod_ACS_Brief_01709.pdf. Acesso em: 18 mar. 2020.

HARROD, W. **A Journey to Exascale Computing**. 2012. Disponível em: http://www.sci.utah.edu/~mb/Teaching/Week3/SC12_Harrod.pdf. Acesso em: 18 mar. 2020.

HARROD, W. **DARPA-SN-09-46 Ubiquitous High Performance Computing (UHPC) Request for Information (RFI)**. [USA]: DARPA, [2009?]. Disponível em: https://hpcuserforum.com/eu/downloads/DARPAuHPCRFI-SN-09-46_RFI.pdf. Acesso em: 18 mar. 2020.

INTEL. **Intel® Compute Card Is Revolutionizing Computing**. 2018. Disponível em: <https://www.intel.com/content/www/us/en/compute-card/compute-card-brochure.html>. Acesso em: 25 mar. 2020.

INTEL. **INTEL® NUC MINI PC**. [2019?]. Disponível em: <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/boards-kits/nuc.html>. Acesso em: 2 abr. 2020.

KENNEDY, P. **Why the Intel Xeon Platinum 9200 Series Lacks Mainstream Support**. 2019. Disponível em: <https://www.servethehome.com/intel-xeon-platinum-9200-series-lacks-mainstream-support/>. Acesso em: 18 mar. 2020.

KOGGE, P. M. *et al.* **ExaScale Computing Study: Technology Challenges in Achieving Exascale Systems**. 2008. Disponível em: <http://www.cse.nd.edu/Reports/2008/TR-2008-13.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2020.

LOUSADA, E. *et al.* **Protocolo Baseado em Métricas de Redes Complexas para Mitigação de Tempestade de Broadcast**. Minas Gerais: Instituto Federal de Minas Gerais, 2019. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbcup/article/view/6591/6487>. Acesso em: 21 mar. 2020.

MATSUOKA, S. **A64fx and Fugaku – A Game Changing, HPC/AI Optimized Arm CPU to enable Exascale Performance**. 2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=i0pem3ryTPM>. Acesso em: 18 mar. 2020.

MORIMOTO, C. E. **Evolução das redes: entendendo o 10 Gigabit Ethernet**. 2011. Disponível em: <https://www.hardware.com.br/artigos/10gigabit/>. Acesso em: 19 jul. 2020.

OWEN, M. **More power with less: Apple's A13 Bionic is faster and more power efficient**. Appleinsider. 2019. Disponível em: <https://appleinsider.com/articles/19/09/11/more-power-with-less-apples-a13-fusion-is-faster-and-more-power-efficient>. Acesso em: 18 mar. 2020.

PEDROSO, A. L. **Google lança plataforma Anthos para armazenamento em nuvem com diversos fornecedores**. 2019. Disponível em: <https://mundoconectado.com.br/noticias/v/8798/google-lanca-plataforma-anthos-para-armazenamento-em-nuvem-com-diversos-fornecedores>. Acesso em: 18 mar. 2020.

RANDALL, S. **China's chipmakers could use RISC-V to reduce impact of US sanctions**. 2019. Disponível em: <https://technode.com/2019/07/24/chinas-chipmakers-risc-v-sanctions/>. Acesso em: 18 mar. 2020.

SCHOR, D. **Intel Spring Hill: Morphing Ice Lake SoC Into A Power-Efficient Data Center Inference Accelerator**. 2019. Disponível em: <https://fuse.wikichip.org/news/2837/intel-spring-hill-morphing-ice-lake-soc-into-a-power-efficient-data-center-inference-accelerator/>. Acesso em: 18 mar. 2020.

SHALF. **John Shalf - Exascale Computer Architecture Trends and Implications for Programming Systems** [S. l.: s. n.] 2010. 1 vídeo (1h 2min). Publicado pelo canal EPiGRAM-HS Project. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=yMWpjJWHUs4>. Acesso em: 18 mar. 2020.

STANOVNIK, S.; CANKAR, M. **On the similarities and differences between the Cloud, Fog and the Edge**. 2019. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/1909.05480.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2020.

UNG, G. M. **Intel vs. Snapdragon: We test HP's Envy x2 with both on speed, battery life and more**. 2018. Disponível em: <https://www.pcworld.com/article/3323381/intel-vs-snapdragon-we-test-hps-envy-x2-with-both.html>. Acesso em: 18 mar. 2020.

VERTIV. **Understanding the Cost of Data Center Downtime: An Analysis of the Financial Impact on Infrastructure Vulnerability**. 2016. Disponível em: https://www.vertiv.com/globalassets/images/about-images/news-and-insights/articles/white-papers/understanding-the-cost-of-data-center/datacenter-downtime-wp-en-na-sl-24661_51225_1.pdf. Acesso em: 6 mai. 2019.

XU, Q. *et al.* **Performance Analysis of NVMe SSDs and their Implication on Real World Databases**. 2015. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/2757667.2757684>. Acesso em: 8 jun. 2020.

YUDANOV, D.; CHEN, J. **Extreme-Bandwidth Scalable Performance-Per-Watt Gpu Architecture**. 2017. Disponível em: <http://www.freepatentsonline.com/20190196742.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2020.

CHECKBOT – VERIFICAÇÃO DE FAKE NEWS: integração de IA e UX para o desenvolvimento de um aplicativo inteligente

Checkbot – Checking fake news: Integrating IA and UX in smart app development

Rodrigo Ramos Nogueira¹

Tatiana Tozzi²

Resumo: O app Checkbot visa auxiliar os usuários da internet para a descoberta de notícias e de informações falsas. Os usuários interagem com um chatbot de verificação. O sujeito pode fornecer o contexto, ou o link de uma notícia, e o aplicativo retorna, ao mencionar se a notícia é verdadeira ou falsa. Como técnicas de argumentação para fundamentar a verificação, serão utilizadas interações com veículos de checagem que desmentem o fato, falsamente, reportado. O app combate tendências algo suspeito por meio do compartilhamento, nas redes sociais, do status de uma nova fake news identificada, assim, os usuários e os contatos deles estão aptos a se prevenir diante de casos de fraude ou golpe.

Palavras-chave: Fact check. Fake news. Machine learning.

Abstract: The Checkbot app aims to assist Internet users in discovering false news and information. Users will interact with a verification chatbot. The user will be able to provide the context or the link to a news item and the app will return whether the news is true or false. As argumentation techniques to substantiate the verification, interactions with verification vehicles that denied the falsely reported fact will be used. The app will fight fake news trends by sharing on social networks the status of a new fake news identified, users and their contacts will be able to prevent cases of fraud or scams.

Keywords: Fact check. Fake news. Machine learning.

Introdução

A utilização de chatbots, cada vez mais, tem se tornado recorrente nas organizações, a fim de otimizar o processo organizacional, economizar equipe, e proporcionar uma interface com os sistemas já existentes. Os chatbots trouxeram uma nova solução quando o assunto é estreitar a relação com o usuário, por meio de uma interação mais dinâmica (MOURA *et al.*, 2019).

No que diz respeito a estreitar a relação com o usuário, a principal área de estudo da computação é a UX (User Experience), a qual se relaciona a aspectos de interação dos usuários com sistemas computacionais, como os sentimentos despertados em um sujeito durante o uso desses aspectos, além do funcionalismo desses sistemas, como as estéticas do produto e da interface (HASSENZAHN, 2010).

Segundo Monteiro *et al.* (2019), devido à natureza atraente, as notícias falsas se espalham rapidamente e influenciam os comportamentos das pessoas em diversos assuntos, desde questões saudáveis (por exemplo, medicamentos milagrosos) até política e economia (como no recente escândalo Cambridge Analytica/Facebook e situação Brexit). A fim de contribuir com tais pesquisas, este trabalho tem, como objetivo, acoplar uma ferramenta de Data Warehouse e Machine Learning a um aplicativo *mobile*, para realizar a detecção de fake news.

¹ Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSSELVI – Rodovia BR 470, km 71, nº 1.040, bairro Benedito – Caixa Postal 191, 89084-405 – Indaial/SC – Fone: (47) 3281-9000 – Fax: (47) 3281-9090 – Site: www.uniasselvi.com.br.

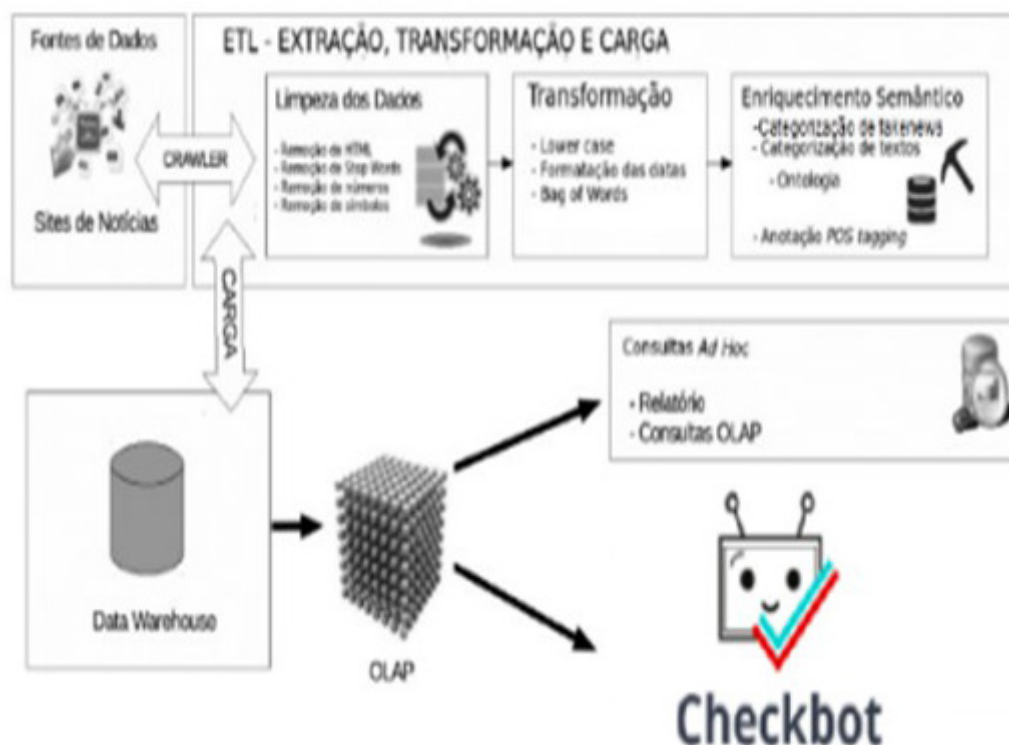
² Profª Drª do Departamento de Teoria e Prática de Ensino da UFPR – Curitiba – PR – educacao@ufpr.br.

Metodologia

O presente trabalho é categorizado como uma pesquisa aplicada, conforme Marconi e Lakatos (2010), e se iniciou com a elaboração de um repertório conceitual, a partir de uma pesquisa exploratória, através de artigos e reportagens on-line.

O projeto se trata de uma aplicação híbrida, que agrega desde tecnologias de design de interação, desenvolvimento web, até Machine Learning. Para esse fim, foi utilizada toda uma infraestrutura já existente, desenvolvida por Monteiro *et al.* (2019).

Figura 1. Integração do Ambiente de Data Warehouse com Checkbot.



Fonte: Adaptado de Monteiro *et al.* (2019).

Para o desenvolvimento, foi considerado o Ponto de Vista (POV). Deve ser, por si só, uma declaração orientadora que se concentra nos insights recolhidos (CORDEIRO *et al.*, 2016). Nesse projeto, o POV considerado foi que os usuários da internet PRECISAM de um sistema eficiente e simples para checar mensagens e informações recebidas ou acessadas, PARA QUE possam identificar se essas mensagens, ou informações, são verdadeiras ou falsas, assim, evitando repassar as fraudulentas, ou enganosas.

Desenvolvimento

Para o desenvolvimento da aplicação, foram considerados dois tipos de usuários: o pesquisador, interessado em descobrir a veracidade de notícias e de informações; e o administrador, responsável pela manutenção e pela atualização do sistema. Segue uma análise das características dessas duas categorias de usuários.

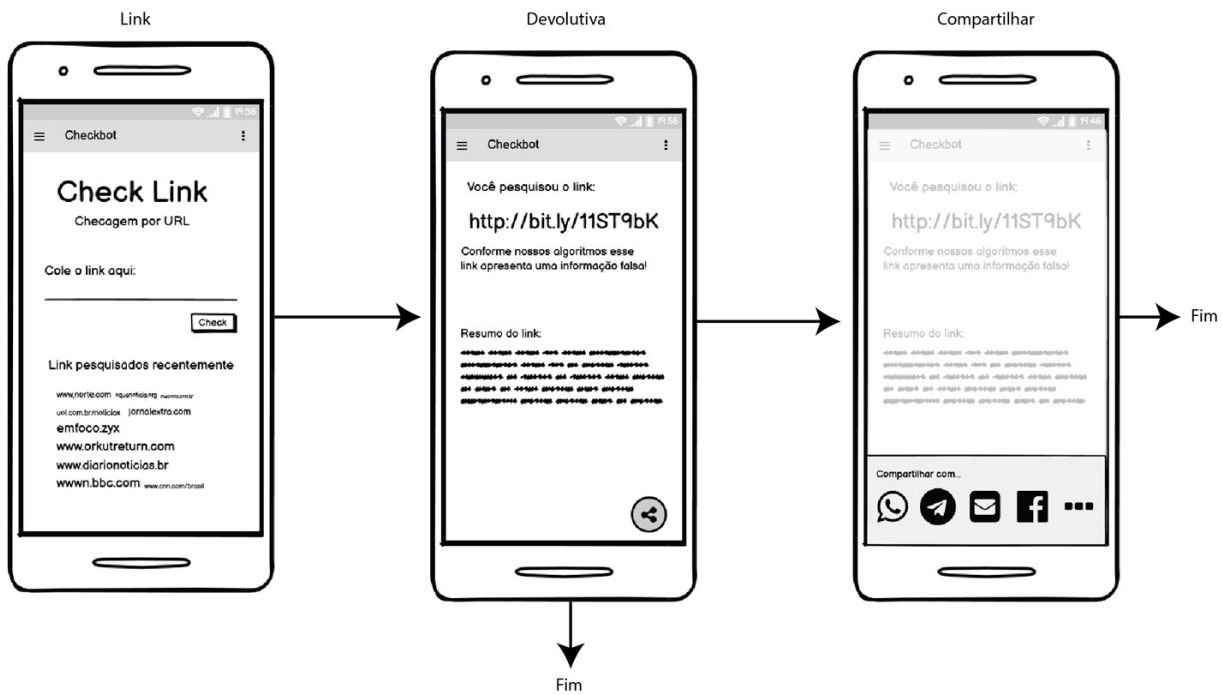
Quadro 1. Caracterização dos Usuários.

Características	Categoria de usuários	
	Usuário	Administrador
Habilidades e conhecimentos		
Habilidade/conhecimento do produto/sistema	Nenhuma	Saber todas as funções do sistema e como funcionam (domínio da linguagem de programação utilizada)
Experiência na tarefa	Inexistente	Alta
Nível de treinamento	Não se aplica	1 hora de curso sobre o app
Habilidades nos dispositivos de entrada	Alta - usa o smartphone diariamente	Alta - usa o smartphone e o computador diariamente
Habilidades de linguagem	Português do Brasil	Português do Brasil/Inglês
Atributos pessoais		
Idade	Varia de 10 a 90 anos	Varia de 20 a 50 anos
Gênero	50% Feminino/50% Masculino	50% Feminino/50% Masculino
Nível de formação	No mínimo, Ensino Fundamental	Técnico ou Graduação em cursos relacionados à computação/ programação
Competências no uso de TI	Uso de aplicativos em smartphones	Uso de aplicativos em smartphones e softwares de computadores
Atitude	Positiva em relação ao uso de aplicativos	Positiva para a solução de problemas
Motivação	Descoberta, de forma rápida, da veracidade de uma informação/notícia.	Mantido, o sistema do app, atualizado e funcional.

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Após a identificação das personas do app, foram desenvolvidos os sketches, a partir da utilização da ferramenta on-line Balsamiq, o que permitiu o desenvolvimento da navegação do aplicativo. Para realizar uma checagem, o usuário pode inserir os dados (link, mensagem ou tema) no app e tocar, em checagem, para realizar a procura do dado informado. Após a devolutiva (resultado da checagem), esse usuário está autorizado a encerrar o uso; a compartilhar o que encontrou, por meio da procura, em outros apps, como WhatsApp, Telegram, Facebook; ou a enviar o feedback por e-mail.

Figura 2. Sketches – Exemplo de Checagem por Link.



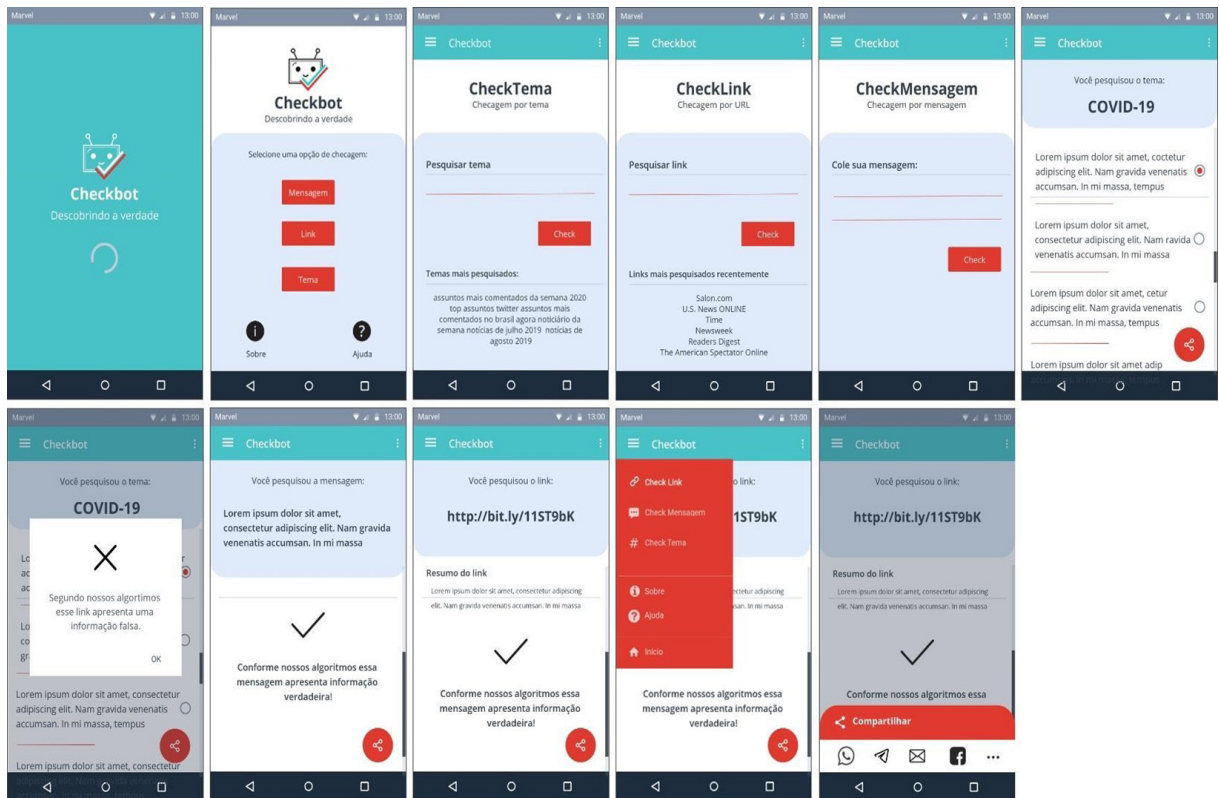
Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Caso o usuário queira checar uma mensagem, ou link recebido de outro app de comunicação, como do WhatsApp, por exemplo, pode compartilhar essa mensagem com o Checkbot. Após isso, é inicializado, a fim de pesquisar o teor do envio. Em seguida, apresenta a devolutiva da pesquisa, e pode, o sujeito, compartilhar o resultado em outros apps. O design do Checkbot foi desenvolvido com base nas avaliações e nas observações de sites e apps de notícias, buscando um design minimalista, simples, com fáceis navegação e utilização.

Resultados e discussão

O aplicativo, com a versão beta, foi desenvolvido com a ferramenta online Marvel App. Com isso, permite-se, também, navegar por entre as telas. O resultado dessa criação pode ser visto em: <https://marvelapp.com/prototype/5g5482f/screen/74138771>.

Figura 3. Aplicação Checkbot.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

O aplicativo foi implementado no MIT App Inventor, um ambiente de fácil utilização, o qual possibilita que a criação de aplicativos seja acessível para todos que querem desenvolver projetos e ideias. Observe alguns testes do aplicativo no App Inventor.

Figura 4. Testes do Aplicativo no App Inventor.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Após os testes, é feita a avaliação de UI (User Interface), a partir da ferramenta on-line CodeMaster, a qual, segundo UFSC (2019, s. p.), “permite analisar a conformidade do design de interface com a teoria de design visual, o guia Material Design e as diretrizes WCAG 2.0”. Acompanhe o resultado da avaliação de UI do aplicativo:

Figura 5. Avaliação do UI com CodeMaster 2.0.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Por último, são feitos os testes de usabilidade. Seguem os casos de testes das tarefas identificadas no início do desenvolvimento do aplicativo.

Quadro 2. Casos de Testes do Sistema de Tarefas Identificadas.

Nº caso de teste	Tarefa ³	Cenário	Resultado esperado	Status
1	Inserir link de notícia	-	Exibição do resultado da pesquisa	Ok
2	Inserir link de notícia (mensagem)	-	Exibição do resultado da pesquisa	Ok
3	Inserir link de notícia (tema)	-	Exibição do resultado da pesquisa	Ok
4	Compartilhar status da informação/notícia	-	Resultado da pesquisa compartilhado com um app externo	Ok

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

³ Os requisitos 01 (Analisar informação) e 04 (Identificar tendências de fake news) não foram contemplados nesta fase, pois o requisito 01 representa funções do Chatbot/IA, já o 4 é desenvolvido em futuras versões.

O teste de usabilidade teve, como objetivo, analisar a interface para verificar se os requisitos de usabilidade são atingidos do ponto de vista do usuário no app Checkbot.

Quadro 3. Requisitos de Usabilidade Avaliados.

Requisito de usabilidade	Medida(s)	Coleta de dados
REQ-U2: Tarefa: Inserir link de informação/notícia		
Eficácia: 80% dos usuários conseguem completar a tarefa.	Número de usuários que conseguem completar a tarefa.	Observação
	Número total de participantes (pesquisadores) do teste.	Registro do teste
Eficiência: em um minuto.	Tempo gasto para completar a tarefa por usuário.	Observação (medição via relógio)
Satisfação: pontuação total 80 pontos com questionário SUS.	Pontuação SUS por usuário.	Questionário SUS
REQ-U3: Tarefa: Compartilhar status da informação/notícia		
Eficácia: 70% dos usuários conseguem completar a tarefa.	Número de usuários que conseguem completar a tarefa.	Observação
	Número total de participantes (pesquisadores) do teste.	Registro do teste
Eficiência: em dois minutos.	Tempo gasto para completar a tarefa por usuário.	Observação (medição via relógio)
Satisfação: pontuação total 75 pontos com questionário SUS.	Pontuação SUS por usuário.	Questionário SUS

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Foram convidados quatro participantes para os testes: dois do sexo masculino e dois do feminino, com faixa etária entre 15 a 62 anos. Dois dos participantes são da área da tecnologia da informação, já os outros são um estudante e um empreendedor. Esse grupo representa o público-alvo do app.

Os testes foram realizados individualmente, de forma remota, através de uma videoconferência. Os participantes puderam interagir com o sistema e, após os testes, responder ao questionário SUS (System Usability Scale).

Considerações finais

Neste artigo, apresentamos as etapas desenvolvidas para a criação de um aplicativo para a checagem de notícias, links e mensagens que são compartilhados e divulgados na internet, um recurso que pode auxiliar a confirmação de notícias divulgadas e garantir, assim, que o conteúdo acessado seja verídico, a fim de evitar as notícias falsas e a desinformação, tão presentes no nosso cotidiano.

Como trabalhos futuros, esperam-se: incluir o analisador de tendências; adicionar notificações; integrar com apps externos (navegadores); e analisar dados pesquisados.

Referências

- CORDEIRO, P. R. J. *et al.* **Design thinking**: desenvolvimento de um app no retalho alimentar. Rio de Janeiro: FEUC, 2016.
- HASSENZAHN, M. Experience design: technology for all the right reasons. **Synthesis Lectures on Human-Centered Informatics**, v. 3, n. 1, p. 1-95, 2010.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração e interpretação de dados. São Paulo: Atlas, 2010.
- MONTEIRO, R. O. *et al.* **Classificação de fake news com textos de notícias em Língua Portuguesa integrando Data Warehousing e Machine Learning**. 2019.
- MOURA, M. P. L. *et al.* Prospecção de tecnologias em chatbots. **Cadernos de Prospecção**, v. 12, n. 3, p. 550, 2019.
- UFSC. **Avalie agora também o design visual do seu app com o CodeMaster!** 2019. Disponível em: <https://ine.ufsc.br/tag/material-design/>. Acesso em: 24 abr. 2021.

CORA – um aplicativo para o turismo inteligente com ênfase em acessibilidade

CORA – an application for intelligent tourism with accessibility emphasis

Beatriz Bizatto Ferreira¹
Rodrigo Ramos Nogueira²
Daniel de Andrade Varela³

Resumo: Santa Catarina é um dos estados brasileiros que mais possui destinos turísticos no país, tendo desde cidades históricas, serras convidativas à aventura e descanso, até praias paradisíacas. A partir disso, colocou-se como objetivo a possibilidade de proporcionar um turismo agradável e acessível a todos. Este artigo apresenta a aplicação CORA, tendo como base o turismo e acessibilidade. Para seu desenvolvimento, foi utilizada como estudo de caso a cidade de Balneário Camboriú/SC. A aplicação se encontra em desenvolvimento, integrando conceitos multidisciplinares, explorando o espaço a ser visitado e sua história, tendo como base as preferências e limitações de cada usuário. Sendo assim, foi necessária a realização de uma pesquisa e a exploração de artigos que tenham propostas parcialmente semelhantes às do CORA, além de aplicativos relacionados, ambos servindo como base e inspirando o design da aplicação.

Palavras-chave: Acessibilidade. Turismo. Tecnologia.

Abstract: Santa Catarina is one of the Brazilian states that has the most tourist destinations in the country, from historic cities, mountains that invite adventure and rest, in addition to its paradisiacal beaches. From this, you can define as a goal the possibility of offering a pleasant and accessible tourism to everyone. This article presents the CORA application, based on tourism and accessibility, which for its development was considered as a case study in the city of Balneário Camboriú/SC. The application is in development integrating multidisciplinary concepts, exploring or spacing the being used and its history, based on the requests and permissions of each user. Therefore, it was necessary to conduct a search and explore articles that include the following requirements applicable to CORA, in addition to related applications, both serving as a basis and inspiring or designing the application.

Keywords: Tourism. Accessibility. Technology.

Introdução

O turismo se encontra cada vez mais presente na indústria cultural, que busca oferecer atrações para o turista. No entanto, não é viável ter o discernimento de todos os pontos atrativos que atraem o turista em uma determinada cidade, o que pode se tornar um empecilho na hora de planejar uma viagem verdadeiramente positiva ao visitante. Em 2010, no contexto econômico, de acordo com Brasileiro (2012), o município de Balneário Camboriú recebeu 4,3 milhões de turistas. Mundialmente, o turismo representa 30% das exportações de serviços e 6% das exportações totais do mundo. Falando de viagens aéreas, em 2010, foram registrados 68,26 milhões desembarques domésticos, além de empregos formais e informais na área do turismo crescendo a cada dia.

Um ponto importante a ser evidenciado no turismo é a acessibilidade. A acessibilidade atinge todas as áreas da sociedade, tendo, então, o lazer como um importante componente da qualidade de vida do cidadão. No caso dos portadores de necessidades especiais, possibilita

¹ Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSSELVI. Rodovia BR 470 – Km 71 – nº 1.040 – Bairro Benedito – Caixa Postal 191 – 89130-000 – Indaial/SC. Fone (47) 3281-9000 – Fax (47) 3281-9090 – Site: www.uniasselvi.com.br.

² Professor Mestre, Pesquisador na Universidade de Coimbra – Portugal. E-mail: rodrigonogueira@dei.uc.pt.

³ Professor Especialista em Gerenciamento de Projetos e Governança em TI, IFC Campus Camboriú, Camboriú/SC. E-mail: daniel.varela@ifc.edu.br.

integração comunitária, aumento da autoestima, como também o desenvolvimento e descoberta de novas potencialidades individuais. Promover a acessibilidade em ambiente construído é proporcionar condições de mobilidade, com autonomia e segurança, constituindo um direito universal resultante de conquistas sociais importantes, que reforçam o conceito de cidadania (ARAÚJO; CÂNDIDO; LEITE, 2009).

Visando o que foi descrito, esse projeto objetiva o desenvolvimento de uma aplicação que permite que pessoas com ou sem limitações/necessidades específicas possam montar seus roteiros de viagem com facilidade e aproveitar sua viagem como qualquer outra pessoa. No aplicativo, será possível construir um roteiro de viagem do zero, reunindo desde passeios e restaurantes até eventos que acontecem na cidade, propiciando, por meio da aplicação, não apenas um roteiro, mas sim uma experiência de viagem.

Metodologia

Esse trabalho é categorizado como uma pesquisa aplicada (LAKATOS; MARCONI, 2003) e teve seu início com a elaboração do repertório conceitual e fundamentação teórica, em que foi realizada pesquisa exploratória, bibliográfica e documental, por meio de artigos, livros e reportagens on-line. Como se trata de um aplicativo, a pesquisa também se enquadra como pesquisa tecnológica (FREITAS JÚNIOR *et al.*, 2014), pois o produto final será um aplicativo mobile que utilizará um conjunto de tecnologias. As etapas de desenvolvimento da pesquisa, já correlacionadas com o desenvolvimento da aplicação, são descritas na sequência.

Pesquisa Exploratória

A primeira fase aborda a pesquisa exploratória, que teve como base artigos mencionados e outras páginas Web, buscando as tecnologias que se farão necessárias no desenvolvimento do atual projeto.

Referências no Mercado de Turismo

Levando em consideração o vasto mercado turístico, dentre os trabalhos correlatos, o artigo *W2GO: A Travel Guidance System by Automatic Landmark Ranking* utiliza sites de viagens como referências de destinos (GAO *et al.*, 2010). Em se tratando de aplicações já existentes no mercado, temos o app Google Maps (GOOGLE, 2022), que possibilita a pesquisa e visualização de mapas por meio de imagens de satélite, sendo gratuito e desenvolvido pela empresa. Esse aplicativo se assemelha à ideia do CORA no quesito de rotas, visto que é possível traçá-las e saber quanto tempo levaria para percorrê-las no próprio app. No entanto, no quesito praticidade e acessibilidade, a aplicação CORA se destaca a partir do momento que não se faz necessário a busca em outros sites ou apps para complementar o roteiro de viagem.

Referências de Acessibilidade

No mercado, também é possível encontrar a aplicação Guia de Rodas, que permite a qualquer pessoa avaliar a acessibilidade dos mais variados locais. O *WhatsCine* é a aplicação que torna o cinema acessível para pessoas com deficiência visual a partir da audiodescrição. Por fim, a aplicação Biomob mapeia e traz avaliações de estabelecimentos no quesito acessibilidade. Todas as aplicações citadas servem de base e inspiração para melhorias da aplicação CORA.

Pesquisa de Opinião

Tendo em vista a comprovação da viabilidade da aplicação, foi elaborado um questionário on-line, que foi aplicado para pessoas das mais diferentes idades e rendas.

Avaliação da Pesquisa

Nessa fase, foram avaliados os resultados da pesquisa, que serão detalhados na seção de resultados.

Identificação das Tecnologias

A aplicação foi desenvolvida como um website, e para implementação em um smartphone Android, foi utilizado o *framework Apache Cordova* (APACHE, 2019).

Desenvolvimento do sistema

Tendo como base todo repertório proposto, o software foi desenvolvido de acordo com as tecnologias levantadas, considerando todo escopo do projeto.

Resultados e discussão

A Tabela 1 apresenta os requisitos listados para que o software se torne viável e possa atender às necessidades do cliente com relação ao aplicativo.

Tabela 1. Requisitos do Sistema

Requisito	Descrição
R1	A base de dados deve ser protegida para acesso de apenas usuários autorizados.
R2	O estudo de caso será a aplicação do software na cidade de Balneário Camboriú/SC.
R3	A aplicação deve possuir uma interface simples, objetiva e adaptável para a navegação do usuário pelo app.
R4	O sistema deve ser operacionalizado na plataforma <i>Android</i> .
R5	Os lugares que serão apresentados ao usuário devem ser filtrados com base em suas preferências e/ou necessidades específicas.
R6	O usuário deve ter acesso a uma breve descrição dos lugares escolhidos, além de informações adicionais como telefones e restrições de idade, se houverem.
R7	A aplicação terá integração com a API de voz do Google permitindo com que deficientes visuais consigam navegar na aplicação.

Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

Após a aplicação do questionário mencionado, concluiu-se que 79,2% do público pesquisado utilizaria um app que auxilia o usuário apenas na elaboração de roteiros e 95,8% utilizariam um app nas mesmas propostas de turismo e acessibilidade que são apresentadas no CORA.

A imagem (A) da Figura 1 apresenta a tela inicial da aplicação, permitindo ao usuário criar um roteiro do zero ou escolher um já pré-definido, e a imagem (B) apresenta a tela de seleção de preferências, em que o usuário começará a filtrar o que deseja para a sua viagem.

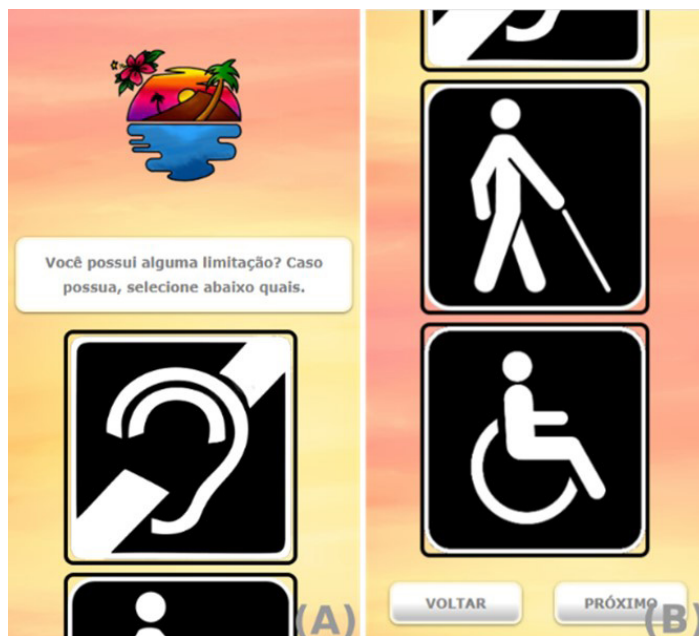
Figura 1. Telas do Sistema.



Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

As imagens (A) e (B) da Figura 2 apresentam a tela de limitações, em que o usuário deverá informar quais são suas especificidades, caso existam. Essa informação também serve para filtrar os destinos que serão apresentados posteriormente.

Figura 2. Funcionamento do Sistema.



Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

A Figura 3 apresenta a tela de escolha de lugares para se visitar, tendo na imagem (A) a lista da maneira que será exibida e na imagem (B) as informações adicionais que aparecerão caso o usuário tenha interesse e indique que elas sejam mostradas.

Figura 3. Telas de Visitação.



Fonte: Elaborada pelos autores (2019).

Considerações finais

Visando o enfoque no turismo acessível, pode-se concluir que o presente trabalho poderá não unicamente revolucionar, mas proporcionar uma grande ajuda para pessoas, independente de quaisquer deficiências ou limitações na hora de planejar um roteiro, visto que todo cidadão deve ter o direito de ir e vir sem se sentir limitado por não existir o devido conhecimento de lugares não acessíveis.

Como trabalho futuro, destaca-se o teste de viabilidade nos dois cenários, tendo como objetivo extrair se este foi aplicado aos perfis de usuário desejados. Complementarmente, tem-se a opção de ser desenvolvido e adaptado para outras plataformas de instalação.

Referências

APACHE CORDOVA. **Apache Cordova**, 2019. Mobile apps with HTML, CSS & JS Target multiple platforms with one code base Free and open source. Disponível em: <https://cordova.apache.org/>. Acesso em: 12 maio 2022.

ARAÚJO, C. D. de; CÂNDIDO, D. R. C.; LEITE, M. F. Espaços públicos de lazer: Um olhar sobre a acessibilidade para portadores de necessidades especiais. **Turismo**, [s. l.], p. 1-44, 11 ago. 2009. Disponível em: <https://bit.ly/3NmUWC1>. Acesso em: 12 maio 2022.

BRASILEIRO, M. D. S. *et al.* **Turismo, Cultura e Desenvolvimento**. [S. l.]; Eduepb, 2012. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/7y7r5>. Acesso em: 12 maio 2022.

GAO, Y. *et al.* W2Go: A Travel Guidance System by Automatic Landmark Ranking. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE MULTIMEDEA. **Anais** [...] 18., Firenze, Itália, 25-29 out. 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/221573513_W2Go_a_travel_guidance_system_by_automatic_landmark_ranking. Acesso em: 12 maio 2022.

GOOGLE. **Google Maps**. 2022. Disponível em: <https://www.google.com/maps>. Acesso em: 12 maio 2022.

FREITAS JÚNIOR, V. *et al.* A pesquisa científica e tecnológica. **Espacios**, v. 35, n. 9, 2014. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a14v35n09/14350913.html>. Acesso em: 12 maio 2022.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

NUNES, C. A. de A. **Turismo acessível: o caso da Lousã**. 2011. Disponível em: <https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/19748>. Acesso em: 12 maio 2022.

TOZZI, T.; ANDERLE, D. F.; NOGUEIRA, R. R. Levantamento de tecnologias para ONGs de Proteção Animal para apoio ao resgate de animais domésticos acoplados ao ciclo de vida de um Sistema Web. *In: XXIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS MULTIMÍDIA E WEB. Anais [...]* SBC, 24., p. 81-84, 2018.

VISUAL STUDIO. **Visual Studio Code**. 2022. Disponível em: <https://code.visualstudio.com/>. Acesso em: 12 maio 2022.

SOLUÇÃO PARA CAPTURA E ANÁLISE DE NÍVEIS LÓGICOS COM A PLATAFORMA ARDUINO

Solution for capture and analysis of logic levels with the arduino platform

Luiz Mauricio Reale Lemos¹

Resumo: O desenvolvimento de sistemas embarcados representa um tópico de importância cada vez mais significativa devido às inúmeras aplicações que encontram na atualidade, especialmente na coleta e compartilhamento de informações através de uma rede de dados. Dentre as ferramentas criadas para facilitar a prototipagem e estudo desses sistemas, a plataforma Arduino se destaca como uma alternativa de código aberto e baixo custo, atraindo não apenas engenheiros de sistemas, mas também artistas e designers interessados em criar protótipos de maneira simples e rápida. Nesse contexto, este trabalho aborda o desenvolvimento de uma solução utilizando o Arduino como ferramenta para captura e análise de níveis lógicos, objetivando facilitar a depuração e ajuste de sensores através dos conversores analógico-digitais presentes na placa Arduino UNO. É apresentada a metodologia de modelagem orientada a objetos, bem como as ferramentas de software empregadas no desenvolvimento da solução. Como resultado desta prática, é possível demonstrar a integração entre hardware e software, além da interoperabilidade entre plataformas de desenvolvimento C++ e Java.

Palavras-chave: Sistemas Embarcados. Arduino. Dispositivos Eletrônicos. Software.

Abstract: The development of embedded systems represents a increasingly important topic due to the numerous applications using them today, especially for collecting and sharing information through a data network. Among the tools created to facilitate the prototyping and study of these systems, the Arduino platform stands out as an open-source, low-cost alternative, attracting not only systems engineers, but also artists and designers interested in creating prototypes in a straightforward way. In this context, the present work addresses the development of a solution using Arduino as a tool for capturing and analyzing logic levels, aiming to facilitate the debugging and adjustment of sensors through analog-digital converters present on the Arduino UNO board. The object-oriented modeling methodology is presented, as well as the software tools used to develop the solution. As a result of this practice, it is possible to demonstrate the integration between hardware and software, along with the interoperability between C++ and Java development platforms.

Keywords: Embedded Systems. Arduino. Electronic Devices. Software.

Introdução

O desenvolvimento da indústria eletrônica nas últimas décadas, sobretudo em relação aos dispositivos digitais com larga escala de integração, tem oferecido uma ampla gama de soluções tecnológicas para as mais diversas áreas e aplicações. O uso da computação digital tornou-se parte prevalente da sociedade na forma de dispositivos como *smartphones*, *tablets*, *desktop PCs*, *notebooks*, dentre outros, afetando de forma significativa a maneira como as pessoas vivem, trabalham e se comunicam. É notável o fato de existirem mais dispositivos com capacidade computacional na Terra do que pessoas – um atestado real da sua importância. Ainda assim, muitos desses dispositivos não são facilmente reconhecidos como computadores por seus usuários, embora sejam imprescindíveis no cotidiano das pessoas. Nesta categoria, encontram-se os sistemas embarcados, que são empregados na execução de funções específicas, geralmente como parte integrante de um sistema maior ao qual estão ligados. É possível encontrar aplicações para esses sistemas nas mais diversas indústrias, incluindo eletrodomésticos, automobilística, aeroespacial, defesa, entretenimento, logística, instrumentação médica,

¹ Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSSELVI – Rodovia BR 470, km 71, nº 1.040, bairro Benedito – Caixa Postal 191, 89084-405 – Indaial/SC – Fone: (47) 3281-9000 – Fax: (47) 3281-9090 – Site: www.uniasselvi.com.br

brinquedos, automação de produção, telecomunicações, dentre outros. Estima-se que apenas 2% dos mais de 10 bilhões de microprocessadores produzidos anualmente são utilizados nos tradicionais PCs – os 98% restantes são empregados em sistemas embarcados (BARR; MASSA, 2006). Diante disso, é possível afirmar que esta indústria, aparentemente invisível – na perspectiva do cidadão comum – representa a fibra na qual se baseia a atual sociedade tecnológica. Esta verdade se traduz através dos números e projeções de mercado para o setor. Por exemplo, segundo estudo publicado por TMR² (2017), o crescimento estimado para a indústria de sistemas embarcados entre 2015 e 2021 deve atingir os 6,5%, com um pico de faturamento de US\$ 233 bilhões no final desse período. Ainda, segundo o estudo, há uma forte demanda no setor para novas aplicações na indústria automobilística – veículos com tecnologia elétrica ou híbrida – além de sistemas com capacidade *multi-core*, como os utilizados em roteadores internet de alta velocidade.

O profundo alcance da indústria de sistemas embarcados levou à criação de um grande “ecossistema” formado por soluções de *hardware*, *software* e padrões utilizados na criação de produtos baseados nessa tecnologia. Tradicionalmente, muitos componentes usados na prototipagem desses sistemas eram caros e de difícil obtenção para o público geral, especialmente os estudantes com poucos recursos. Contudo, a disponibilidade no mercado de novos microcontroladores de alta capacidade e baixo custo, além da existência de compiladores com suporte multiplataforma e código aberto, levou à criação de soluções que ajudaram a remover as dificuldades iniciais, atraindo engenheiros, estudantes, pesquisadores e designers interessados em criar protótipos para seus projetos.

Nesta nova geração de soluções destaca-se o Arduino³ – uma plataforma de prototipagem de código aberto composta por uma placa (com vários modelos de microcontrolador e arquiteturas disponíveis) e um ambiente de desenvolvimento de *software*. Além de possuir uma comunidade com milhares de usuários, a plataforma recebe apoio de fornecedores importantes – incluindo grandes *players* da indústria como Microsoft e Intel. É com base nessa tecnologia emergente que o presente artigo busca justificar-se, oferecendo uma breve introdução aos sistemas embarcados e à plataforma Arduino, abordando também a implementação prática de um analisador lógico capaz de auxiliar na depuração e ajuste de sensores para aplicações de robótica. Além de discorrer sobre um tema relevante para a área acadêmica e profissional, espera-se que o exercício proposto neste trabalho ajude a solidificar alguns conceitos de engenharia de *software* previamente estudados.

Referencial teórico

O conceito de sistema embarcado, conforme amplamente empregado na literatura, diz respeito a um dispositivo computacional construído com o propósito de executar uma função específica, como parte integrante de um sistema maior (WHITE, 2011). O IEEE⁴ acrescenta que esta função tem como objetivo atingir requerimentos necessários à operação do sistema ao qual está vinculado. Essencialmente, um sistema embarcado é um computador – embora isto nem sempre seja evidente da perspectiva dos seus usuários finais (HEATH, 2003). Por exemplo, máquinas de lavar modernas são equipadas com sistemas que controlam ciclos complexos de funcionamento do equipamento, executando programas que acionam bombas, motores e outros dispositivos no tempo e sequência precisos a fim de prover as funções de lavar e centrifugar –

² TMR – *Transparency Market Research* (<https://www.transparencymarketresearch.com/>). Consultoria internacional especializada em análises e pesquisa de mercado.

³ <https://www.arduino.cc/>

⁴ IEEE - *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos)

tudo de forma transparente para os usuários. De maneira semelhante, alguns veículos podem conter dezenas de sistemas que executam funções autônomas críticas, como o gerenciamento de performance do motor, troca de marchas, frenagem antiderrapante (ABS), controle de estabilidade, assistente de partida em rampa, controle de tração, alarme, *airbag*, dentre outros.

Devido ao alcance das suas aplicações, os sistemas embarcados são considerados a mais importante aplicação da tecnologia da informação (TI) para os próximos anos. Alguns autores, como Marwedel (2006), se referem a esta expectativa como “a era pós-PC”, denotando que em breve os PCs e *desktops* não serão mais a plataforma dominante, dando lugar a uma nova geração de dispositivos com grande capacidade de processamento e conectividade que serão invisíveis⁵ para o usuário final – no sentido de estarem disponíveis em todos os lugares.

Embora compartilhem boa parte da sua tecnologia com os sistemas de computação tradicionais, os embarcados possuem características e requerimentos de confiabilidade que afetam a maneira como são projetados, construídos e utilizados (WANG, 2017). Ao contrário dos PCs, que podem executar uma enorme variedade de programas e funções de acordo com a necessidade dos seus usuários, os embarcados são criados para realizar uma tarefa específica – o que apresenta desafios interessantes do ponto de vista da engenharia. Algumas características fundamentais desses dispositivos serão vistas a seguir.

Características dos sistemas embarcados

Sistemas embarcados são projetados para oferecer funcionalidade, da qual depende um produto ao qual estão vinculados. Esse produto pode ser funcionalmente simples, como um brinquedo, ou algo incrivelmente complexo, como um submarino nuclear. Algumas dessas características gerais, que são comuns à maioria dos sistemas, são vistas no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1. Características dos sistemas embarcados.

Características	Significado
Sensores e Atuadores	O acesso ao ambiente físico se dá por meio de sensores (som, luz, pressão, radiação etc.), cujos dados são coletados e processados. O sistema pode interagir com o ambiente através de atuadores (motores, válvulas, relés etc.). Sistemas embarcados são reativos por natureza, baseando-se na leitura dos seus sensores para realizar suas operações.
Confiabilidade	Probabilidade de o sistema não falhar. Especialmente importante em ambientes críticos, onde uma falha poderia causar ameaça à vida humana, prejuízos ambientais ou financeiros (por exemplo, uma usina nuclear).
Manutenibilidade	Capacidade de restauração da operação normal do sistema em caso de falha ou manutenção preventiva, dentro de determinados parâmetros de tempo.
Segurança	Propriedade de que o sistema não causará afeitos adversos ou nocivos em caso de queda na sua operação.
Disponibilidade	Probabilidade de que o sistema permaneça disponível na maior parte do tempo. A alta disponibilidade será alcançada apenas se a confiabilidade e a manutenibilidade forem elevadas.

⁵ Trata-se de um conceito de engenharia e ciência da computação relacionado à onipresença da informática no cotidiano, sendo também conhecido como “Computação Ubíqua” – *Ubiquitous Computing*. O termo foi criado por Mark Weiser em 1988 para descrever um paradigma em que a capacidade computacional estaria presente e acessível onde quer que o usuário se encontre.

Confidencialidade	Propriedade de que os dados confidenciais relacionados ao dispositivo permanecerão íntegros e que a comunicação e autenticação segura entre os processos seja garantida.
Eficiência Energética	Capacidade do sistema operar dentro dos parâmetros de consumo de energia especificados.
Tamanho do Código	Assegurar que o código seja compacto, permitindo o seu armazenamento dentro das limitações de memória existentes em alguns dispositivos, principalmente aqueles com um único <i>chip</i> .
Eficiência de Runtime	Assegurar que o código rode de forma eficiente e consuma a mínima quantidade de recursos.

Fonte: Adaptado de Marwedel (2006, p. 3)

Além das características gerais vistas anteriormente, um requisito comum no desenvolvimento de sistemas embarcados – especialmente os que desempenham funções críticas – é a adequação a normas internacionais de padronização. Uma dessas normas é a IEC⁶ 61508, a qual descreve parâmetros de análise quantitativa com o objetivo de avaliar e mitigar os riscos para cada evento potencialmente perigoso presente no ambiente de operação do sistema.

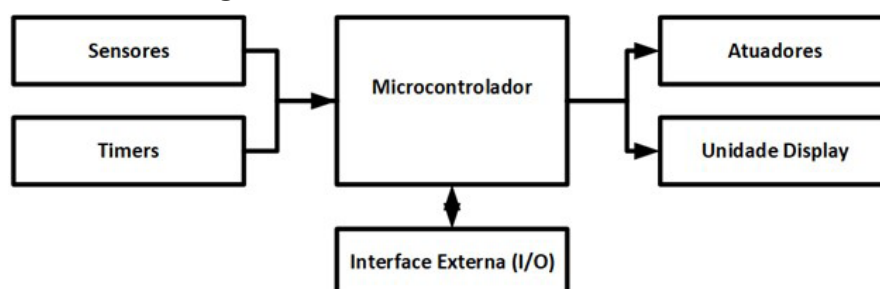
Principais elementos dos sistemas embarcados

Os sistemas embarcados se apresentam, atualmente, nas mais diversas formas, funções, aplicações e níveis de complexidade (WANG, 2017). Seus elementos são constituídos por uma ampla gama de inovações tecnológicas, principalmente nas áreas de processamento digital, miniaturização e conectividade. Neste universo, destacam-se o *hardware* e o *software* como elementos centrais desses dispositivos, os quais serão descritos a seguir.

Hardware

Sendo um artefato eletrônico, um sistema embarcado baseia-se numa plataforma de *hardware*, tendo como elemento central um microcontrolador ou um microprocessador (FIORE, 2017). A grande vantagem desses elementos é a sua flexibilidade, já que suas funções podem ser programadas via *software*, significando que melhorias podem ser incluídas sem necessidade de alteração física no dispositivo (MARWEDEL, 2006). Adicionalmente, o sistema contará com outros elementos, tais como memória, *timers*, *interfaces* I/O, sensores e atuadores. Dependendo da aplicação, o sistema poderá ter também uma *interface* para interação com o usuário. A Figura 1 ilustra os principais elementos de um típico sistema embarcado baseado em microcontrolador:

Figura 1. Elementos de um sistema embarcado.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

⁶ IEC – *International Electrotechnical Commission* (Comissão Eletrotécnica Internacional).

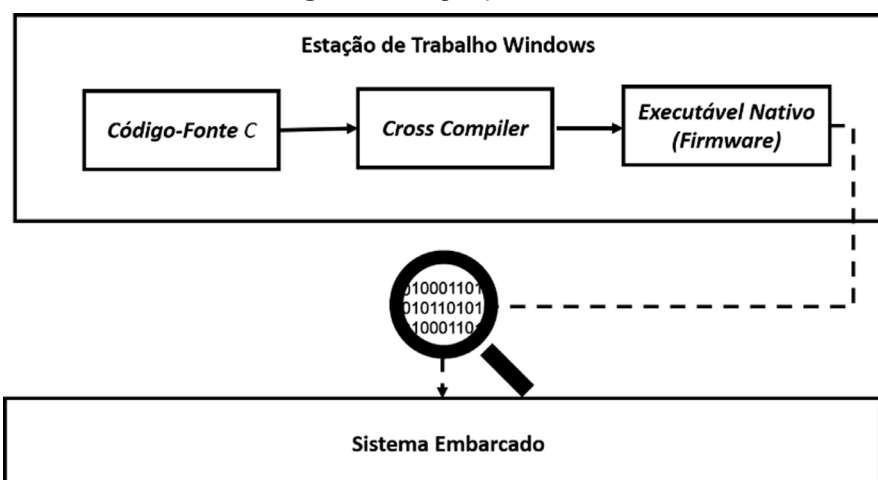
Sistemas baseados em microcontroladores, como o da Figura 1, tendem a ser mais simples e compactos, já que muitas funções estão embutidas no próprio dispositivo de processamento, incluindo memória, I/O, *clock* e comunicação. Sistemas baseados em microprocessadores são mais complexos e requerem mais componentes externos para operar (WHITE, 2011).

Software

Em um sistema embarcado, o papel do *software* (ou *firmware*⁷, como também é conhecido nesse contexto) é aplicar lógica aos dados recebidos e executar as ações correspondentes a fim de atingir o resultado esperado. Ao contrário dos sistemas tradicionais, os embarcados podem ou não ter um sistema operacional para coordenar as funções do *hardware* (WANG, 2017). Isto ocorre devido à natureza específica das funções realizadas por esses sistemas ou por limitações impostas pelo projeto. A programação dos sistemas embarcados pode ser feita em uma variedade de linguagens, porém observa-se, atualmente, a maior prevalência do *Assembly*⁸ e C/C++ nessa área.

Devido aos muitos tipos de plataformas computacionais existentes no mercado, frequentemente não é possível ou prático programar esses dispositivos diretamente. Por isso, utiliza-se uma técnica conhecida com *cross compiling* (compilação cruzada). Esta técnica faz uso de compiladores especiais capazes de gerar código que pode ser executado em uma plataforma diferente da qual o compilador está sendo executado (WHITE, 2011). Dessa forma, o desenvolvedor pode criar o software usando uma estação de trabalho Windows e o compilador fará a conversão do mesmo para a arquitetura desejada. Esse conceito é ilustrado na Figura 2:

Figura 2. Compilação cruzada.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A disponibilidade de ferramentas de compilação cruzada de código aberto e alta qualidade viabilizou o desenvolvimento de soluções baratas para prototipagem de sistemas embarcados, como o Arduino, que será visto a seguir.

⁷ Em sistemas computacionais, *firmware* refere-se a um programa que controla as funções de baixo nível específicas para o *hardware* utilizado.

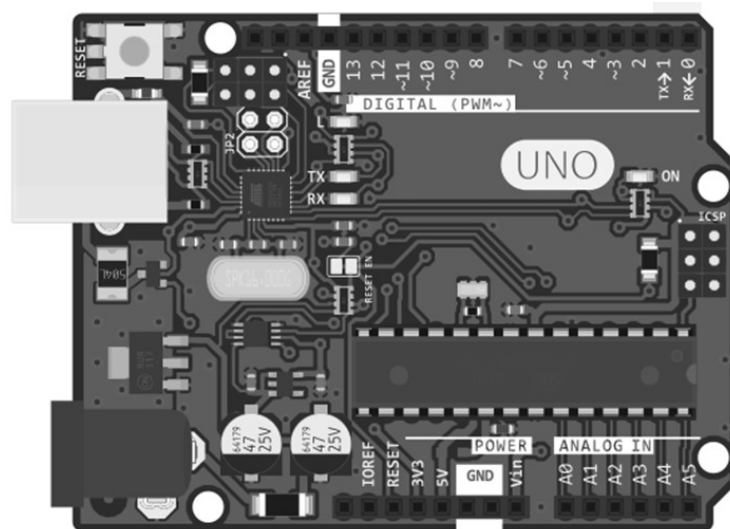
⁸ Linguagem de baixo nível utilizada por dispositivos programáveis. Baseia-se no uso de códigos (conhecidos como “mnemônicos”) nos quais há uma correspondência direta com as instruções em código de máquina do dispositivo.

A plataforma Arduino

Arduino é uma plataforma de computação de código aberto composto por uma placa contendo um microcontrolador e portas I/O, além de um ambiente para o desenvolvimento de programas. O projeto foi criado em 2003 por um grupo de estudantes e professores do Instituto de Interação e Design Ivrea, na Itália, com o objetivo de proporcionar uma ferramenta de baixo custo para estudantes interessados em aprender a criar e programar sistemas embarcados (OXER; BLEMININGS, 2009).

A maioria das placas Arduino são equipadas com microcontroladores da família AVR, produzidos pela empresa americana Atmel. Esses dispositivos usam arquitetura RISC com barramentos 8 ou 32bits, além de diversas opções de memória, *clock* e I/O disponíveis. Alguns modelos mais caros são equipados com processador Intel Curie ou ARM Cortex, ambos com barramento de 32 bits. Uma placa pode ter sua capacidade expandida com o uso de *Shields* – placas compatíveis que podem ser empilhadas com o uso de um conector padrão a fim de prover funcionalidades adicionais (HUGHES, 2016). A Figura 3 ilustra uma placa Arduino modelo UNO⁷, onde é possível observar seus principais elementos:

Figura 3. Placa Arduino UNO.

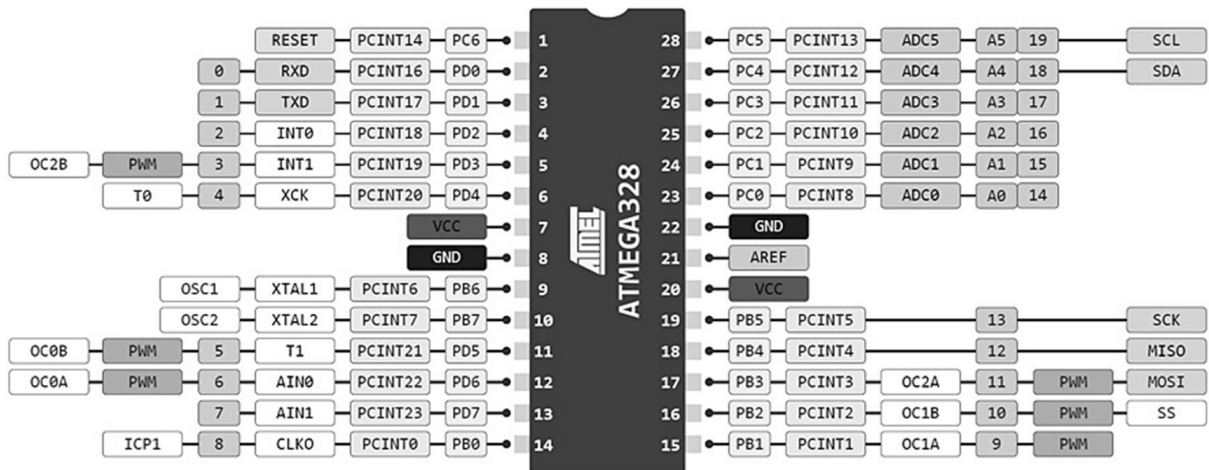


Fonte: Adaptada de <https://www.newtoncbraga.com.br/images/stories/artigos2018/mec0165_0001.png>
Acesso em: 1 set. 2021.

Este modelo faz uso do microcontrolador ATmega328, possuindo 6 entradas analógicas, 14 portas I/O de uso geral, 6 portas PWM (modulação por largura de pulso), além de interfaces USB, ICSP (programação direta no chip), SPI/I2C (comunicação síncrona “*full duplex*”) e serial via USB. A Figura 4, a seguir, ilustra as funções de cada pino do microcontrolador:

⁷ A placa Arduino UNO é o modelo de entrada da família Arduino e será usada como referência neste artigo.

Figura 4. Microcontrolador ATmega328.



Fonte: Adaptada de <<https://2gtech.com.ar/wp-content/uploads/2018/11/atmega328p.png>>. Acesso em: 1 set. 2021.

É possível observar que alguns pinos executam várias funções diferentes, através da multiplexação dos sinais (ATMEL, 2016). Nesta família de microcontroladores, as funções individuais podem ser definidas via *software* ou através de parâmetros especiais do *chip* denominados “*fuses*” – o que confere grande flexibilidade ao desenvolver um projeto. O Quadro 2 destaca os principais parâmetros operacionais do ATmega328:

Quadro 2. Parâmetros do microcontrolador ATmega328.

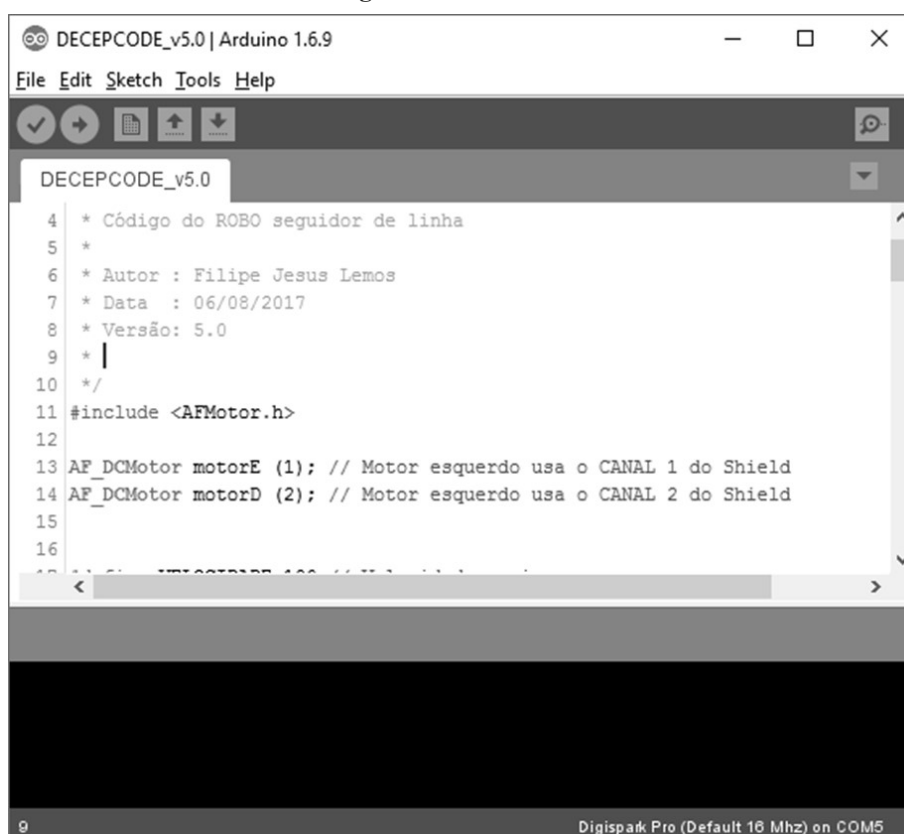
Parâmetro	Valor
Instruções / Registradores	131 / 32 x 8-bits
Memória de Programa	Flash
Memória de Programa (KB)	32
Velocidade CPU (MIPS)	20
Bytes RAM	2048
Portas de Comunicação	1 UART, 2 SPI, 1 I2C
Portas de Captura/Comparação/PWM	1 Porta de Captura, 1 CCP, 6 PWM
Portas Digitais (I/O)	14
Temporizadores	2 x 8-bits, 1 x 16-bits
Comparadores	1
Faixa de Temperatura (C)	-40 até 85
Faixa de Voltagem Operacional	1.8 v até 5.5v
Número de Pinos	28

Fonte: Adaptado de Atmel (2016, p. 1).

Arduino IDE

A plataforma Arduino conta com um ambiente de programação multiplataforma chamado Arduino IDE, formado por editor de código-fonte, compiladores⁸ e *drivers* de comunicação serial via USB para programação das placas (BANZI, 2009). Nesse ambiente, os programas (chamados de “*sketches*”) são criados em um dialeto das linguagens C e C++, que inclui bibliotecas e APIs para cada modelo de placa suportada. A Figura 5 ilustra o Arduino IDE:

Figura 5. Arduino IDE.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Após editar e salvar a *sketch*, o programador realiza o *upload* para a placa, conectada ao computador através de um cabo USB. Este processo fará a compilação do código para o formato binário suportado pela plataforma em uso, que passará a executá-lo imediatamente. Para isso, cada placa conta com um *firmware* especial (“*bootloader*”) o qual é responsável por carregar e executar o programa recebido (HUGHES, 2016).

Cenários de aplicação do Arduino

Apesar das restrições em termos de capacidade de processamento bruto e memória, a comunidade de usuários do Arduino tem desenvolvido milhares de projetos bem-sucedidos ao longo dos anos, com aplicações nas mais diversas áreas. Diante disso, Hughes (2016) sugere a elaboração de uma lista contendo algumas dessas aplicações a fim de ilustrar o que pode ser feito com a plataforma e as possibilidades que a tecnologia oferece:

⁸ O Arduino utiliza o GNU *toolchain* – um conjunto de ferramentas de programação de código aberto muito utilizado no desenvolvimento de aplicações, sistemas operacionais e sistemas embarcados.

Quadro 3. Aplicações do Arduino.

Área	Aplicações
Monitoração do Mundo Real	<ul style="list-style-type: none">• Estação meteorológica autônoma.• Detecção de relâmpagos.• Rastreamento de sol para painéis solares.• Monitor de radiação de fundo.• Monitor de cheia e vazão de rios e barragens.• Monitor de consumo de energia elétrica.• Detector de vida animal.• Sistemas de segurança residencial.• Monitor veicular usando protocolo OBD.• Detector de obstáculos para pessoas com baixa visão.
Controle em Pequena Escala	<ul style="list-style-type: none">• Pequenos robôs.• Aeromodelos (foguetes e aeronaves).• VANT quadrimotor.• Comando numérico computadorizado simples (CNC).• Impressoras 3D.• Satélites espaciais (ArduSat).• Abertura/fechamento de portas e garagens.
Automação em Pequena Escala	<ul style="list-style-type: none">• Estufa de jardim automatizada.• Automação de irrigação em plantações.• Aquário automatizado.• Robô para transporte de amostra em laboratório.• Câmara térmica de precisão.• Sistema de testes automatizado.
Arte e Performance	<ul style="list-style-type: none">• Controle de iluminação dinâmico.• Controle de sonorização dinâmico.• Estruturas cinemáticas.• Arte responsiva à interação com audiência.

Fonte: Adaptado de Hugues (2016, p.12)

Ao considerar as aplicações do Quadro 3, fica evidente o potencial que a plataforma Arduino oferece para solucionar problemas nas mais diversas áreas. Por isso, este artigo aborda a seguir uma área de particular interesse para quem desenvolve projetos de sistemas embarcados: a instrumentação eletrônica.

Prova de Conceito: Captura e análise de níveis lógicos

Com o propósito de exercitar, na prática, os conceitos já apresentados neste artigo, é proposto a implementação de uma prova de conceito, na forma de uma aplicação baseada na plataforma Arduino para captura e análise níveis lógicos. A solução será composta por uma placa Arduino UNO e seu firmware, criado na linguagem C++, além de aplicação gráfica desenvolvida em Java com a biblioteca Processing⁹. Serão empregadas técnicas de modelagem e engenharia de *software*, usando ferramentas e tecnologias de código aberto. Finalmente, será feita uma breve avaliação com propósito de identificar as lições aprendidas com a implementação da solução.

⁹ Confira em <https://processing.org/>.

Cenário motivacional

Uma ferramenta útil presente no Arduino IDE é o monitor serial, o qual permite que o desenvolvedor depure o valor de variáveis e outros parâmetros do programa, enquanto este encontra-se em execução na placa. Isto ocorre, por exemplo, durante a calibração de sensores, onde se faz necessária uma leitura dos valores retornados. Entretanto, existem situações em que seria mais conveniente visualizar graficamente o sinal para aferir suas propriedades – algo que o monitor serial não permite fazer. Para isto, é necessário utilizar um analisador lógico que, além de ser uma ferramenta cara, nem sempre está disponível, por exemplo, nas atividades de programação em campo como as competições de robótica.

Diante desse cenário, foi identificada uma oportunidade para criar uma solução baseada na plataforma Arduino, que permita a captura de sinais a partir das portas analógicas presentes na placa Arduino UNO e apresentando-os graficamente para análise. A ferramenta deverá capturar até seis canais simultâneos (A0 a A5) com frequência máxima de ~1Khz – ainda abaixo do limite prático dos conversores analógico-digitais do microcontrolador ATmega328 – e medir sua voltagem instantânea, tipicamente entre zero e cinco volts. Foi definido que a ferramenta deveria chamar-se “ArduLogic”.

Metodologia

Os tópicos a seguir focalizam a metodologia empregada no desenvolvimento da solução, bem como as técnicas de modelagem e ferramentas de software utilizadas. A solução foi desenvolvida dentro do paradigma de orientação a objeto (OO), com um escopo propositalmente ajustado de modo a ser compatível com as restrições de um trabalho acadêmico. Optou-se pelo levantamento formal de requisitos com o objetivo de documentar as funcionalidades do sistema, permitindo, assim, evidenciar seu propósito e resultados.

Os requisitos são essenciais ao processo de modelagem de um software uma vez que ajudam a capturar e compreender as necessidades dos usuários de modo que estas estejam presentes na solução final. Nesta fase são registradas as especificações mínimas iniciais do sistema contendo os requisitos funcionais (RF) e não funcionais (RNF). Os requisitos são classificados de acordo com sua relevância para o projeto, conforme o Quadro 4 a seguir:

Quadro 4. Classificação de requisitos.

Nível	Descrição
Crítico	Indispensável à operação do sistema sem o qual ele não poderá entrar em produção, mesmo que de forma experimental.
Importante	Importante para a operação do Sistema, porém não impede o seu funcionamento inicial. Contudo, deverá ser implementada tão logo seja possível.
Desejável	Agrega valor e funcionalidade ao sistema, porém não compromete a sua operação inicial em produção.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Levantamento dos Requisitos Funcionais (RF)

[RF-01] Leitura de Sinal (Crítico). O *software* embarcado deve ser capaz de realizar uma leitura do sinal nas portas A0-A5 da placa, em ciclos de pelo menos 1 milissegundo (~1Khz), montando, em seguida, um pacote a ser enviado ao *host* (estação de trabalho) via conexão USB-Serial. Para melhor performance, a porta serial deve ser configurada para operar em 115200 *bauds*.

[RF-02] Recebimento de Pacotes (Crítico). O módulo *host* deve monitorar a conexão via porta serial e deverá iniciar a captura, validação e armazenamento dos pacotes enviados pelo *firmware* da placa. Os pacotes deverão ser colocados numa fila circular usando, para isto, uma *thread* específica, a fim de assegurar a performance e fluidez no processamento.

[RF-03] Renderização Gráfica (Crítico). O módulo *host* deverá capturar e decodificar os pacotes a partir da fila circular e realizar a renderização dos seis canais, plotando uma régua gráfica na superfície (*canvas*) com divisões de 1,25v marcadas no eixo Y (vertical) para cada canal. Cada canal deve ser plotado com uma cor diferente, devendo exibir a voltagem (em volts), valor ADC mínimo e máximo (0-1023), além do tempo de latência (em milissegundos) em cada canal. Os canais devem ser devidamente identificados (CH-1 a CH-06).

Declaração de Requisitos Não funcionais

[RNF-01] Usabilidade (Importante). O módulo *host* deve possuir uma interface simples e boas características de usabilidade, com baixa latência. Esta deverá implementar controles que permitam pausar, reiniciar e salvar, no formato XLS da planilha Excel, os valores individuais plotados em cada canal.

[RNF-02] Requisito de Hardware (Importante). O módulo *host* deve poder operar com performance máxima dentro dos limites de capacidade de uma estação de trabalho com CPU i5, 8 GB de RAM, 32 GB de disco (30 mb/s) e placa gráfica com 2GB de VRAM.

[RNF-03] Ferramentas e Linguagens de Programação (Crítico). O *firmware* da placa deve ser implementado em C++ através do Arduino IDE. O módulo *host* deve ser implementado em Java com uso da biblioteca gráfica Processing, tendo o ambiente Eclipse Mars como editor. O Quadro 5 a seguir demonstra um resumo das ferramentas selecionadas para o desenvolvimento do projeto:

Quadro 5. Ferramentas de desenvolvimento.

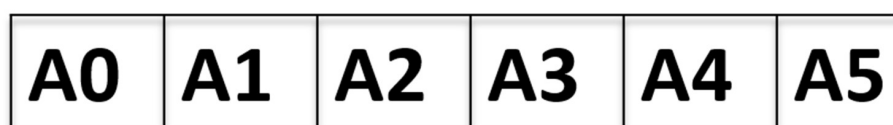
Categoria	Ferramentas
Linguagens de Programação	C++, Java
Ferramentas de Desenvolvimento	Eclipse Mars 2.0, Arduino IDE
Ferramentas de modelagem UML	Astah CE
Frameworks	Arduino, Processing

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Pacote de Dados

O pacote de dados deve ser simples e baseado em caracteres a fim de simplificar seu processamento. Para tanto, é composto por uma *string* contendo 6 posições (uma para cada canal) separados por um caractere *pipe* (“|”). Cada posição armazenará o valor da porta analógica para o respectivo canal (entre 0 a 1023). Esta estrutura é ilustrada na Figura 6, a seguir:

Figura 6. Estrutura do pacote de dados.

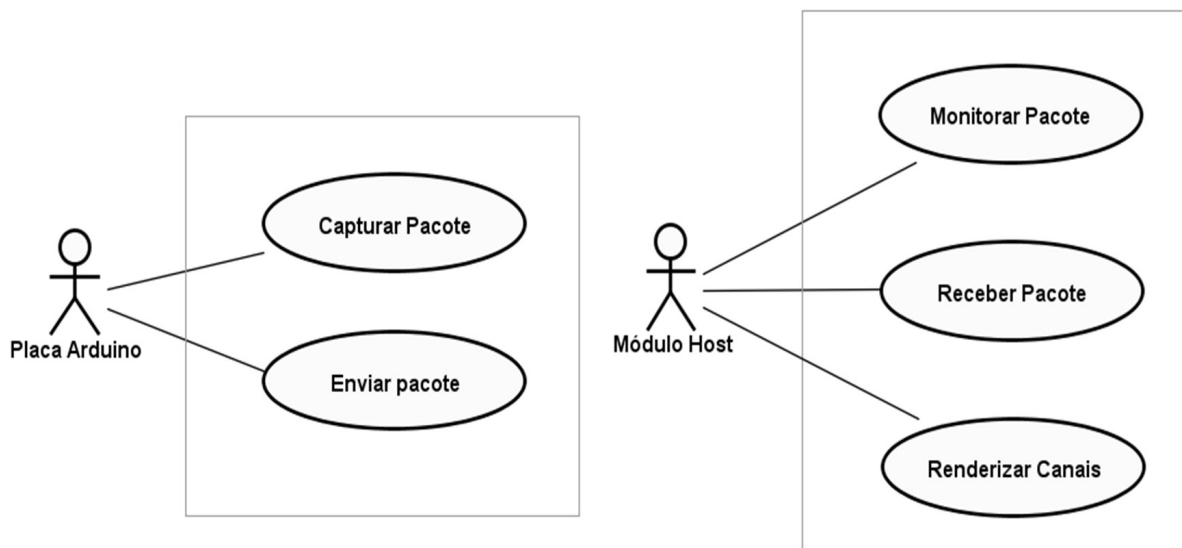


Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Diagrama de Casos de Uso

Com os requisitos levantados, é possível ter uma visão acerca dos processos que serão implementados de modo a garantir a funcionalidade mínima da solução. O diagrama mostrado na Figura 7 delimita os principais processos executados pelo *software*:

Figura 7. Diagrama de casos de uso.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

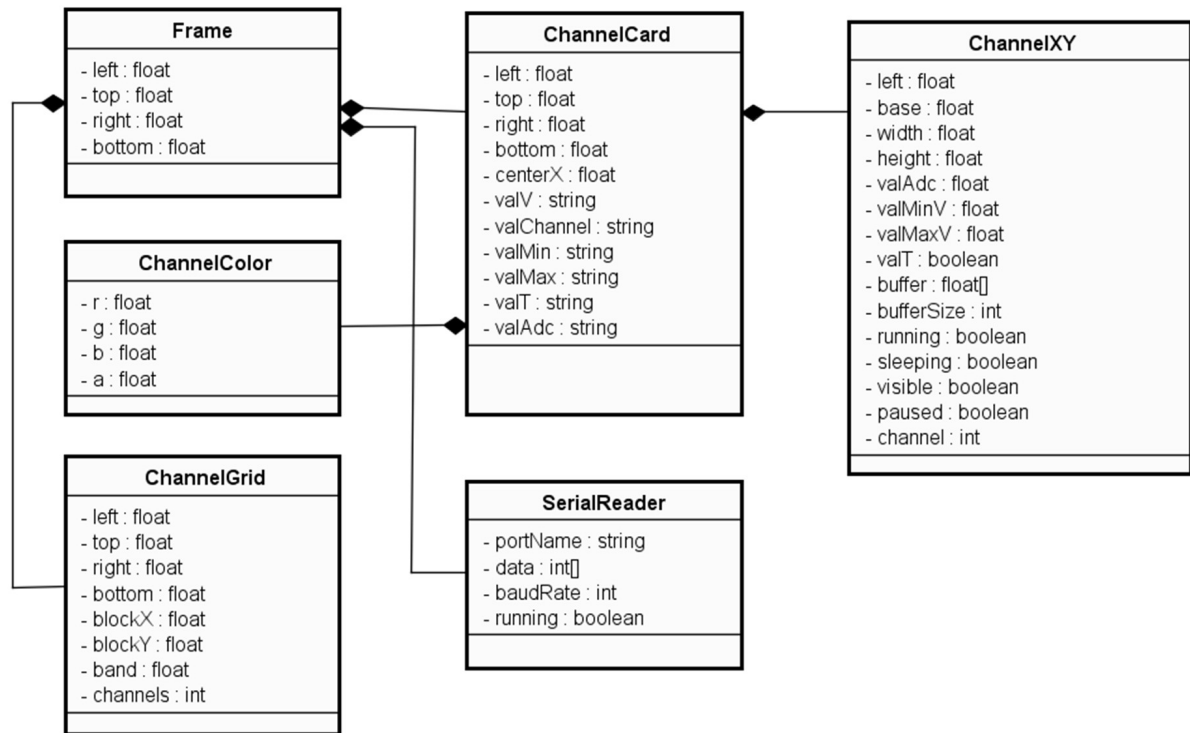
Os casos de uso “Capturar Pacote” e “Enviar Pacote” identificam os processos executados na placa Arduino (representado pelo ator “Placa Arduino”). Esses processos atuam de forma ininterrupta e não interagem diretamente com o usuário, sendo parte do *firmware* da placa. Os casos de uso “Monitorar Pacote”, “Receber Pacote” e “Renderizar Canais” estão associados ao módulo *host*, representado pelo ator “Módulo Host”. Este módulo representa a *front-end* da solução com o qual o usuário interage através da interface gráfica, onde os canais são plotados.

O processo “Capturar Pacote” é responsável pela leitura das portas analógicas e a geração do pacote de dados. O processo “Enviar Pacote” estabelece a conexão e transmite o pacote através da conexão serial. O processo “Monitorar Pacote” verifica o estado da conexão e sinaliza quando um pacote foi recebido com sucesso. O processo “Receber Pacote” realiza a validação do pacote e o deposita em uma fila circular usando, para isso, uma linha de execução separada. Finalmente, o processo “Renderizar Canais” utiliza os pacotes da fila para plotar os elementos gráficos.

Diagrama de Classes

Esse diagrama aplica-se ao módulo *host* usando o paradigma de modelagem orientada a objetos, sendo possível definir suas funcionalidades em termos de classes, suas associações, atributos e operações a eles relacionados. Para maior clareza, o diagrama de classes mostrado na Figura 8 focaliza principalmente a perspectiva da especificação e omite as operações públicas e construtores:

Figura 8. Diagrama de classes (módulo host).



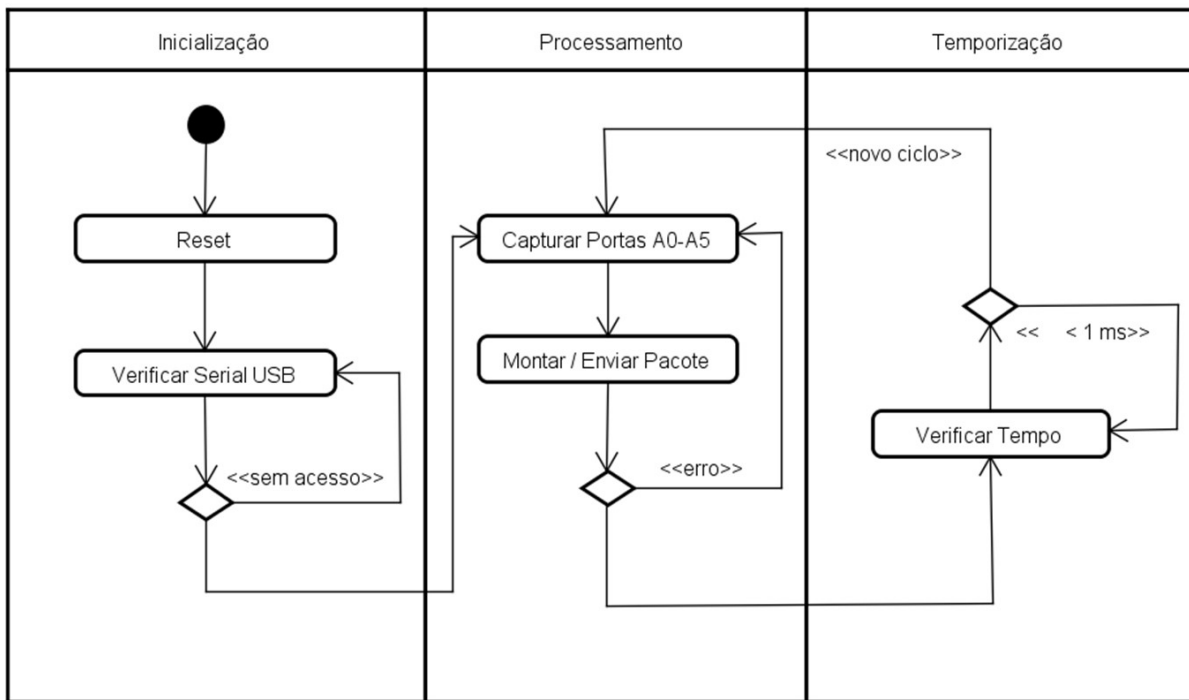
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

No diagrama é possível identificar a classe “*Frame*” como sendo a base da aplicação, unindo as demais classes através de composição. A classe “*Serial Reader*” é responsável pela monitoração e recebimento dos pacotes gerados pela placa (via conexão USB-Serial), colocando-os numa fila circular. A classe “*ChannelCard*” representa um canal individual na interface do usuário, com sua plotagem gráfica e controles associados ao canal. Uma vez que os canais são idênticos – diferindo apenas em relação aos valores em seus atributos – 6 objetos desta classe são criados pela classe “*Frame*” e mantidos numa lista. A classe “*ChannelXY*” é responsável por capturar um pacote e plotar graficamente o canal a ela associado. A classe “*ChannelGrid*” possui a função de criar a superfície onde os gráficos serão plotados, na forma de uma grade. Finalmente, a classe “*ChannelColor*” mantém os componentes de cor (RGBA) para cada canal.

Programação da Placa Arduino

O *software* embarcado na placa Arduino foi desenvolvido em C++ e possui a função de capturar os dados recebidos nas seis portas analógicas, montar um pacote no formato apropriado e transmiti-lo ao módulo *host* via conexão serial. O principal requerimento é a velocidade de processamento para que a frequência operacional pretendida (~1Khz) seja alcançada. Para atingir esse objetivo, o *software* precisa ser simples e rápido. O programa executa um ciclo de inicialização, processamento dos pacotes de dados e temporização – repetindo os dois últimos uma vez a cada milissegundo. O diagrama de atividades na Figura 9 ilustra esse algoritmo:

Figura 9. Diagrama de atividades.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

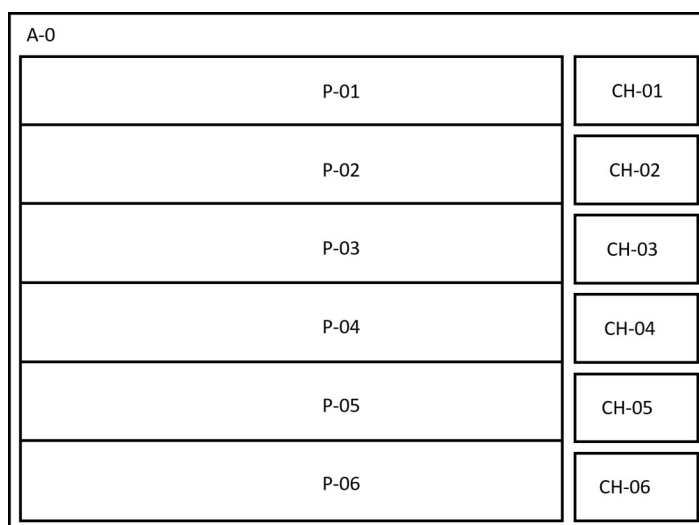
O ciclo de inicialização ocorre quando a placa é ligada, fazendo com que o programa armazenado na memória Flash¹⁰ seja carregado e executado pelo *bootloader*. Durante este ciclo o programa verifica a conexão com a porta serial a fim de detectar a conexão entre a placa e a estação de trabalho. Em seguida, é iniciado o ciclo de processamento em que os dados das portas seriais são lidos para formar um pacote que será enviado ao módulo *host*. Havendo algum erro na transmissão do pacote, o processo será repetido; caso contrário, o programa aguardará 1 milissegundo antes de iniciar um novo ciclo.

Prototipagem da Camada de Apresentação

A *interface* gráfica executada na estação de trabalho (módulo *host*) foi criada a partir do conceito de componentes reutilizáveis, onde cada componente representa uma função na tela. Isto baseia-se na observação de que vários elementos se repetem na *interface* diferindo apenas quanto ao valor dos seus atributos (cor, estado, posicionamento etc.). Dessa forma, a tela foi particionada em blocos – cada bloco representando um componente – conforme ilustra a Figura 10, a seguir:

¹⁰ Um tipo especial de memória de leitura/escrita que mantém os dados mesmo com o dispositivo desligado.

Figura 10. Modelo de componentes da interface do usuário.



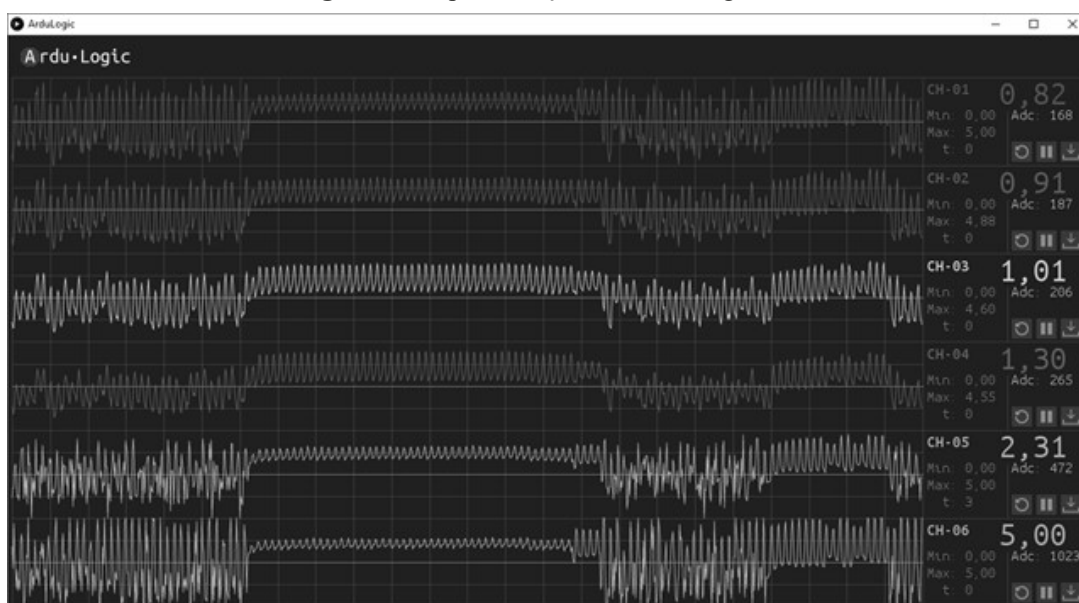
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Esta técnica de prototipagem permite agilidade e baixo custo de desenvolvimento, além de proporcionar uma visão clara do posicionamento dos elementos. São utilizados 13 componentes, de apenas três tipos diferentes – o que denota uma significativa taxa de reutilização. O componente “A-0” (classe “Frame”) é o elemento-raiz da interface gráfica. Os componentes “P-01” a “P-06” (classe “ChannelXY”) são responsáveis pela plotagem gráfica do canal ao qual estão vinculados. Os componentes “CH-0” a “CH-6” (classe “ChannelCard”) representam os controles visuais e indicadores relacionados ao respectivo canal.

Da Camada de Apresentação

Seguindo as orientações gerais coletadas no levantamento de requisitos e no protótipo visto anteriormente, foi implementado a *interface* ilustrada na Figura 11:

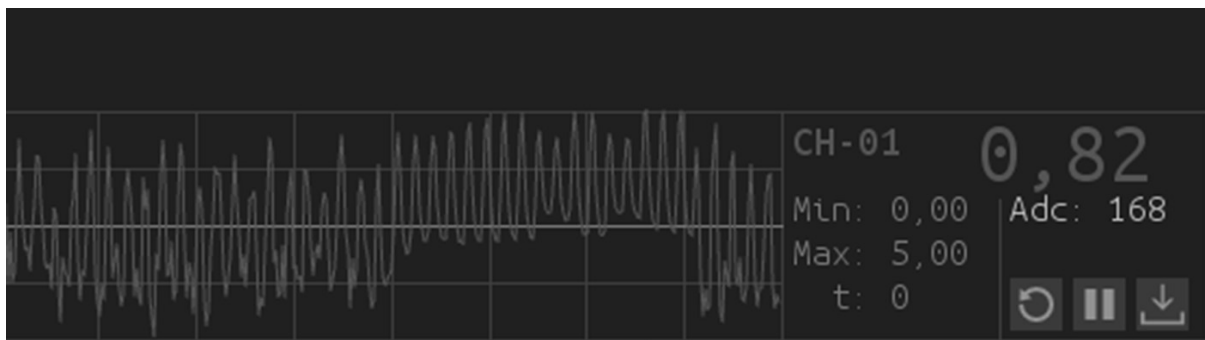
Figura 11. Implementação da interface gráfica.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Conforme estabelecido nos requisitos, cada canal possui uma cor específica para facilitar sua identificação por parte do usuário. Adicionalmente, existem controles para reiniciar, pausar e salvar os dados de cada canal individualmente. A figura 12 apresenta em maior detalhe os componentes gráficos “P-01” (classe “*ChannelXY*”) e “CH-01” (classe “*ChannelCard*”):

Figura 12. Detalhe dos componentes.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Resultado da prova de conceito

O desenvolvimento desta prova de conceito demonstrou a flexibilidade e o potencial da plataforma Arduino, oferecendo uma alternativa de baixo custo para a elaboração de projetos com aplicação nas mais diversas áreas. A utilização de técnicas de levantamento de requisitos e os diagramas UML proporcionaram significativa segurança nas fases iniciais do projeto, facilitando a compreensão e documentação do problema a ser resolvido, além de evidenciar as características gerais do sistema. O paradigma de orientação a objetos e arquitetura de componentes reutilizáveis ajudaram a racionalizar os recursos computacionais disponíveis, além de manter o código simples e de fácil manutenção, contribuindo, definitivamente, para agregar valor ao produto. Finalmente, foi possível aferir que o sistema atingiu os requisitos de funcionalidade e performance projetados, operando de forma satisfatória.

Considerações finais

Este artigo fez uma breve introdução à disciplina dos sistemas embarcados, demonstrando suas definições, características, potencial e aplicações. Fica nítido a importância desses sistemas para o mercado de TI, além da sua prevalência na sociedade atual, sendo parte integrante de uma infinidade de produtos que as pessoas usam diariamente – às vezes sem perceber. Também foi demonstrado que esta tecnologia deverá assumir posição dominante no futuro, em que a computação estará presente em todos os lugares, integrando-se cada vez mais ao cotidiano das pessoas. Além disso, foram apresentados os conceitos gerais sobre a plataforma Arduino, a qual oferece uma excelente alternativa para o desenvolvimento e prototipação de uma variedade de soluções, incluindo sistemas embarcados. A prova de conceito apresentada, na forma de uma solução para análise lógica de sinais, permitiu explorar a capacidade do Arduino em projetos do mundo real, obtendo resultados significativos com um custo baixo. A disponibilidade desses recursos ajuda a promover o acesso à tecnologia, contribuindo para a educação e formação de novos talentos, além do desenvolvimento de soluções eficazes para os problemas do mundo moderno.

Referências

- ATMEL. **ATMega328/P Datasheet**. USA, 2016. 442 p. Disponível Em: www.atmel.com/Images/Atmel-42735-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega328-328P_Datasheet.pdf. Acesso em: 1 nov. 2017.
- BANZI, M. **Getting Stared with Arduino**. Sebastopol: O'Reilly, 2009.
- BARR, M.; MASSA, A. **Programming Embedded Systems**. Sebastopol: O'Reilly, 2006.
- FIORE, J. M. **Embedded Controllers Using C and Arduino**. USA: Dissidents, 2017.
- HEATH, S. **Embedded Systems Design**. Oxford: Newnes, 2003.
- HUGHES, J. **Arduino: A Technical Reference**. Sebastopol: O'Reilly, 2016.
- MARWEDEL, P. **Embedded System Design**. Dordrecht: Springer, 2006.
- OXER, J.; BLEMING, H. **Practical Arduino: Cool Projects for Open-Source Electronics**. New York: Apress, 2009.
- TMR TEAM. **Embedded Systems Market Survey 2015 – 2021**. USA, 2015. 41 p. Disponível em: https://www.transparencymarketresearch.com/semiconductor-market-reports-5/Sample_Embedded System Market - Global Industry Analysis Size Share Growth Trends and Forecast 2015 - 2021.pdf. Acesso em: 1 jun. 2017.
- WANG, J. **Real-Time Embedded Systems**. Hoboken: Wiley, 2017.
- WHITE, E. **Making Embedded Systems**. Sebastopol: O'Reilly, 2011.

SISTEMA BASEADO EM APRENDIZADO DE MÁQUINA PARA DETECÇÃO E MITIGAÇÃO DE ATAQUES DE REDES EM TEMPO REAL

Machine learning-based system for real-time detection and mitigation of network attacks

Fernando Luiz Moro¹
Alexandre Aguiar Amaral¹
Ana Paula Amaral¹
Rodrigo Ramos Nogueira¹

Resumo: As tarefas diárias de gerenciamento de rede, tais como a detecção e a mitigação de ataques, tornaram-se difíceis de serem executadas em razão da heterogeneidade dos serviços e dispositivos de rede. A rede definida por software (SDN) surge como alternativa para minimizar estes desafios. Contudo, o elemento central deste paradigma pode ser o principal ponto de falha na ocorrência de um ataque. É proposto neste trabalho uma solução com base em um sistema desenvolvido, que integra técnicas de redes de computadores com algoritmos de aprendizado de máquina.

Palavras-Chave: Ataque, Machine Learning, SDN.

Abstract: Daily network management tasks such as attack detection and mitigation have become difficult to perform due to the heterogeneity of network services and devices. The software defined network (SDN) emerges as an alternative to minimize these challenges. However, the central element of this paradigm can be the main point of failure in the occurrence of an attack. This work proposes a solution based on a developed system, which integrates computer networking techniques with machine learning algorithms.

Keywords: Network, Machine Learning, SDN.

Introdução

Indiscutivelmente, a evolução da Tecnologia da Informação e Comunicação trouxe muitos benefícios e facilidades. Cada vez mais, pessoas e objetos estão se conectando à Internet, ao mesmo tempo que inúmeros serviços outrora imagináveis têm sido desenvolvidos. No entanto, a complexidade para conduzir a gerência das redes de computadores se tornou notória, evidenciando também as fragilidades inerentes aos métodos e as soluções tradicionalmente utilizadas para este fim (FAWCETT *et al.*, 2018). Novos requisitos e patamares de exigências legais relacionados à segurança dos dados, privacidade, qualidade e disponibilidade dos serviços prestados têm sido exigidos. Medidas de qualidade e desempenho, tais como SLA (*Service Level Agreement*), QoS (*Quality of Service*) e QoE (*Quality of Experience*) tem sido cada vez mais exigidas, e quando não atendidas podem incorrer em sérios prejuízos financeiros e de imagem da intuição (SAFDAR; DURAD; ALAM, 2018).

Na gênese das redes IP não foram considerados itens como a conexão de bilhões de máquinas, usuários e uma grandeza de serviços. Similarmente, não foram especificados nativamente mecanismos de segurança, e mesmo depois de décadas ainda não há solução definitiva para saná-las. Concomitantemente, as redes se tornaram ao longo dos anos mais heterogêneas (e.g., equipamentos, protocolos) e com aumento das vulnerabilidades de hardware e software conectados a ela, juntamente com o valor da informação trafegada potencializou a taxa de crescimento dos ataques à segurança e à privacidade (AYOUBI S *et al.*, 2015; FAWCETT *et al.*, 2018).

¹ Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSSELVI – Rodovia BR 470, km 71, nº 1.040, bairro Benedito – Caixa Postal 191, 89084-405 – Indaial/SC – Fone: (47) 3281-9000 – Fax: (47) 3281-9090 – Site: www.uniasselvi.com.br

O rápido crescimento da IoT (*Internet of Things*) também tem contribuído para que variados tipos de dispositivos sejam, cada vez mais, utilizados como armas para realização de ataques como o DDoS (*Distributed Denial of Service*) (FAWCETT *et al.*, 2018) (VAARANDI, 2013). A heterogeneidade e a vulnerabilidade destes dispositivos de rede surgem como obstáculos para a detecção e mitigação dos ataques.

Notoriamente, as tarefas de gerenciamento de redes, em particular no diagnóstico e mitigação de ataques, não são triviais. Mecanismos que não tenham a capacidade de se adaptar a estas evoluções e nuances das redes e que requerem a total operacionalização manual se tornam cada vez mais improficuos. Durante um ataque pode ser gerado logs com gigabytes de dados (e.g., alarmes) (SAFDAR; DURAD; ALAM, 2018). Para a tomada de decisão é requerida a análise dos dados gerados, sendo um processo demorado e oneroso quando realizado manualmente (VAARANDI, 2013). Dependendo da rede e da aplicação, alguns minutos inoperantes podem incorrer em grandes prejuízos.

Essas observações têm levado à procura de novas estratégias para o gerenciamento de redes. Neste cenário são requeridos o desenvolvimento de mecanismos que permitam um gerenciamento mais eficaz, reduzindo a intervenção e ações manuais, bem como de serem capazes de se adaptarem à evolução das redes e das estratégias utilizadas nos ataques. Neste contexto, surgem as redes definidas por software (SDN – *Software Defined Network*) e os algoritmos de aprendizado de máquinas como alternativas para endereçar os desafios supracitados (AYOUBI S *et al.*, 2015) (FAWCETT *et al.*, 2018).

O surgimento da SDN tornou-se crucial, pois nela há a separação das funções de controle e encaminhamento nos dispositivos de rede permitindo que sua gerência seja diretamente programável (ONF, 2022). Uma SDN pode ser implementada através da tecnologia *OpenFlow*, sendo um padrão aberto (AYOUBI S *et al.*, 2015). Através dele é disponibilizada uma interface de programação padronizada que permite controlar diretamente os dispositivos de encaminhamento de rede (COSTA, 2013). A principal vantagem da SDN é permitir que a administração e a execução das tarefas de gerência sejam simplificadas e realizadas de forma homogênea, mitigando a complexidade encontrada nas redes convencionais (AHMAD *et al.*, 2015).

Soluções automatizadas baseadas em aprendizado de máquina têm sido utilizadas e, comprovadamente, eficazes na detecção de ataques de rede (AHMAD *et al.*, 2015; CISCO, 2018). Sendo um subcampo da inteligência artificial, o aprendizado de máquina permite que um computador aprenda sem ser explicitamente programado (DAS; NENE, 2017). Através dos métodos de aprendizado de máquina é possível extrair automaticamente os padrões dos dados de rede, aprender sobre eles e realizar a detecção de ataques conhecidos, bem como viabilizar o diagnóstico de novos ataques (NAJAFABADI *et al.*, 2015). Há, na atualidade, inúmeros algoritmos de aprendizado de máquina propostos na literatura (AYOUBI S *et al.*, 2015). Contudo, há ainda alguns desafios para sua maior utilização e disseminação. Dentre eles destacamos os aspectos relacionados à modelagem do problema que será tratado, como os algoritmos serão treinados e avaliados e como viabilizar a automatização destes processos.

Propõem-se neste trabalho um sistema baseado em aprendizado de máquina para monitorar o tráfego de rede em tempo real, diagnosticando e aplicando automaticamente ações de contramedida na ocorrência de um ataque. O processo de modelagem, treinamento e avaliação de diferentes algoritmos de aprendizado de máquinas são automatizados pelo sistema. Também proporciona a facilidade e flexibilidade de escolher qual algoritmo é o mais adequado para o ambiente de rede monitorado através de várias métricas de eficácia e eficiência. Adicionalmente, ele permite que sejam especificadas quais ações automatizadas serão executadas em uma rede definida por software na ocorrência de um ataque.

Busca-se, através do sistema proposto, a celeridade nas tarefas de detectar e disparar ações corretivas aos ataques, minimizando as intervenções manuais. Acreditamos, também, em sua potencialidade para proporcionar maior resiliência à rede, bem como maximizar a disponibilidade e a confiabilidade dos serviços prestados por ela. Dessa forma, julgamos que, através do sistema proposto, as tarefas atribuídas ao gerente de rede possam ser avaliadas, proporcionando a ele um enfoque nos aspectos mais estratégicos e de mais alto nível da gerência de rede.

A seguir, apresentaremos o sistema proposto, detalhando seus principais módulos e funcionalidades, bem como as tecnologias utilizadas em seu desenvolvimento. Posteriormente, será apresentado um estudo de caso mostrando como o sistema pode ser implantado na prática. Finalmente, serão realizadas as conclusões e os trabalhos futuros.

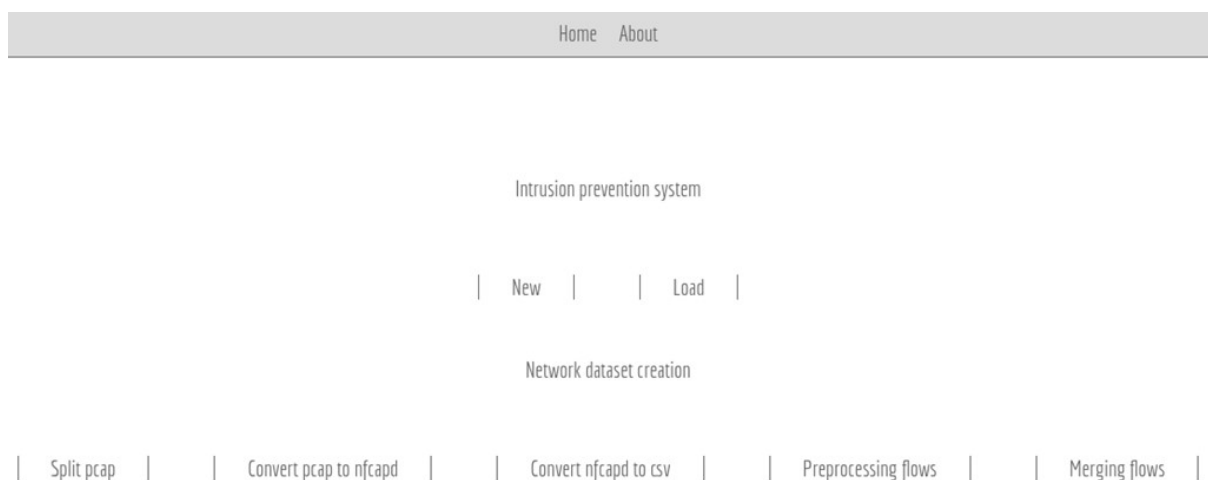
Sistema proposto

O enfoque principal para o desenvolvimento da solução está em diminuir a complexidade percebida pelo administrador humano. A partir dessa perspectiva, o desenvolvimento do sistema buscou absorver a complexidade das atividades relacionadas a estes processos, que comumente são realizados de forma manual (SAFDAR; DURAD; ALAM, 2018). A automatização do diagnóstico ataques implica na redução do tempo de reparo dos ataques, probabilidade de erros na análise e execução de contramedidas e no custo operacional (AYOUBI S *et al.*, 2015).

Para o desenvolvimento do sistema foi utilizada a arquitetura de software MVC (*Model-View-Controller*), que viabiliza a ortogonalidade e a manutenção do código fonte da aplicação. A linguagem *Python* foi escolhida para a implementação devida sua sintaxe simples, mas poderosa e rápida para prototipar, contendo uma diversidade de bibliotecas para área de ciência dos dados, desenvolvimento web, entre outros. Para o desenvolvimento da aplicação web foi utilizado o *microframework Flask* e a biblioteca *Scikit-learn* que possibilita a utilização dos algoritmos de aprendizado de máquina, métodos de mineração dos dados, ferramenta para análise dos dados, entre outras funcionalidades oriundas destas áreas. Outras tecnologias como HTML, CSS, JavaScript foram utilizadas para criar a interface gráfica para interação do usuário que pode ser observada na Figura 1.

Como pode ser visualizado na Figura 1, o sistema foi desenvolvido contendo dois principais módulos, o *Intrusion Prevention System (IPS)* e *Network Dataset Creation (NDC)*, que serão detalhados a seguir.

Figura 1. Página inicial do sistema apresentando os dois principais módulos: IPS e NDC.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Network Dataset Creation (NDC)

O módulo NDC tem como objetivo principal obter os dados de redes, analisá-los e criar uma base de dados para o treinamento dos algoritmos de aprendizado de máquina. A fonte de dados utilizada pelo NDC é o fluxo IP. Uma justificativa para a utilização desta fonte de dados está na redução do volume de dados que serão coletados, processados e armazenados, reduzindo, assim, o tempo de análise tomada de decisão (VAARANDI, 2013). O NDC permite a criação de uma base de fluxos IP visando as constantes mudanças no perfil do tráfego de rede devido aos novos serviços, usuários e aplicações que podem surgir na rede monitorada.

A primeira funcionalidade do NDC é responsável por dividir um arquivo pcap caso ele seja demasiadamente grande para o processamento. Nesta etapa é utilizada a ferramenta tcpdump. A segunda funcionalidade tem por objetivo converter tais arquivos para o formato nfcapd, que armazena os dados no formato de fluxos IP de acordo com o protocolo *NetFlow*. Para este fim, a ferramenta nfcapd é utilizada. Pelo fato do formato nfcapd ser binário é necessária a realização do terceiro procedimento que irá convertê-lo para um arquivo CSV (*Comma-separated values*). Para realizar esta conversão utilize a ferramenta nfdump. Todas as ferramentas utilizadas pelo módulo NDC são *open-sources*.

Os fluxos IP armazenados no arquivo CSV pré-processados são importantes para alcançar o conjunto de dados final que será utilizado durante a criação dos modelos (BUCZAK; GUVEN, 2016). Durante esta pesquisa foi observado que muitas características dos fluxos IP não contribuíram para o aprendizado de máquina por não serem representativas ou por contêm valores nulos. Assim, foram selecionadas três características principais de um fluxo IP: duração em segundos (td), quantidade de pacotes (pkt) e quantidade de bytes (byt), conforme o exemplo destacado em negrito na Tabela 1. Os IPs de origem e destino foram omitidos por se tratar de endereços públicos.

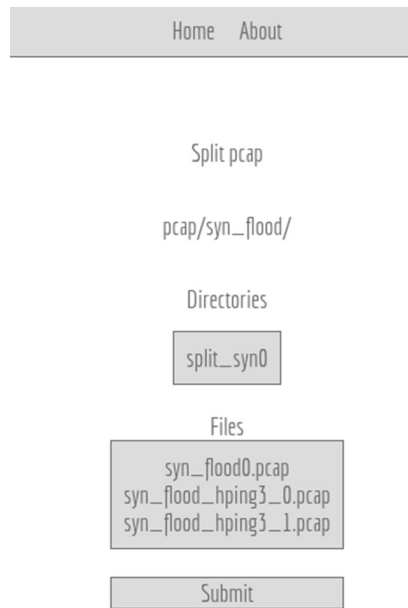
Tabela 1. Fluxos IP com as características selecionadas em negrito.

sa	da	pr	flg	sp	dp	td	pkt	byt
.....165	.....173	udp	[0]	58853	547	5	5	3648
.....165	.....119	tcp	[0, 1, 1, 0, 0, 1]	54547	443	8	65	5420
.....165	.....119	tcp	[0, 1, 1, 0, 1, 1]	54552	443	13	12	900
.....165	.....119	tcp	[0, 1, 1, 0, 1, 1]	54551	443	13	11	868

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Durante o procedimento de pré-processamento o NDC realiza a agregação dos fluxos IP. Isto ocorre, pois em análises realizadas observou-se que isso permite reduzir o tempo de processamento e melhora os resultados (e.g., acurácia) dos classificadores. Dessa maneira, foi desenvolvido um método para agregar os fluxos com base no IP de origem, IP de destino e protocolo em um intervalo de tempo definido pelo usuário. Foi estabelecido um parâmetro de limite no método de agregação com intuito de manter a base de dados agregada balanceada, nos casos em que milhares de fluxos seriam reduzidos para uma única amostra. Todas estas etapas são realizadas de forma automatizada pelo módulo NDC como mostra a Figura 2.

Figura 2. Interface gráfica que apresenta o funcionamento do módulo NDC.

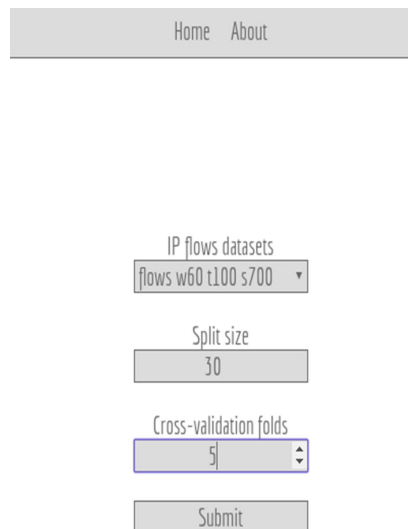


Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Intrusion Prevention System (IPS)

O módulo IPS tem como principal objetivo obter os dados de classificação dos algoritmos de aprendizado de máquina e disparar ações de contramedidas na rede definida por software quando há a ocorrência de ataque de rede. Na primeira etapa, o administrador de rede poderá definir as configurações referentes aos algoritmos de aprendizado de máquina. Há duas opções, criar um modelo novo (*New*) ou carregar um modelo salvo em disco (*Load*). Caso a segunda opção seja escolhida, o sistema inicia automaticamente o monitoramento e os procedimentos para a detecção e mitigação dos ataques. A Figura 3 apresenta a tela do sistema quando a opção *New* é selecionada.

Figura 3. Tela inicial de configuração para criação de um novo modelo através dos algoritmos de aprendizado de máquina.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Figura 4. Seleção do algoritmo de aprendizado de máquina e as características que serão utilizadas no treinamento

The image shows a web interface with three main sections. At the top, there are navigation links for 'Home' and 'About'. Below that is a dropdown menu for 'Preprocessing methods' currently set to 'None'. The next section is 'Machine learning classifiers', which lists: 'Decision Tree', 'Gaussian Naive Bayes', 'K-Nearest Neighbors', 'Multi-Layer Perceptron', and 'Support Vector Machine'. The last section is 'IP flows fetures' (sic), which lists: 'Duration', 'Packets', 'Bytes', 'Bytes per second', 'Bytes per packets', 'Packtes per second', 'Number of source ports', 'Number of destination ports', and 'Flows'. At the bottom of the interface is a 'Submit' button.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Como mostra a Figura 3, o sistema permite escolher qual o conjunto de dados composto por fluxos IP que será utilizado para o treinamento e testes dos algoritmos de aprendizado de máquina. É possível definir o *split size*, que é o tamanho do conjunto de testes e o *cross-validation folds*, que é o total de subconjuntos que serão utilizados para a validação cruzada. Outros aspectos da etapa de configuração são apresentados na Figura 6, que permite a definição dos métodos de pré-processamento (e.g., Min Max Scaler), os algoritmos de aprendizado de máquina e as características dos fluxos IP que serão utilizadas para o aprendizado. Na versão atual o sistema disponibiliza seis algoritmos de aprendizado de máquina o *Decision Tree*, *Random Forest*, *Gaussian Naive Bayes*, *K-Nearest Neighbors*, *Support Vector Machine* e *Multi-layer Perceptron* (AYOUBI S *et al.*, 2015). Salienta-se que o sistema permite que múltiplos algoritmos sejam selecionados para possibilitar a modelagem e para, posteriormente, comparar qual é o mais adequado para o ambiente de rede monitorado.

A segunda etapa é realizada pelo módulo IPS é a de modelagem, que diz respeito ao treinamento dos algoritmos de aprendizado de máquina e a otimização dos hiperparâmetros (BUCZAK; GUVEN, 2016). Foram adotados alguns procedimentos comumente encontrados na literatura para a aplicação na base de fluxos IP escolhida. Por exemplo, caso o valor de 30% no tamanho da divisão (*split size*) seja escolhido, os dados serão divididos aleatoriamente em um conjunto de treinamento contendo 70% das amostras e outro conjunto destinado para o teste com os 30% restantes. Esta abordagem é importante, pois avaliar a habilidade de um classificador nos conjuntos de treinamento resultaria em um *score* tendencioso, assim, para dar uma estimativa imparcial sobre a habilidade do modelo o conjunto de teste é utilizado

(AHMAD *et al.*, 2015). Durante esta divisão é aplicada a técnica de estratificação, que preserva em cada parte a mesma proporção de amostras de cada classe em relação à base de dados original (SAFDAR; DURAD; ALAM, 2018).

Os algoritmos de aprendizado de máquina possuem um conjunto de hiperparâmetros, que são parâmetros não aprendidos diretamente durante o treinamento e que podem impactar na predição e performance computacional dos modelos (SAFDAR; DURAD; ALAM, 2018). Desse modo, o sistema foi desenvolvido para utilizar o *Grid Search* em conjunto com *Stratified n-fold cross-validation*, permitindo-o identificar a melhor combinação de hiperparâmetros para cada classificador. A técnica de *cross-validation* é aplicada no conjunto de treinamento realizando a divisão de acordo com o parâmetro k estabelecido, como apresentado na Figure 5 ($k = 5$). Semelhantemente, este procedimento separa um conjunto isolado para avaliar a habilidade do modelo preservando a proporção de cada classe durante as divisões. Através do *Grid Search* são geradas inúmeras combinações de um mesmo modelo de acordo com os hiperparâmetros definidos. Cada combinação será treinada em $k-1$ divisões e avaliada em um conjunto de validação. Este procedimento é aplicado por k vezes seguidas alternando a ordem das divisões utilizadas. Após o término da iteração anterior, o *cross-validation* inicia novamente para uma outra combinação e o melhor resultado é escolhido como solução.

Após o treinamento dos classificadores e a seleção dos hiperparâmetros, realiza-se a predição no conjunto de teste, que representam os dados não observados durante a fase de treinamento. Os resultados das predições que consistem nas classes estimadas pelos algoritmos são utilizados como base para as métricas de acurácia, precisão, revocação e *f1-score* originadas da matriz de confusão definidas em (BUCZAK; GUVEN, 2016; HAMID; SUGUMARAN; JOURNAUX, 2016).

Nesta etapa o sistema permite ao administrador de rede avaliar qual foi o algoritmo que obteve o melhor desempenho, e após a seleção todos os dados serão armazenados e disponibilizado na opção de *Load* para iniciar a detecção dos ataques. As etapas de detecção e mitigação do módulo IPS tem por objetivo detectar e aplicar ações de reparo de forma automática quando um ataque está em curso. Elas serão discutidas a seguir.

Estudo de Caso e Resultados

Com o propósito de validar o sistema proposto é apresentado aqui um estudo de caso. O objetivo é mostrar o funcionamento dos módulos NDC e IPS em uma rede definida por software (SDN). A visão geral do ambiente de experimento é apresentada na Figura 9.

Inicialmente, o módulo NDC é acionado para realizar a etapa de treinamento dos algoritmos de aprendizado de máquina. Para isso, utilizou-se uma base de dados de rede com 95 GB do laboratório da universidade X (removido para revisão), contendo tráfego normal e ataques de rede reais divididos em duas principais classes: *Denial of Service* (DoS) e *Probe*. Os ataques que compõem a primeira classe são, *ICMP flood*, *land*, *nestea*, *smurf*, *SYN flood*,

teardrop e *UDP flood*. Nos ataques destinados a varredura de rede e sistemas foram utilizados o *TCP SYN scan*, *TCP connect scan*, *SCTP INIT scan*, *Null scan*, *FIN scan*, *Xmas scan*, *TCP ACK scan*, *TCP Window scan* e *TCP Maimon scan*.

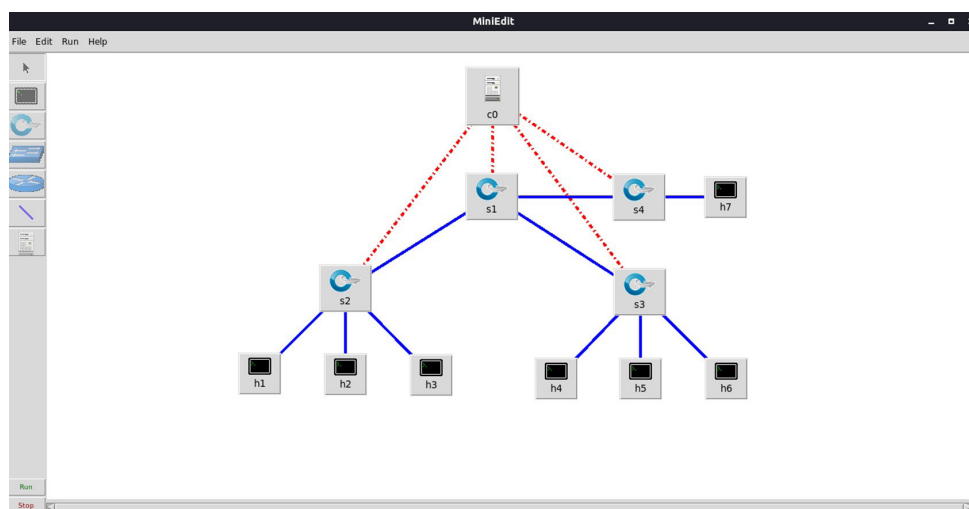
Após a geração do modelo e a seleção do algoritmo de aprendizado de máquina, o sistema através do módulo IPS inicia a etapa 1 disparando um *thread* responsável por coletar os dados da rede (fluxos IP) exportados na etapa 2 pelo *switch OpenFlow* a cada intervalo na. Nos experimentos, utilizou-se um $n = 60s$, sendo este um parâmetro configurável no sistema. O módulo NDC ao receber os fluxos IP realiza o pré-processamento, extrai as características e realiza a agregação dos fluxos.

Nestas etapas o sistema envia uma regra de bloqueio diretamente nas tabelas de fluxos do *switch OpenFlow* através da API REST, denominado *Static Flow Entry Pusher (SFEP)*, do controlador SDN. Nos experimentos foi utilizado o controlador *Floodlight*. Após, o ataque ser detectado e solucionado as informações diversas (e.g., tipo de ataque, horário, IPs envolvidos no ataque) são armazenados no banco de dados, como mostra a etapa 5. A etapa 6 consiste em apresentar graficamente essas informações para o administrador de rede.

A tecnologia utilizada para a criação do banco de dados foi a biblioteca *sqlite3*, que consiste em uma interface para a biblioteca em C denominada *SQLite*. Esta tecnologia provê um banco de dados baseado em disco, ou seja, um único arquivo representa toda a estrutura, não necessitando de um processo separado para a execução. Além disso, foi utilizado uma biblioteca em *Python* denominado *Flask SQLAlchemy*, que permite a implementação do paradigma ORM que realiza o mapeamento entre as classes e as tabelas do banco de dados.

Apresentamos aqui um exemplo real de um experimento realizado. Um ataque DoS do tipo *Syn flooding* utilizando a ferramenta *Hping3* foi disparado pelo host H1 contra um servidor web, o H7. A topologia de rede SDN é apresentada na Figura 10 e para a sua criação foi utilizado o *Mininet* através de sua interface gráfica *Miniedit*.

Figura 5. Topologia de rede SDN utilizada nos experimentos.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Figura 6. Regra de bloqueio disparada pelo sistema para o controlador *Floodlight* interromper o ataque de H1.

Floodlight OpenFlow Controller - 127.0.0.1:8080

Controller (Home)

Static Flow Pusher
(00:00:00:00:00:00:02)

Add New Delete All

Name	Command	Cookie	Priority	idleTimeoutSec	hardTimeoutSec	Out Port	flags	In port	Command	Delete
block1	ADD	45035998072697315	32768	0	0	any	1	undefined	{"none":"drop"}	Delete

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Figura 7. Seleção do algoritmo KNN para detecção.

Choose the model

Classifier	K-Nearest Neighbors
Preprocessing	None
Features	Duration - Packets - Bytes - Bytes per second - Bytes per packets - Packtes per second - Number of source ports - Number of destination ports - Flows
Training date	2019-09-26 21:13:58.169445
Test date	2019-09-26 21:13:58.945480
Training duration	0.7758565
Test duration	0.0011659
Accuracy	0.96667
Precision	0.9375
Recall	1.0
F1-score	0.96774
True negative	14
False positive	1
False negative	0
True positive	15
Hyperparameters	{'algorithm': 'ball_tree', 'leaf_size': 10, 'n_neighbors': 5, 'weights': 'distance'}
Dataset file	flows_w60_t100_s700.csv

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Figura 8. Informações sobre a detecção do ataque.

Home About

Intrusions

Id	1
Start time	2019-09-26 21:43:17
End time	2019-09-26 21:43:38
Source address	192.168.0.11
Destination address	192.168.0.17
Protocol	TCP
Flags	[0, 0, 7796, 0, 5623, 0]
Source ports	show all
Destination ports	show all
Duration	21
Packets	13419
Bytes	1504226
Bytes per second	71630
Bytes per packets	112
Packtes per second	639
Number source port	7511
Number destination port	113
Flows	11300

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Para a detecção, utilizou-se o algoritmo de aprendizado de máquina, o KNN (*K-Nearest Neighbors*). A justificativa para sua escolha é que para o cenário de rede utilizado no experimento ele apresentou boa eficácia. As principais métricas utilizadas para escolha do algoritmo foi a acurácia (96,6%), precisão (93,7%), recall (100%) e F1-score (96,7%), como mostra a Figura 7.

Como mostra a Figura 8, o sistema detectou o ataque com sucesso e apresentou um resumo do ataque. Dentre as informações, está o tempo de duração, que no ataque iniciou-se às 21:43:17 e foi interrompido às 21:43:38, isto é, depois de 21 segundos o ataque foi automaticamente detectado e bloqueado. Ao detectar o ataque o sistema disparou de forma automática uma ação de contramedida para o controlador *Floodlight*, que enviou ao *switch S2* da rede do atacante (H1) a fim de que houvesse o bloqueio instantaneamente, interrompendo, assim, o ataque. A regra de bloqueio incluída no controlador SDN é apresentada na Figura 6.

Considerações finais

Os desafios inerentes às atividades de gerência de rede estão cada vez maiores, em particular aquelas voltadas para garantir a segurança e privacidade dos dados. Sistemas automatizados, capazes de reduzir a operacionalização manual são requeridos, bem como de possuírem a habilidade e flexibilidade para acompanhar a evolução das redes e dos ataques, que sofrem mutações constantemente. Para endereçar esses desafios, este trabalho apresentou um sistema automatizado com funcionamento em tempo real, que explora as características e as vantagens dos algoritmos de aprendizado de máquina das redes SDNs. Os experimentos realizados, bem como o estudo de caso apresentado neste trabalho, têm mostrado o seu potencial em viabilizar de forma automática a detecção e mitigação de ataques com a mínima intervenção humana. No futuro, outros trabalhos serão analisados; além de outros algoritmos de aprendizado de máquina que serão implementados a fim de realizar experimentos de sistema em redes de grande escala.

Referências

- AHMAD, I. *et al.* Security in Software Defined Networks: A Survey, in IEEE Communications. **Surveys e Tutorials**, [s.l.], v. 17, n. 4, p. 2317-2346, 2015.
- AYOUBI S., *et al.* Machine Learning for Cognitive Network Management. **IEEE Communications Magazine**, [s.l.], v. 56, n. 1, p. 158-165, 2018.
- BUCZAK, A. L.; GUVEN, E. A Survey of Data Mining and Machine Learning Methods for Cyber Security Intrusion Detection. **IEEE Communications Surveys and Tutorials**, [s.l.], v. 18, n. 2, p. 1153-1176, 2016.
- CISCO. **Cisco, 2018. Annual Cybersecurity Report**. Disponível em: <https://www.cisco.com/c/en/us/products/security/security-reports.html>. Acesso em: 9 maio 2022.
- COSTA L. R. **OpenFlow e o paradigma de redes definidas por software**. 43 f., il. Monografia (Licenciatura em Ciência da Computação) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- DAS S. ; NENE M. J. A survey on types of machine learning techniques in intrusion prevention systems. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON WIRELESS COMMUNICATIONS, SIGNAL PROCESSING AND NETWORKING (WiSPNET), p. 2296-2299, [s.l.], 2017. **Anais [...]** [s.l.]: Ed. IEEE, 2017. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/A-survey-on-types-of-machine-learning-techniques-in-Das-Nene/85739fc6c502f4bd543e37f3e6e0cd640607e8bf>. Acesso em: 9 maio 2022.
- FAWCETT L., *et al.* Tennison: A Distributed SDN Framework for Scalable Network Security. **IEEE Journal on Selected Areas in Communications**, [s.l.], v. 36, n. 12, p. 2805-2818, 2018.
- HAMID, Y.; SUGUMARAN M.; JOURNAUX L. Machine Learning Techniques for Intrusion Detection: A Comparative Analysis. **Proceedings of the International Conference on Informatics and Analytics**, ACM, New York, NY, USA, n. 53, 2016.

NAJAFABADI, M. M. *et al.* Detection of ssh brute force attacks using aggregated netflow data. *In: IEEE 14TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON MACHINE LEARNING AND APPLICATIONS (ICMLA)*. 14., IEEE, p. 283-288, 2015, Miami, Flórida, EUA. **Anais [...]** Miami, Flórida, EUA: IEEE, 2015.

OPEN NETWORKING FOUNDATION (ONF). **ONF**, c2022. Software-Defined Networking (SDN). 2022. Disponível em: <https://www.opennetworking.org/sdn-definition>. Acesso em: 9 maio 2022.

SAFDAR, A.; DURAD, H.; ALAM, M. Design and implementation of real-time visualization tool for network security monitoring. *In: 15TH INTERNATIONAL BHURBAN CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AND TECHNOLOGY (IBCAST)*, 15., p. 477-483, 2018, Islamabad. **Anais [...]** Islamabad, BCAST, 2018.

SCIKIT-LEARN. **Scikit-learn**, 2018. Supervised learning – scikit-learn 0.20.0 documentation.. Disponível em: https://scikit-learn.org/stable/supervised_learning.html. Acesso em: 9 maio 2022.

VAARANDI, R. Detecting anomalous network traffic in organizational private networks. *Cognitive Methods in Situation Awareness and Decision Support (CogSIMA)*. *In: IEEE International Multi-Disciplinary Conference on*, p. 285-292, 2013.

DESENVOLVIMENTO DE DASHBOARDS INTERATIVOS UTILIZANDO FERRAMENTAS DE *BUSINESS INTELLIGENCE* PARA DESCOBERTA DE FATORES DETERMINANTES DA EVASÃO UNIVERSITÁRIA

Development of interactive dashboards using *Business Intelligence* tools to discover factors determining university dropout

Rodrigo Ramos Nogueira¹
Jefferson Graboski²
Tatiana Tozzi²

Resumo: Atualmente, o tempo necessário para a tomada de decisão por parte das organizações está cada vez menor, pois as transformações do mundo moderno causaram diversos impactos e mudanças organizacionais aos que não se adequam, exigindo a inovação dos processos, com isso, a tecnologia da informação se tornou aliada estratégica das organizações na forma de gerenciar os negócios onde o gestor ou executivo tenha ao seu alcance todas as informações necessárias para tomar a decisão da melhor maneira possível. A pesquisa tem como objetivo central abordar a importância da adoção do BI como uma ferramenta de apoio à tomada de decisão, identificando quais as causas que estão contribuindo para a evasão de alunos do curso de Bacharelado em Sistema de Informação do Instituto Federal Catarinense (Campus Camboriú), observado no período compreendido entre os anos de 2010 e 2018. Dentre os objetivos e resultados apresentados estão os benefícios do “*Business Intelligence*” (BI) e suas fases como ETL, Data Warehouse e OLAP. Os conceitos apresentados foram aplicados na prática, através da ferramenta Power BI, onde foram desenvolvidos *dashboards*, identificando os índices de evasão dos alunos permitindo um cenário que auxilie os gestores da instituição no processo de tomada de decisão e direcionamentos estratégicos.

Palavras Chave: *Business Intelligence*. Evasão escolar. Data Warehouse.

Abstract: Currently, the time required for decision-making by organizations is getting smaller, as the transformations of the modern world have caused several impacts and organizational changes to those that are not suitable, requiring process innovation, thus, information technology it has become a strategic ally of organizations in the way of managing the business where the manager or executive has at their fingertips all the necessary information to make the decision in the best way possible. The main objective of the research is to address the importance of adopting BI as a tool to support decision-making by identifying the causes that are contributing to the evasion of students from the Bachelor of Information System course at the Federal Institute of Santa Catarina - Campus Camboriú, observed in the period from 2010 to 2018. Among the objectives and results presented are the benefits of "*Business Intelligence*" (BI) and its phases such as ETL, Data Warehouse and OLAP. The concepts presented were applied in practice, through the Power BI tool, where dashboards were developed identifying student dropout rates, allowing for a scenario that helps the institution's managers in the decision-making process and strategic directions.

Keywords: *Business Intelligence*. Truancy. Data Warehouse.

Introdução

A evasão escolar tem se mostrado um problema que impacta a educação sob variadas perspectivas e afeta os discentes, as instituições de ensino, os sistemas de ensino e a sociedade em geral. De outro lado, ferramentas de *Business Intelligence* são amplamente utilizadas nos mais diversos cenários de suporte à decisão como uma oportunidade de organização de dados e eventos, em especial para a projeção de cenários e possibilidades futuras.

¹ Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI – Rodovia BR 470, km 71, nº 1.040, bairro Benedito – Caixa Postal 191, 89084-405 – Indaial/SC – Fone: (47) 3281-9000 – Fax: (47) 3281-9090 – Site: www.uniasselvi.com.br

² Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Catarinense – Campus Camboriú - Rua Joaquim Garcia S/N - Caixa Postal Nº 2016 - Camboriú - SC.

No ensino superior, a evasão é um problema que atinge, até mesmo, o cenário internacional, afetando os resultados dos sistemas educacionais, além disso, são desperdícios sociais, acadêmicos e econômicos (PRIM; FÁVERO, 2012). Um levantamento realizado pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC) com dados do censo relativos ao ano de 2015 revelou um crescimento nas taxas de desistências dos cursos de ingresso, na avaliação do fluxo de alunos entre 2010 e 2014. Em 2010, 11,4% dos alunos abandonaram o curso para o qual foram admitidos. Em 2014, esse número chegou a 49%.

Para tanto, este trabalho tem por finalidade o estudo a implementação de um banco de dados multidimensional com a utilização de *dashboards* interativos a fim de compilar os dados relevantes à evasão do Curso de Bacharelado de Sistemas de Informação (BSI) do Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú de uma forma organizada e analítica para a gestão do Campus, permitindo a realização de consultas por diversas perspectivas do perfil acadêmico.

Este trabalho tem como objetivo coletar e analisar dados referentes à evasão dos alunos do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação do Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú, por meio de um banco de dados multidimensional que permita o desenvolvimento de *dashboards* interativos.

Justificativa

Sabendo que o principal objetivo deste trabalho é a análise dos dados referente à evasão dos alunos do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação, por meio de um banco de dados multidimensional, buscou-se os principais trabalhos da literatura atual que realizaram tal integração. O trabalho de Alves, Oliveira e Mota (2016), aborda uma solução para os gestores do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM uma ferramenta de auxílio, para que o gestor possa realizar a tomada de decisão de forma mais segura e mais estruturada através de dados analisados, sendo essa solução o uso de *Balanced Scorecard* (BSC) e *Business Intelligence* (BI).

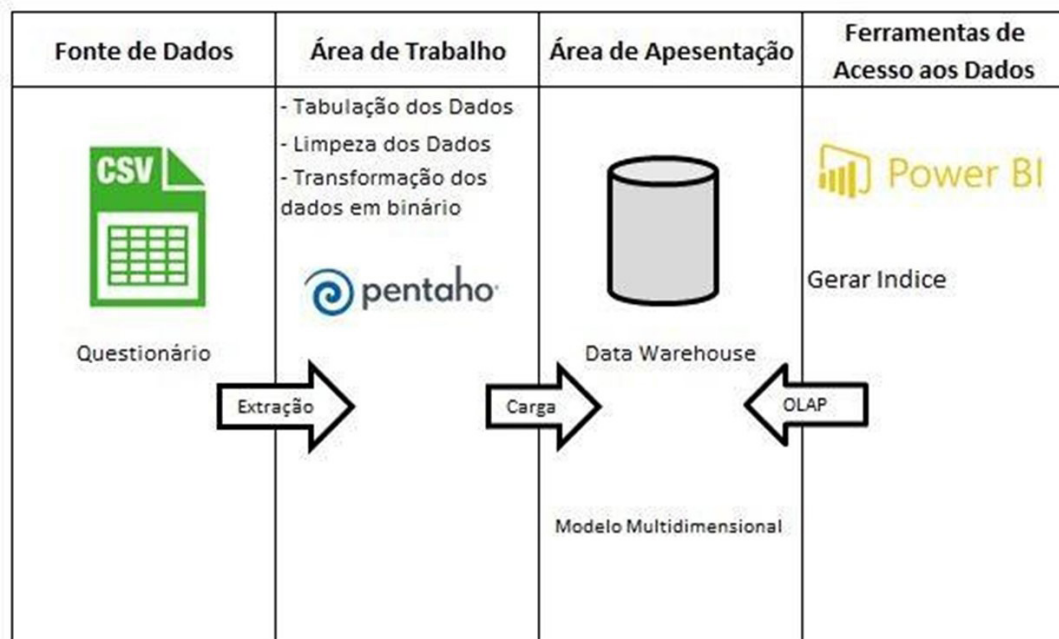
Para a obtenção das informações, os autores buscaram, previamente, junto à instituição, os índices de abandono de curso por curso e por centro, forma de ingresso por forma de evasão, perfil geográfico de alunos que abandonam cursos e o coeficiente de rendimento de alunos que abandonam um curso. De acordo com os campos supracitados e necessários para análise, as fontes de dados usadas no trabalho são baseadas em planilhas geradas pela DTIC – Diretoria de Tecnologia de Informação e Comunicação da UNIRIO. Então, com o auxílio da ferramenta de BI Tableau foi possível gerar o primeiro indicador mais generalizado que foi mostrar a porcentagem de evasão de alunos de Ampla Concorrência em cada curso por semestre, desde 2010. O trabalho foi dado como prioridade ao fato “Evasão”, mas com o uso e aplicação de uma ferramenta BI, os usuários conseguem analisar muitos outros fatos relevantes para a instituição, como mobilidade entre cursos, transferências externas, entre outros.

Metodologia (Item Obrigatório)

Para atingir os objetivos propostos neste trabalho, primeiramente foi realizado um estudo e análise, através de uma pesquisa de campo, de todos os alunos matriculados nas turmas de 2010 a 2018, do Curso de Bacharelado de Sistemas de Informação – e, em um âmbito geral, foi identificado o perfil de cada aluno para apontar o provável motivo da evasão dos alunos.

Para levantar as causas da evasão, foi aplicado um questionário aos acadêmicos evadidos, acadêmicos que estão cursando e aos acadêmicos que já concluíram o curso. As perguntas foram elaboradas com o auxílio de outras pesquisas e questionários aplicados em outros estudos semelhantes, onde algumas questões foram reescritas e adaptadas para fins de desenvolvimento dos *dashboards* e do *data warehouse* (Figura 1).

Figura 1. Arquitetura do Sistema.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

O questionário foi desenvolvido na plataforma de formulários do Google Drive. Então, foi gerado um link do questionário e encaminhado via e-mail aos acadêmicos do curso, entre os meses de setembro a outubro do ano de 2018, tendo como base de dados e informações fornecidos pelo Registro Escolar da Instituição em estudo e a coordenação do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação por meio de uma solicitação escrita autorizada garantindo o sigilo das informações. Junto aos links dos questionários, também foi encaminhada uma breve explicação do estudo, enfatizando a sua relevância não apenas para o curso de Bacharelado em Sistemas de Informação, mas sim para o desenvolvimento educacional da Instituição em estudo.

Depois de feita a coleta e análise dos dados destes questionários, foi desenvolvido o banco de dados multidimensional para, então, compilar os dados e gerar os índices de evasão do curso de BSI com o uso das ferramentas de *Business Intelligence*. A fonte de dados da arquitetura tem como base arquivo em formato .csv e para que as informações dos questionários sejam armazenadas de acordo com o modelo multidimensional e os dados disponibilizados para as aplicações, a coleta dos questionários é realizada previamente, bem como seu pré-processamento, compondo a etapa de ETL, ou área de trabalho.

Em seguida, na área de apresentação, é feita a carga dos dados pré-processados no *Data Warehouse*. Utiliza-se, também, a ferramenta de acesso aos dados Power BI, para gerar os *dashboards*, contendo os índices e a efetivação das operações de OLAP do banco, conforme ilustrado na Figura 1. Tendo como premissa que o modelo estrela é a estrutura básica de um modelo de dados multidimensional, ele foi utilizado na modelagem multidimensional deste projeto, onde sua composição típica possui uma grande entidade central denominada fato e um conjunto de entidades menores denominadas dimensões, arranjadas ao redor dessa entidade central, o qual forma uma estrela.

O modelo multidimensional, ilustrado na Figura 2, representa o projeto lógico do banco multidimensional para a descoberta de fatores determinantes da evasão do curso estudado. Para sua implementação, utilizou-se a abordagem HOLAP (*Hybrid On-line Analytical Processing*) por intermédio de um servidor PostgreSQL.

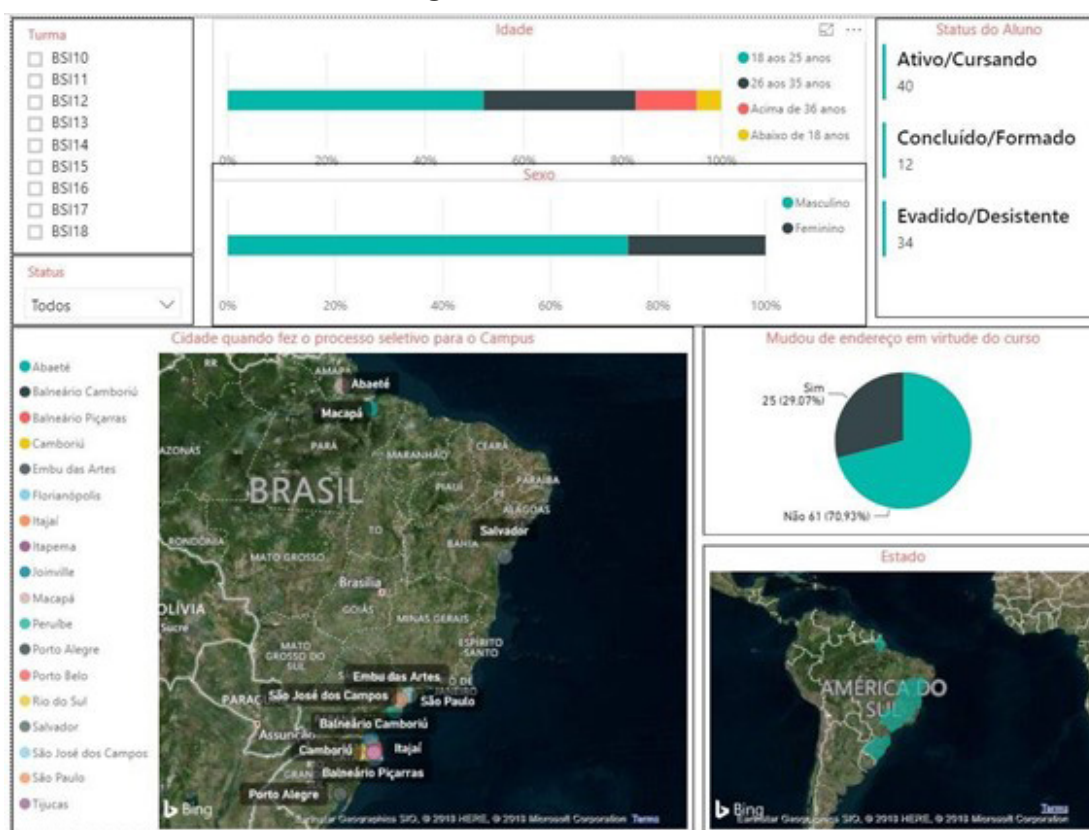
Resultados e discussão

A modelagem multidimensional permite que as consultas de um banco de dados sejam realizadas de maneira mais intuitiva e flexível pelo usuário, além de possibilitar a obtenção de um desempenho superior, no que se refere às consultas e análise de grandes volumes de dados.

O data *warehouse* foi populado de acordo com as respostas obtidas pelo questionário aplicado aos alunos. Sendo assim, podemos fazer um gerenciamento das informações onde os dados estão organizados dentro de tabelas e definidos as relações entre estas tabelas. Desse modo, pode-se extrair ou, até mesmo, combinar os dados de diversas tabelas, obtendo uma consulta ampla de informações.

O primeiro indicador gerado é mais generalizado com o intuito de mostrar os dados de perfil dos alunos, conforme mostra a Figura 3.

Figura 3. Perfil dos alunos.



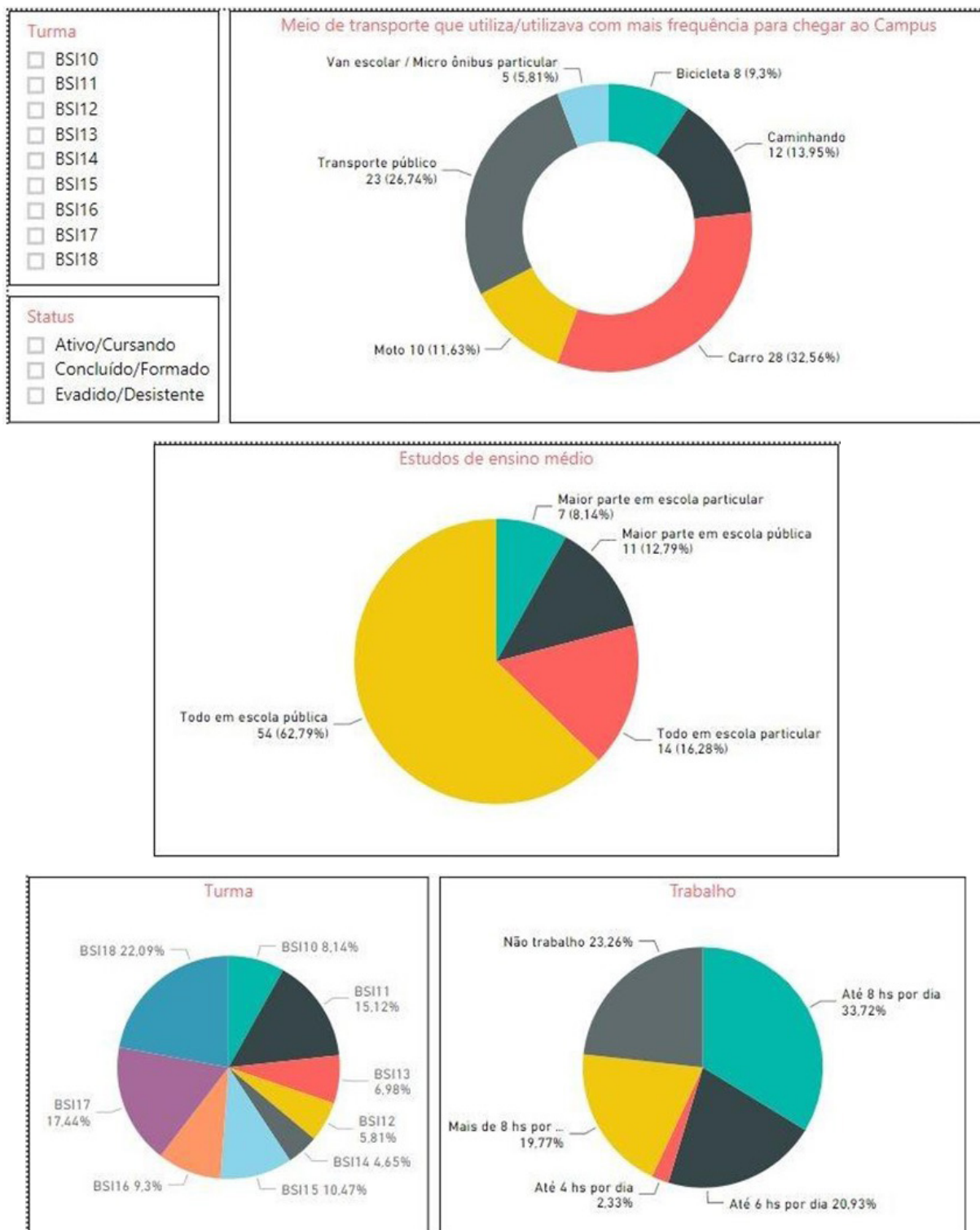
Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

As dimensões foram dispostas nos filtros para dinamizar e flexibilizar os resultados. Dessa maneira, na Figura 3, é possível selecionar um dos status do aluno (ativo, formado e/ou evadido) ou por uma turma em específico, o qual irá gerar as métricas de idade, gênero, quantos alunos de cada status participaram da pesquisa, a cidade e estado, com localização geográfica, em que cada aluno morava quando fez o processo seletivo para o curso e se ele mudou de endereço devido ao ingresso no curso.

Pode-se observar que 74.4% dos alunos que participaram da pesquisa são do gênero masculino e com uma faixa etária predominante de 18 a 25 anos de idade, sendo boa parte do estado de Santa Catarina, mais especificamente da cidade onde é localizado o campus que disponibiliza o curso.

A Figura 4 exibe os indicadores de um perfil explorando a dimensão “social” dos alunos onde é considerado como análise o meio de transporte que o aluno utiliza (para os ativos) ou utilizava (para os formados e evadidos) para chegar ao Campus, a forma como realizou o ensino médio, quantas horas diárias o aluno trabalha e a renda familiar. Como exemplo de indicador, tem-se qual o meio de transporte mais utilizado pelo aluno de uma determinada turma.

Figura 4. Perfil social.





Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

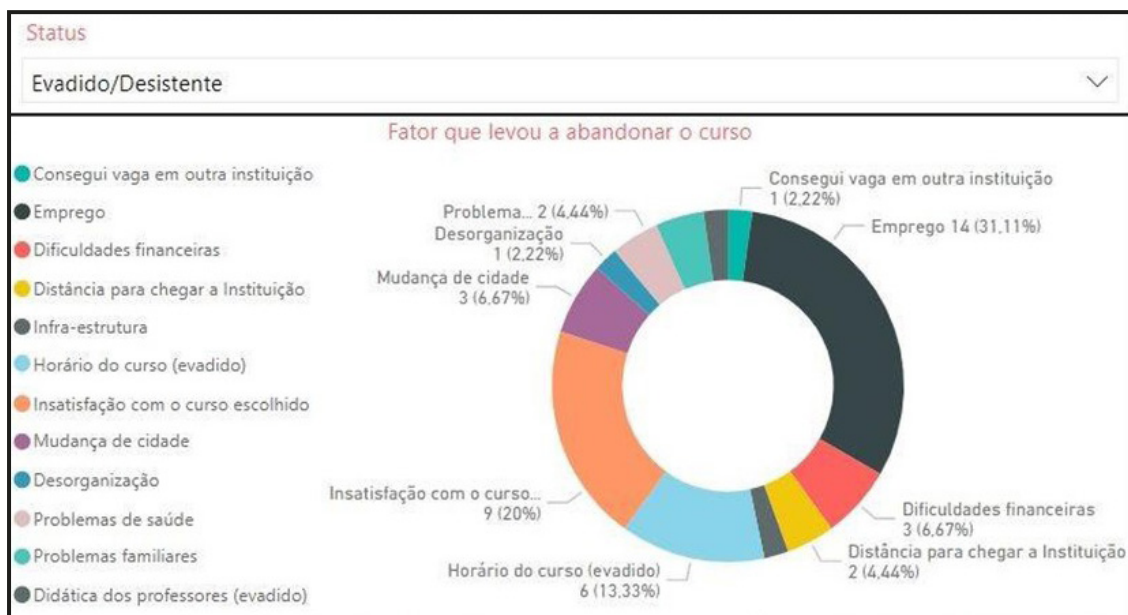
Obtemos que a maioria dos alunos (62.79%) realizaram o ensino médio todo em escola pública e que utilizam/utilizavam o carro (32.56%) e o transporte público (26.74%) como meio de transporte para chegar ao campus.

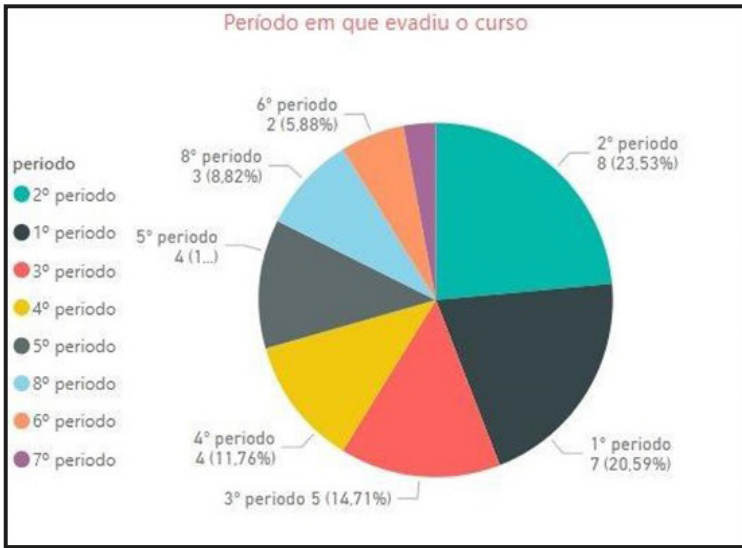
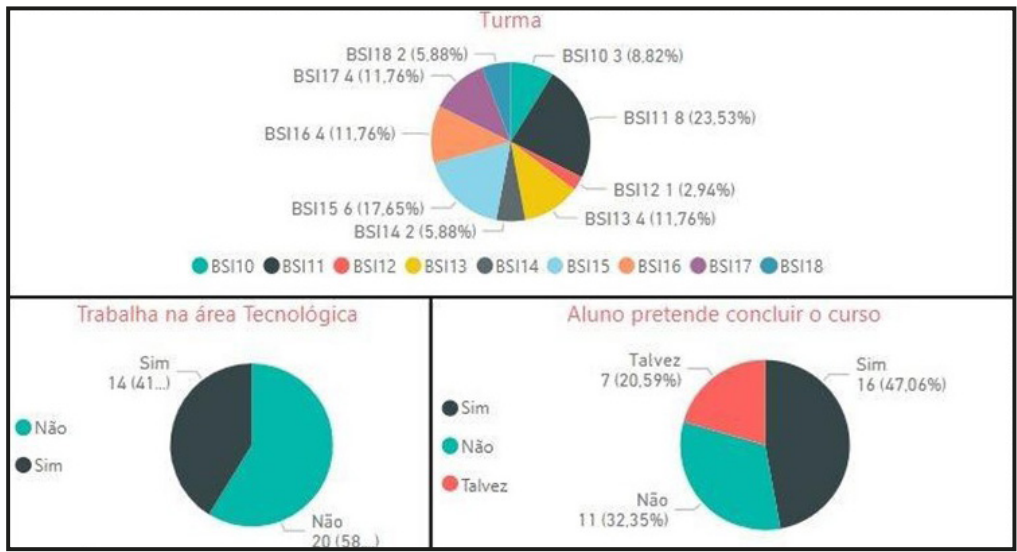
O próximo indicador gerado, como mostra a seguir na Figura 5, relata as informações específicas sobre os alunos evadidos que responderam à pesquisa. Onde, relata qual fator levou o aluno a evadir o curso, se a instituição poderia ter feito algo para evitar a evasão do aluno e em que período o aluno evadiu, por exemplo.

Nota-se que o período do curso que mais possui evasão é o 2º período, com 23.53% e o fator que mais se destaca que levou o aluno a evadir o curso é a “insatisfação com o curso escolhido”, 20%. Então, temos um possível indicador que o aluno abandona o curso logo no início por insatisfação de sua escolha.

A Figura 5 também mostra informações se o aluno evadido, atualmente, está ingressado na área tecnológica e 41,18% responderam que sim e que 47.06% dos alunos pretendem concluir o curso de Bacharelado em Sistemas de Informação. Dos 34 alunos evadidos que responderam à pesquisa, 26,47% evadiram o curso para realizar outro curso superior.

Figura 5. Alunos evadidos.





- Curso que o aluno optou fazer**
- Nutrição
 - Gestão Portuária
 - Design e Desenvolvimento de games
 - Design
 - Ciência da Computação
 - Análise e Desenvolvimento de Sistemas

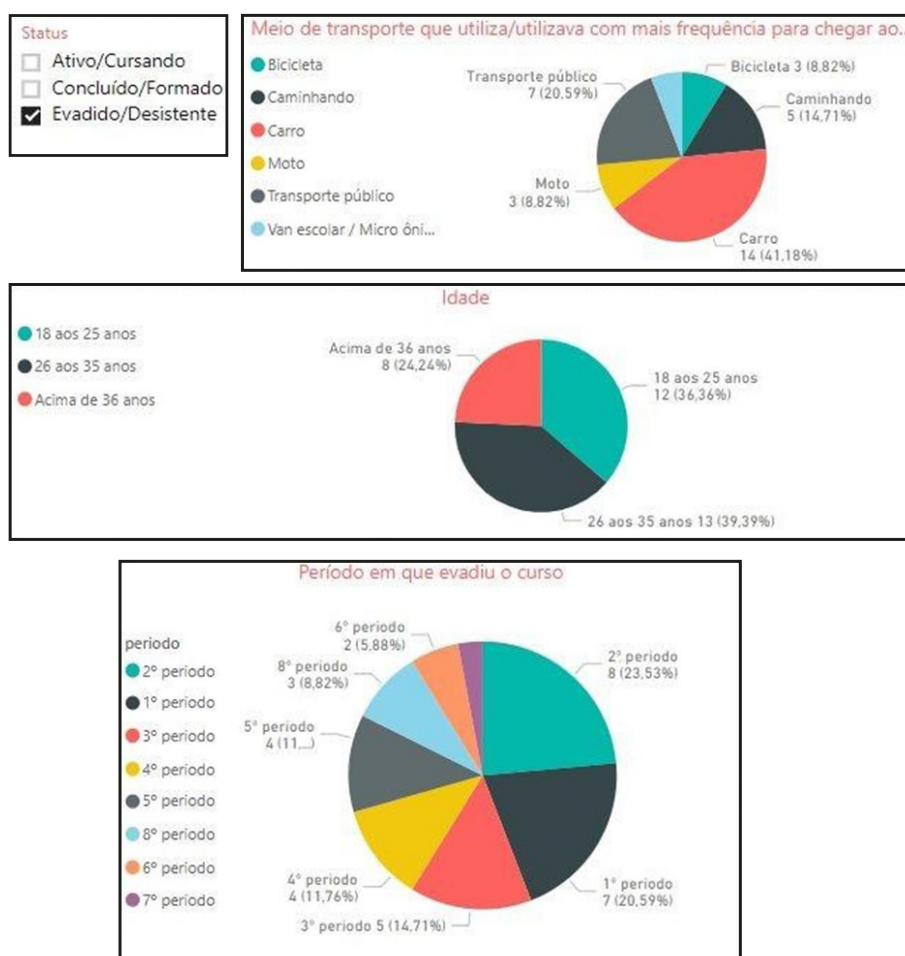
- A Instituição poderia ter feito algo para evitar a sua evasão/desistência do curso?**
- talvez
 - Sim, oferecendo melhor oportunidades de estágio
 - Sim
 - ser melhor
 - No meu caso nada, mas poderia ter feito um contato pelo menos para saber o motivo
 - Não
 - mudar a grade curricular do curso e abrangeir temas mais atuais que tenham a ver com o curso e de interesse juvenil/popular
 - Melhorar didática dos professores
 - Melhorar as condições dos laboratórios, capacitar a didática dos professores
 - Interagir mais com os alunos do ensino superior
 - Facilitado o aprendizado
 - Escutar nossas reclamações
 - Alteração de horário, flexibilidade de montagem de horário, secretaria acadêmica que funcione
 - Alteração de horário
 - A princípio não, pois o investimento seria muito alto
 - A evasão foi por opção minha, não por algum problema na instituição

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Com o intuito de apresentar índices estatísticos referentes à evasão dos alunos do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação do IFC (Campus Camboriú), fora elaborado um *dashboard* indicando informações mais específicas sobre esses alunos. Conforme podemos observar na Figura 6, a maioria dos alunos evadidos são de regiões próximas ao campus, mais especificamente dos estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e alguns de São Paulo e 88,24% não houve a necessidade de mudar de cidade para frequentar o curso, destes, 39,39% possuem uma faixa etária de idade de 26 a 35 anos, sendo 88,24% do gênero masculino e 67,65% destes realizaram os estudos de ensino médio todo em escola pública. Dos alunos evadidos, 61,76% se deslocavam até o campus para frequentar as aulas do curso utilizando o carro como meio de transporte e a maioria destes alunos, 61,76% possuem uma renda familiar entre 2 e 5 salários-mínimos.

Com a elaboração dos *dashboards* apresentados, é iminente a importância da adoção do BI como uma ferramenta de apoio à tomada de decisão. As necessidades do processamento de informações corretas e alinhadas aos objetivos estratégicos compreendem em um papel fundamental para a determinação de cenários que possam auxiliar o processo de tomada de decisão e, conseqüentemente, promover inteligência e vantagem competitiva, agregando valor ao negócio e à organização.

Figura 6. Índices de alunos evadidos.





Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Considerações Finais

Este artigo teve como objetivo o desenvolvimento de *dashboards* interativos, utilizando ferramentas de *Business Intelligence* para descoberta de fatores determinantes da evasão do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação, capaz de auxiliar os gestores no processo de tomada de decisão sobre a evasão escolar do Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú. Para atingir o objetivo geral, foram definidos sete objetivos específicos, sendo o primeiro: levantar todas as informações relevantes sobre evasão das turmas de 2010 a 2018 do curso, os quais fariam parte da interface de tomada de decisão. Para alcançar esse objetivo foram identificados na literatura quais eram os motivos e causas que levam os alunos a evadirem, além das consequências causadas pela evasão.

A principal contribuição deste trabalho de conclusão de curso consistiu na navegação dos dados de um *Data Warehouse* de evasão escolar e desenvolvimento de *dashboards* interativos para análise desses dados, possibilitando aos gestores acadêmicos um melhor entendimento de como a evasão acontece no curso estudado, qual o perfil dos alunos evadidos, entre outros indicadores.

Referências

ALVES, G. S.; OLIVEIRA, Í. A.; MOTA, J. dos R. Solução de *Business Intelligence*, baseada na ferramenta Balanced Scorecard, para Instituições de Ensino Superior. *In: COMINE –XII CONGRESSO MINEIRO DE EMPREENDEDORISMO*, 12., p. 1-11, 2016, Patos de Minas. **Anais [...]** Patos de Minas: UNIPAM, 2016. Disponível em: <https://revistas.unipam.edu.br/index.php/revistadocomine/article/view/167/96>. Acesso em: 1 out. 2021.

BAGGI, C. A. dos S.; LOPES, D. A. Evasão e avaliação institucional no ensino superior: uma discussão bibliográfica. **Avaliação**, Campinas, [on-line]. 2011, v. 16, n.2, p. 355-374.

INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE. **Sobre a Instituição**. IFC, c2021. Disponível em: <http://www.camboriu.ifc.edu.br/institucional/sobre-a-instituicao/>. Acesso em: 6 mar. 2021.

PRIM, A. L.; FAVERO, J. D. Motivos da Evasão Escolar nos Cursos de Ensino Superior de uma Faculdade na Cidade de Blumenau. **Revista E-TECH – Tecnologia para Competitividade Industrial**, [s.l.], p. 53-72, 2013. Disponível em: <https://etech.emnuvens.com.br/edicao01/article/view/382/325>. Acesso em: 11 maio 2022.