



Advances in

Global Innovation & Technology

Volume 2 | **Número 2** | Março, 2024

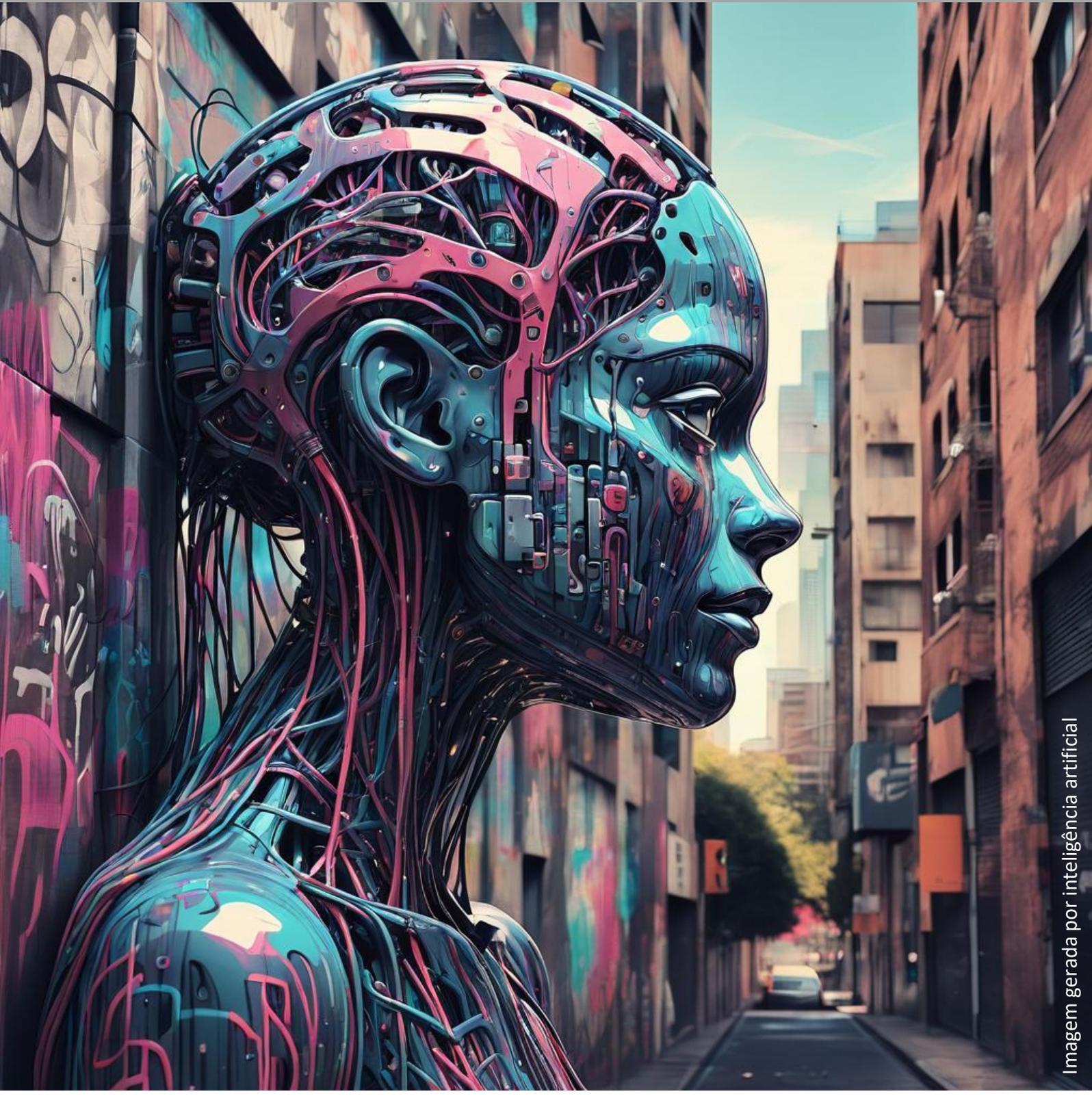


Imagem gerada por inteligência artificial

A Revista “*Advances in Global Innovation & Technology*” é uma publicação trimestral digital de responsabilidade da “Faculdade de Tecnologia de Zona Leste”, “Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza”, com a publicação de trabalhos de caráter interdisciplinar realizados pelas comunidades discente, docente e pesquisadores internos e externos a Fatec Zona Leste. É permitida a reprodução parcial desde que citada a fonte.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Revista @_GIT : *Advances in Global Innovation & Technology*
[recurso eletrônico]. - v.1, n.1 (2022-). – São Paulo: Faculdade de Tecnologia de
Zona Leste, 2022-

Trimestral.

Descrição baseada em: v.2, n.2 (mar. 2024).

ISSN 2965-3339

Disponível apenas online.

Sigla da publicação: @_GIT

1. Gestão - Periódicos. 2. Tecnologia – Periódicos. I.Faculdade de Tecnologia
da Zona Leste.

CDU 65.012.32

Bibliotecária Responsável: Márcia Maria dos Santos Silva – CRB 8/8487

Editor Científico

Prof. Dr. Roberto Ramos de Moraes

Conselho Editorial

Prof^a Dra. Ester Felix – Fatec Zona Leste

Prof. Dr. Roberto Ramos de Moraes – Fatec Zona Leste

Prof Me. Celio Daroncho – Fatec Zona Leste

Prof. Dr. Roberto Gardesani – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Roberto Giro Moori – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Assessoria Técnica

Prof. Dr. José Carlos Hoelz

Prof. Dr. Leandro Colevati

Prof. Dr. Paulo Cristiano de Oliveira

Prof. Dr. Rogério Monteiro

Revisão Técnica

Prof^a Dra. Ester Felix

Prof^a Me. Elizabete Carolina Tenório Calderon

Normatização

Prof. Dra. Ester Felix

Prof. Dr. Roberto Ramos de Moraes

Bibliotecária responsável

Márcia Maria dos Santos Silva

Editorial

Caros Leitores,

Nesta edição apresentamos 7 artigos que foram enviados e aprovados para publicação e 2 artigos publicados nos Anais da 6ª edição da **EnGeTec - Encontro de Gestão e Tecnologia**, que ocorreu no mês de dezembro de 2023.

Estes artigos discorrem sobre temas nas áreas de: Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Defesa Cibernética, Gestão Empresarial, Gestão de Produção Industrial, Logística e Sistemas Biomédicos.

Aproveitem a leitura

Prof. Ester Felix

@_GIT

**Advances in Global
Innovation & Technology**

Eficiência do Uso da Inteligência Artificial no Desenvolvimento de Software 06-16

**Andrew Carvalho Ignácio
Lucas da Silva Oliveira
Marcos Paulo Moraes Francez**

Computação em Nuvem e Provisionamento na Amazon Web Services 17-31

**Gustavo Oliveira Mota
Cristina Corrêa de Oliveira**

O Papel Estratégico do Analista de Qualidade (QA) em Equipes Scrum, Kanban e Scrumban no Desenvolvimento de Software Ágil 32-45

**Victor Zamora Semerano
Luciano Francisco de Oliveira**

Projeto e Desenvolvimento de Modelo de Sensor Eletrônico para Dispositivo Vestível para as Mãos para Monitoramento da Evolução de Parâmetros de Força, Extensão e Flexão Durante Fisioterapia de Paciente com Síndrome do Túnel do Carpo 46-60

**Brenda Xavier de Moura
Flora Silvério Alexandre
Luana Correa dos Santos
Jeferson Cerqueira Dias**

Cibersegurança na Agricultura de Precisão: Exploração à Aplicação de Medidas Preventivas 61-73

**Ana Laura Onofre de Souza
Cauan Vinícius Bastos
Paola Maria Sant'Anna Dos Santos
Nathalia Maria Soares
João Emmanuel D Alkmin Neves**

Filosofia Lean e Indústria 4.0: O Próximo Nível de Excelência Operacional 74-87

**Bruna Araujo Marques Silva
Karoline Cristina Rosa Dos Santos
Eduardo Lima Marcos**

Gestão de Equipes: Uma Análise de Desempenho de Liderança em uma Empresa na Cidade de São Paulo 88-95

**Ana Beatriz da Silva Santos
Giovana Andrade Tito
Lukas de Paula Vasconcelos
Lea Paz da Silva**

Estudo e Análise da Ergonomia no Ambiente *Home Office* 96-108

Geicy Ellen de Aguiar Veiga Souza
Vinicius Rodrigues da Silva
Lea Paz da Silva
Jose Abel de Andrade Baptista

Gestão do Transporte de Cargas e a Inteligência Artificial 109-125

Fernando Stival Hintze
Joao Pedro Miranda Ierardi
Renan Lima Costa
Victor Tadeu Vulcano
Roberto Giro Moori
Roberto Gardesani

Diretrizes Básicas de Acessibilidade à Web Aplicadas ao Site de uma Faculdade de Tecnologia 126-143

Edson Company Colalto Junior
Celio Daroncho
João Roberto Maiellaro

Arquitetura para Visualização e Interação com Mapas com Grandes Volumes de Pontos 144-151

Yehoshua Edson Oliveira Silva
Felipe Alves da Silva
Leandro Luque

Eficiência do Uso da Inteligência Artificial no Desenvolvimento de Software

Efficiency of Using Artificial Intelligence in Software Development

Andrew Carvalho Ignácio¹

andrew.ignacio@fatec.sp.gov.br

Lucas da Silva Oliveira¹

lucas.oliveira360@fatec.sp.gov.br

Marcos Paulo Moraes Francez¹

marcos.francez@fatec.sp.gov.br

Recebido em
02 out. 2023

Aceito em
15 mar. 2024

Publicado em
27 mar. 2024

<https://git.fateczl.edu.br>
e_ISSN
2965-3339
DOI
10.29327/2384439.2.2-1

@_GIT
Advances in Global
Innovation & Technology
Volume 2
Número 2
São Paulo
Março
2024



1 – Faculdade de Tecnologia de Jundiaí | Fatec Jundiaí

Resumo: Esse artigo tem como objetivo demonstrar a importância e influência do avanço das inteligências artificiais no âmbito de desenvolvimento de software e comentar sua relevância na sociedade atual. O tema tem trazido muitas discussões em fóruns e redes sociais da internet, com muitos afirmando ser o fim dos programadores, que supostamente serão substituídos por inteligências artificiais especializadas. Porém todas essas inteligências artificiais que geram códigos, acabam gerando códigos mal otimizados e que muitas das vezes não funcionam, mas é possível que futuramente essas ferramentas sejam capazes de criar sistemas inteiros sozinhos com código de qualidade e performático. É necessário uma análise profunda e crítica sobre o assunto, pois essas tecnologias têm grande impacto no mercado de trabalho e no futuro de muitas profissões. Mesmo com esses detalhes o estudo e tecnologias relacionadas à inteligência artificial são extremamente úteis à sociedade, automatizando ou melhorando processos na área da saúde, educação, segurança, entre outros.

Palavras-chave: programação; automação; mercado de trabalho; ferramentas tecnológicas.

Abstract: *This article aims to demonstrate the importance and influence of the advancement of artificial intelligences in the field of software development and to comment on its relevance in today's society. The topic has brought many discussions on forums and social networks on the internet, with many claiming to be the end of programmers, who will supposedly be replaced by specialized artificial intelligences. However, all these artificial intelligences that generate codes, end up generating poorly optimized codes that often do not work, but it is possible that in the future these tools will be able to create entire systems alone with quality and performant code. A deep and critical analysis of the subject is necessary, as these technologies have a great impact on the labor market and the future of many professions. Even with these details, the study and technologies related to artificial intelligence are extremely useful to society, automating or improving processes in the area of health, education, security, among others.*

Keywords: *programming; automation; labor market; technological tools.*

1. INTRODUÇÃO

A inteligência artificial (IA) é uma área de estudo que se concentra no desenvolvimento de sistemas e máquinas capazes de executar tarefas que, se realizadas por um ser humano, exigiria inteligência. Em outras palavras, a IA busca criar máquinas que possam simular, em algum grau, a capacidade humana de raciocínio, aprendizado, resolução de problemas e tomada de decisões.

A pesquisa em inteligência artificial utiliza uma variedade de técnicas e abordagens, muitas das quais têm evoluído significativamente ao longo das décadas. Os estudos em IA tiveram sua origem e concepção na década de 1950, quando cientistas e pesquisadores começaram a explorar a ideia de criar máquinas que pudessem simular funções cognitivas humanas. Desde então, os avanços nessa área têm sido notáveis, conduzindo a uma era em que os computadores são capazes de responder a perguntas feitas por seres humanos.

Os estudos em IA evoluíram de teorias conceituais iniciais para aplicações práticas que permeiam nosso cotidiano, desde assistentes virtuais em smartphones até diagnósticos médicos e sistemas de recomendação de conteúdo.

O campo continua a se expandir, impulsionado por avanços tecnológicos e uma compreensão cada vez maior da complexidade da inteligência artificial. Consequentemente, a inteligência artificial se tornou uma área de grande demanda no mercado, pois os computadores atingiram um nível de sofisticação que permite a realização de tarefas técnicas complexas, anteriormente reservadas exclusivamente aos seres humanos.

Essa evolução tecnológica tem suscitado

debates acalorados na internet, muitos dos quais prenunciam o fim iminente de diversas profissões. No entanto, emerge a seguinte questão: Será verdadeiramente viável que máquinas consigam desenvolver pensamento crítico e criativo tão complexo quanto o dos seres humanos?

Para encontrar uma resposta substancial a essa pergunta, é imperativo que recorramos a estudos e experimentos conduzidos no passado. Afinal, embora a inteligência artificial tenha avançado consideravelmente, ainda não exploramos totalmente seu potencial.

Por muitos anos, o Teste de Turing foi considerado como o critério decisivo para determinar se as máquinas poderiam ou não pensar como seres humanos. Contudo, com o avanço tecnológico que marcou o início deste século, esse paradigma foi posto à prova.

Em 2014, uma máquina foi capaz de se passar por uma adolescente ucraniana no Teste de Turing, levantando questões profundas sobre a natureza da inteligência artificial. No entanto, estudos mais recentes demonstram que o fato de uma máquina passar no teste não atesta sua capacidade de verdadeiro pensamento criativo e crítico.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Como mencionado previamente, as inteligências artificiais estão ganhando cada vez mais destaque no âmbito profissional, e esse cenário se estende à área de desenvolvimento de sistemas. No entanto, quando nos questionamos sobre o papel futuro e o impacto das inteligências artificiais na resolução de problemas computacionais complexos, surge uma indagação crucial: Será possível que, em

um futuro próximo, o poder computacional das inteligências artificiais seja avançado o suficiente para substituir o trabalho humano no desenvolvimento de software? A resposta a essa pergunta não é simples, requerendo uma análise baseada em conhecimentos e estudos bem estabelecidos sobre o tema.

Em 1950, o renomado matemático e cientista da computação Alan Turing lançou uma pergunta que se tornou icônica: "Máquinas podem pensar?" A resposta a essa pergunta essencialmente depende da definição dos termos "máquina" e "pensamento". Para evitar mergulhar em definições fundamentais, Turing propôs o "Jogo da Imitação" como uma alternativa.

O "Jogo da Imitação", proposto por Alan Turing em seu famoso artigo, "*Computing Machinery and Intelligence*," é uma ideia fundamental na história da inteligência artificial e da filosofia da mente. Também é conhecido como o "Teste de Turing".

No teste, três participantes estão envolvidos: um homem (A), uma mulher (B) e um interrogador (C). Eles estão separados em duas salas, com A e B em uma delas e C na outra. Cada participante tem um objetivo distinto no jogo: C formula perguntas para identificar quem é o homem e quem é a mulher; A tenta induzir C ao erro; e B auxilia C a chegar à conclusão correta. Turing postulou que, se A fosse substituído por uma máquina e esta conseguisse vencer o jogo, isso equivaleria a responder à pergunta fundamental sobre se as máquinas podem pensar, esse é o famoso Teste de Turing.

Uma questão relevante a ser destacada é a definição de requisitos para determinar se uma máquina possui consciência. Se a simples capacidade de convencer alguém de que é capaz de pensar for suficiente para

considerar uma máquina como consciente, isso pode levar a conclusões equivocadas.

Para ilustrar como nossa percepção empírica pode ser falha, podemos recorrer ao experimento mental do "quarto chinês". Imagine estar em um quarto na China, com um manual extenso sobre como responder a cartas em chinês, pois a única forma de comunicação com o mundo exterior é passar uma carta por baixo da porta. O manual oferece instruções sobre como analisar os símbolos em uma carta e responder da melhor forma possível, de modo que um falante de chinês consideraria a resposta adequada. É importante notar que o manual não fornece o significado dos símbolos, apenas as regras para compor respostas com base em padrões. No entanto, para um observador externo, como um falante de chinês, a pessoa que responde as cartas aparentemente domina o idioma, o que não é verdade.

Embora as máquinas não possam, atualmente, desenvolver pensamento criativo para a resolução de problemas complexos, elas têm o potencial de desempenhar um papel significativo na produção de código.

Atualmente, a principal ferramenta de inteligência artificial aplicada ao desenvolvimento de software é o *GitHub Copilot* da Microsoft. O *GitHub Copilot* é uma revolucionária extensão da plataforma GitHub que oferece uma experiência de programação inovadora. Desenvolvido em uma parceria entre a GitHub e a OpenAI, o *GitHub Copilot* é alimentado pela avançada IA GPT-3, que gera sugestões de código em tempo real, acelerando o desenvolvimento de software e aprimorando a produtividade dos desenvolvedores.

A principal funcionalidade do *GitHub*

Copilot é a geração de código autocompletado, que ocorre enquanto você escreve seu código-fonte. Ele pode identificar a intenção por trás do que você está programando e sugerir trechos de código relevantes, economizando tempo e reduzindo erros. Essas sugestões cobrem uma ampla gama de linguagens de programação e bibliotecas, tornando-o uma ferramenta versátil para desenvolvedores de todas as áreas.

A ferramenta pode gerar código através de comentários feitos pelos próprios programadores no código fonte da aplicação. Com isso o *Copilot* gera trechos de código de forma autônoma de acordo com a tecnologia sendo utilizada no projeto.

Além das sugestões de código, o *GitHub Copilot* também pode fornecer descrições e documentação contextualizadas, o que é especialmente útil para entender como e por que um determinado trecho de código funciona. Isso é valioso para desenvolvedores que estão aprendendo uma nova linguagem de programação ou trabalhando em um projeto desconhecido.

O *GitHub Copilot* é altamente personalizável e pode ser ajustado para se adaptar ao estilo de codificação do usuário (com padrões de formatação de código, por exemplo). Ele também é compatível com vários editores de código populares, tornando-se uma extensão versátil para a maioria dos ambientes de desenvolvimento.

Em resumo, o *GitHub Copilot* é uma ferramenta revolucionária que promete tornar a programação mais rápida, mais eficiente e mais acessível. Ao combinar a IA avançada com a plataforma *GitHub*, ele abre novas possibilidades para desenvolvedores, permitindo-lhes criar

código de qualidade com menos esforço e de forma mais colaborativa. Essa tecnologia tem o potencial de transformar a forma como desenvolvemos software e acelerar o progresso na indústria de desenvolvimento de software.

Outra ferramenta que ganhou notoriedade é o *ChatGPT* da *OpenAI*. Isso se deve à sua capacidade de responder a uma ampla variedade de perguntas e solicitações dos usuários por meio de mensagens de texto.

Ele representa um marco significativo na inteligência artificial, especialmente em termos de processamento de linguagem natural. O *ChatGPT* é projetado para compreender e gerar texto de forma eficaz. Este modelo de linguagem é alimentado por uma vasta quantidade de dados, com uma data de corte de informações em setembro de 2021.

Ele pode responder a uma ampla variedade de perguntas, realizar tarefas de escrita, oferecer recomendações, gerar texto criativo, trechos de código, entre outras coisas. Além disso, o *ChatGPT* pode se adaptar a diferentes estilos de escrita e contextos, tornando-o uma ferramenta versátil para várias aplicações.

O *ChatGPT* tem inúmeras aplicações práticas, desde assistência em redação e pesquisa até a criação de *chatbots* inteligentes e sistemas de atendimento ao cliente automatizados. Ele também pode ser usado para tradução, geração de conteúdo, respostas a perguntas técnicas e educacionais, e muito mais.

No entanto, é importante lembrar que o *ChatGPT* não é perfeito e pode cometer erros, além de depender fortemente dos dados com os quais foi treinado. Portanto, a avaliação crítica e a verificação de informações são essenciais ao usar essa tecnologia. Além disso, o *ChatGPT* também

não tem a capacidade de criar aplicações completas sozinho, gerando, em alguns casos, blocos de código que podem não funcionar adequadamente.

Em resumo, o ChatGPT é uma poderosa ferramenta de IA que revoluciona a forma como interagimos com a linguagem escrita, tornando a comunicação e a automação de tarefas mais eficazes e convenientes. Seu potencial é vasto e continua a evoluir à medida que novas versões e aprimoramentos são desenvolvidos.

O grande problema da ferramenta é sua capacidade de gerar respostas erradas, pois ela sempre tenta responder a pergunta, mesmo quando não tem dados suficientes ou capazes para gerar uma resposta correta. Isso se aplica para a sua capacidade de geração de blocos de código, já que em algumas situações essa IA gera códigos que não funcionam corretamente.

Agora, é hora de conduzir uma análise prática para avaliar as capacidades das inteligências artificiais quando confrontadas com desafios que demandam criatividade para solução. Os resultados obtidos ao utilizar as duas tecnologias descritas acima serão demonstrados.

Para testar a eficiência das ferramentas, será apresentado um desafio: a criação de um aplicativo que exibe o valor dos imóveis em São Paulo através de um mapa de calor. Este exemplo foi escolhido devido à sua aplicação real no mercado e à complexidade do programa.

Ao solicitar que as inteligências artificiais atendam ao desafio, elas responderão de maneira específica, indicando sua capacidade ou limitações em relação à tarefa proposta.

A resposta da inteligência artificial ao desafio será detalhadamente analisada. Serão avaliadas a clareza e a precisão da

resposta, bem como a qualidade da solução apresentada, se houver alguma.

Será considerada a capacidade da inteligência artificial de compreender os requisitos específicos do desafio, sua habilidade em gerar um código funcional e a eficácia em lidar com aspectos complexos da tarefa, como a representação de dados geoespaciais e a criação de um mapa de calor.

A resposta obtida com a inteligência artificial será comparada com as expectativas em relação ao desafio proposto. Será avaliado se a inteligência artificial conseguiu atender às demandas do desafio de maneira satisfatória ou se apresentou limitações significativas.

A partir dos resultados do desafio, será conduzida uma reflexão sobre o desempenho das inteligências artificiais quando confrontadas com problemas que exigem criatividade e complexidade no desenvolvimento de software. Isso permitirá uma análise mais aprofundada sobre o potencial e as limitações dessas tecnologias.

Com base nos resultados do desafio e na análise da capacidade das inteligências artificiais, serão traçadas conclusões preliminares sobre até que ponto essas tecnologias são capazes de substituir ou complementar o trabalho humano no desenvolvimento de software.

Retomando o papel das inteligências artificiais no desenvolvimento de software, será reforçada a ideia de que elas representam ferramentas valiosas para acelerar o processo de programação, oferecendo insights e assistência. No entanto, a análise prática reforçou que elas não são capazes de realizar tarefas complexas sem a intervenção humana.

Além de sua atuação no desenvolvimento

de software, as inteligências artificiais também desempenham um papel importante no mercado de trabalho em geral. Suas contribuições vão além da programação e abrangem diversas áreas, desde a medicina até a automação industrial.

No entanto, é fundamental reconhecer que as inteligências artificiais enfrentam desafios à medida que avançam. Alguns desses desafios incluem a ética no uso da inteligência artificial, a interpretação de dados e a necessidade de um aprimoramento contínuo das tecnologias.

A coexistência harmoniosa entre seres humanos e inteligências artificiais é um tópico importante. À medida que as inteligências artificiais se tornam mais presentes em diversas áreas, é fundamental definir papéis claros para ambas as partes e garantir que as decisões tomadas pela inteligência artificial sejam compreensíveis e transparentes.

Voltando especificamente ao desenvolvimento de software, a análise prática demonstrou que, embora as inteligências artificiais possam contribuir de maneira significativa, elas não substituirão programadores humanos. Isso ressalta a importância contínua da formação e aprimoramento profissional na área de tecnologia da informação.

O futuro da inteligência artificial e do desenvolvimento de software é promissor. A tecnologia continuará a evoluir e a auxiliar os programadores, tornando o processo de criação de software mais eficiente. Entretanto, a criatividade, o julgamento e a expertise humana permanecerão insubstituíveis na resolução de problemas complexos.

Em conclusão, a crescente presença das inteligências artificiais no desenvolvimento

de software e em diversas áreas profissionais é inegável. No entanto, sua capacidade de substituir completamente o papel humano ainda é uma questão em aberto. As inteligências artificiais são ferramentas valiosas que podem acelerar o processo de programação e fornecer assistência significativa, mas o desenvolvimento de software complexo e criativo continua a ser uma área onde os programadores humanos desempenham um papel insubstituível.

Nesse contexto, é importante considerar também os desafios éticos que surgem com a crescente adoção de inteligências artificiais. Questões como privacidade, vies algorítmico e responsabilidade em decisões automatizadas merecem atenção e regulamentação.

À medida que a inteligência artificial continua a avançar, é crucial acompanhar o desenvolvimento dessas tecnologias e adaptar as práticas profissionais para aproveitar ao máximo seu potencial. A inteligência artificial não é apenas uma ferramenta de auxílio, mas uma força que está transformando a maneira como abordamos muitos aspectos da vida e do trabalho.

A adaptação às mudanças provocadas pela inteligência artificial envolve o compromisso com o aprendizado contínuo. Os profissionais, incluindo os programadores, precisam estar dispostos a aprimorar suas habilidades e a se manter atualizados em um cenário tecnológico em constante evolução.

A colaboração entre humanos e máquinas, incluindo as inteligências artificiais, é uma abordagem que pode resultar em soluções mais eficazes. Programadores que sabem aproveitar o poder da inteligência artificial podem se tornar mais produtivos e

eficientes, à medida que as máquinas cuidam de tarefas repetitivas e sugerem soluções.

À medida que a inteligência artificial desempenha um papel mais proeminente em nossas vidas e na indústria de tecnologia, a responsabilidade na utilização dessas tecnologias torna-se crucial. Garantir que a inteligência artificial seja usada de maneira ética e justa é um desafio importante a ser enfrentado.

A educação desempenha um papel vital na preparação de profissionais para trabalhar com inteligência artificial. Além de conhecimentos técnicos, a ética e a compreensão das implicações éticas da inteligência artificial são componentes essenciais do treinamento.

À medida que avançamos em direção a um futuro cada vez mais orientado pela inteligência artificial, a compreensão de seu papel na sociedade e na indústria de tecnologia continuará a evoluir. Manter um olhar crítico sobre o desenvolvimento da inteligência artificial e suas implicações é fundamental para garantir que ela seja uma força positiva em nossas vidas e no mundo do trabalho.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente, é relevante apresentar os resultados obtidos ao solicitar uma tarefa ao ChatGPT. Ao pedir à inteligência artificial que "Codifique uma aplicação que mostre, através de um mapa de calor, os valores dos imóveis de São Paulo," a resposta da máquina é reveladora. Ela declara: "Infelizmente, como sou um modelo de linguagem de texto, não posso codificar uma aplicação interativa aqui. No entanto, posso fornecer um exemplo de código em Python usando a biblioteca *Folium*, que

permite criar mapas interativos. Você precisará ter o Python instalado e instalar a biblioteca *Folium* usando o *pip*." A resposta também inclui um exemplo de código gerado pela inteligência artificial. Esse primeiro parágrafo da resposta já evidencia a limitação da ferramenta, pois ela não é capaz de criar uma aplicação completa, demonstrando que não substitui totalmente um programador humano.

O exemplo citado no parágrafo anterior destaca uma das limitações fundamentais da inteligência artificial, que é a sua incapacidade de criar aplicações complexas de forma autônoma. A inteligência artificial pode oferecer sugestões, fornecer trechos de código e até mesmo gerar código de exemplo, mas não é capaz de compreender integralmente os requisitos do projeto, criar uma arquitetura de software abrangente ou solucionar problemas complexos de programação. Portanto, fica evidente que, embora a inteligência artificial seja uma ferramenta valiosa para os programadores, ela não elimina a necessidade de profissionais de programação humanos.

No prosseguimento da resposta da inteligência artificial, após fornecer o exemplo de código em Python, ela continua a oferecer assistência ao usuário. Este complemento inclui diretrizes sobre a instalação de software adicional e como utilizar a biblioteca *Folium* para a criação do mapa de calor. Embora a inteligência artificial possa ser útil no sentido de direcionar o desenvolvedor na direção certa, ela não pode executar todos os aspectos da tarefa, destacando mais uma vez sua limitação em relação a empreender tarefas complexas sem intervenção humana.

A análise dessa resposta da inteligência artificial reforça a ideia de que, embora as

inteligências artificiais sejam ferramentas poderosas que podem acelerar o processo de desenvolvimento de software e oferecer insights valiosos, elas ainda não podem substituir integralmente a criatividade, o julgamento e a expertise de programadores humanos. Enquanto a inteligência artificial pode auxiliar na produção de código e fornecer soluções parciais, o desenvolvimento de aplicações completas e complexas continua a ser uma tarefa que requer a intervenção e o discernimento de seres humanos. Assim, a inteligência artificial desempenha um papel complementar, mas não substitutivo, no mercado de trabalho de desenvolvimento de software.

Ao fazer uso do *Github Copilot*, é evidente que essa ferramenta oferece um auxílio valioso no processo de desenvolvimento de software. No entanto, é importante

observar que a sua atuação se limita à geração de uma estrutura HTML básica, deixando de fora qualquer aspecto relacionado à lógica do programa. Isso demonstra de maneira clara que, por mais avançada que seja essa tecnologia, ela ainda não é capaz de produzir programas completos de forma autônoma.

É notório que o *Github Copilot* serve como um excelente complemento para programadores, acelerando a criação de interfaces e componentes visuais por meio da geração de código HTML. A ferramenta pode economizar tempo e reduzir o ônus de escrever código repetitivo, mas a sua atuação se limita a esse escopo específico.

A criação da lógica subjacente e a resolução de problemas mais complexos continuam a ser tarefas que exigem a intervenção de programadores com conhecimentos humanos.

Imagem 1 – Mensagem e resultado obtido utilizando a ferramenta ChatGPT

AN Codifique uma aplicação que mostre, através de um mapa de calor, os valores do imóveis de São Paulo

Infelizmente, como sou um modelo de linguagem de texto, não posso codificar uma aplicação interativa aqui. No entanto, posso fornecer um exemplo de código em Python usando a biblioteca Folium, que permite criar mapas interativos. Você precisará ter o Python instalado e também instalar a biblioteca Folium usando o pip.

Aqui está um exemplo básico de como criar um mapa de calor dos valores dos imóveis em São Paulo usando a biblioteca Folium:

```
python
import folium
import pandas as pd
```

Copy code

Regenerate response

Fonte: Elaboração própria

Portanto, fica claro que, apesar dos avanços impressionantes, o *Github Copilot* não representa uma ameaça à profissão de programador, mas sim uma ferramenta que aprimora a produtividade e a eficiência dos desenvolvedores, garantindo que o papel humano no processo de desenvolvimento de software permaneça vital e insubstituível.

Em resumo, as tecnologias de inteligência artificial aplicadas ao desenvolvimento de software desempenham um papel fundamental na otimização e aprimoramento das atividades dos programadores. Ao invés de serem vistas como uma ameaça à profissão, as IAs são ferramentas poderosas que economizam tempo, identificam erros e oferecem

soluções eficientes para desafios complexos. No entanto, é importante destacar que, até o momento, elas não têm a capacidade de substituir integralmente os programadores, especialmente em tarefas que requerem criatividade e julgamento humano.

Programadores são capazes de entender o contexto de um problema e traduzi-lo em código. Eles podem adaptar soluções para atender às necessidades específicas de um projeto ou de um cliente. As IAs, por outro lado, não têm a compreensão contextual profunda que os seres humanos possuem. Elas operam com base em dados e regras, sem a capacidade de avaliar nuances e considerações complexas.

Imagem 2 – Resultado obtido através da ferramenta *Github Copilot*

```
<!--Codifique uma aplicação que mostre, através de um mapa de calor, os valores do imóveis de São Paulo-->
<!--O mapa de calor deve ser gerado a partir de um arquivo CSV com os dados dos imóveis--> <!--SUGERIDO PELO COPILOT-->

<!DOCTYPE html>
<html lang="pt-br">
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <title>Mapa de Calor</title>
  <link rel="stylesheet" href="css/bootstrap.min.css">
  <link rel="stylesheet" href="css/estilo.css">
</head>
<body>
  <div class="container">
    <div class="row">
      <div class="col-md-12 text-center">
        <h2>Mapa de Calor</h2>
      </div>
    </div>
    <div class="row">
      <div class="col-md-12 text-center">
        
      </div>
    </div>
  </div>
</body>
</html>
```

Fonte: Elaboração própria

A perspectiva de um futuro no qual as máquinas se tornem capazes de criar programas inteiros é uma possibilidade real. Com os avanços contínuos na pesquisa em inteligência artificial, é plausível que a tecnologia evolua a ponto de gerar sistemas completos com código de alta qualidade e desempenho superior. No

entanto, essa evolução também traz à tona questões importantes relacionadas à ética e à responsabilidade na utilização da IA, bem como à requalificação dos profissionais de programação para desempenharem papéis mais estratégicos e criativos.

Além disso, programadores

frequentemente enfrentam problemas complexos que requerem raciocínio abstrato, análise crítica e resolução criativa. Eles precisam tomar decisões difíceis sobre como abordar esses problemas, o que envolve considerações éticas, de segurança e de desempenho. As IAs, embora sejam excelentes em tarefas específicas, não têm a versatilidade para lidar com a ampla gama de desafios que os programadores enfrentam.

Existem casos em que programadores desempenham um papel fundamental na concepção e no design de sistemas de software. Eles tomam decisões de alto nível sobre a arquitetura do software, a usabilidade e a experiência do usuário. A criatividade humana desempenha um papel crucial nessa fase, e as IAs ainda não têm a capacidade de conceber software de maneira holística, levando em consideração fatores humanos e estéticos.

Um fato curioso é que a própria criação e manutenção das IAs dependem dos programadores. Os algoritmos de IA são projetados, treinados e ajustados por seres humanos, a IA é uma ferramenta nas mãos dos programadores, e não uma entidade autônoma capaz de substituí-los.

5. CONCLUSÃO

Portanto, as inteligências artificiais no desenvolvimento de software não visam substituir os programadores, mas sim capacitá-los. A colaboração entre humanos e máquinas é a chave para o progresso nesse campo, onde as habilidades únicas de cada parte podem ser aproveitadas para criar soluções de software mais eficazes e inovadoras.

À medida que avançamos nessa jornada de interação entre IA e programadores, é imperativo que a formação, a ética e a compreensão das implicações dessas

tecnologias continuem a ser uma prioridade, garantindo um equilíbrio adequado entre o potencial da IA e as capacidades humanas.

Apesar disso, as IAs são componentes benéficos e úteis para a humanidade, se tornando ferramentas cada vez mais comuns em diversas áreas, por isso o estudo e pesquisa na área deve ser valorizado e incentivado.

Primeiramente, a IA automatiza tarefas tediosas e repetitivas, aumentando a eficiência em várias indústrias. Isso permite que os seres humanos se concentrem em atividades mais criativas e estratégicas e traz uma grande mudança no mercado de trabalho atual, que cada vez mais necessita de profissionais capacitados e especialistas.

Na área da saúde, a IA contribui para diagnósticos médicos mais precisos, pesquisa de medicamentos, monitoramento de pacientes e cirurgias assistidas por robôs, resultando em tratamentos mais eficazes e diagnósticos mais rápidos.

Na área de segurança e defesa, a IA desempenha um papel fundamental na segurança cibernética, vigilância e análise de dados, identificando ameaças e respondendo rapidamente a incidentes.

A IA também é usada em monitoramento ambiental, previsão do tempo e gerenciamento de recursos naturais, ajudando a enfrentar desafios relacionados às mudanças climáticas e à preservação da biodiversidade. A mobilidade urbana é aprimorada pela IA com veículos autônomos, otimização de rotas e gerenciamento de tráfego, tornando o transporte mais seguro e eficiente.

Por isso devemos encarar as inteligências artificiais como ferramentas para atingir um objetivo, e não como um mal a ser combatido ou um concorrente de mercado,

as possibilidades são muitas e a transformação na sociedade vai ser grande, assim como já está acontecendo.

Em tarefas mais complexas e que dependem de criatividade, questões éticas, compreensão de contexto e raciocínio abstrato, essas ferramentas podem se mostrar não tão úteis.

REFERÊNCIAS

DRAGONE, Carina. **Inteligência Artificial e o Mercado de Trabalho: como ter destaque na sua carreira?**. Site. Disponível em: <<https://rockcontent.com/br/blog/inteligencia-artificial-e-o-mercado-de-trabalho/#:~:text=J%C3%A1%20nas%20%C3%A1reas%20como%20atendimento,de%20solu%C3%A7%C3%B5es%20de%20intelig%C3%A2ncia%20artificial>>. Acesso em: 18 mai. 2023.

LESSA, João. **Inteligência Artificial: como a inteligência artificial está revolucionando o setor de desenvolvimento de software?**. Site. Disponível em: <<https://www.dio.me/articles/inteligencia-artificial-como-a-ia-esta-revolucionando-o-setor-de-desenvolvimento-de-software>>. Acesso em: 18 mai. 2023.

LIMA FILHO, M. M. **O Experimento de Pensamento do Quarto Chinês: a Crítica de John Searle à Inteligência Artificial Forte**. Revista Argumentos . Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/3566/1/2010_Art_MMLFilho.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2023.

TURING, Alan M. Computing Machinery and Intelligence. Disponível em: <<https://redirect.cs.umbc.edu/courses/471/papers/turing.pdf>>. Acesso em: 25 mai. 2023.

Computação em Nuvem e Provisionamento na *Amazon Web Services* *Cloud Computing and Provisioning on Amazon Web Services*

Gustavo Oliveira Mota¹
gustavo.mota@fatec.sp.gov.br

Cristina Corrêa de Oliveira¹
cristina.oliveira@fatec.sp.gov.br

1 – Faculdade de Tecnologia da Zona Leste | Fatec Zona Leste

Resumo: A computação em nuvem tem chamado a atenção por ter como propósito solucionar grandes problemas enfrentado por empresas, como manter suas aplicações disponíveis em cenários de demanda alta, armazenar seus dados de forma segura e a redução de custos com infraestrutura. O presente artigo tem como finalidade explorar o conceito de computação em nuvem, abordando a base da computação em nuvem, suas principais características, modelos de serviço, modelos de implantação, benefícios e limitações. Após o provisionamento de uma interface de programação de aplicação na nuvem utilizando a *Amazon Web Services* como provedor, seguindo uma arquitetura *serverless* com *API Gateway*, uma função *Lambda* e banco de dados não relacional *Amazon DynamoDB*, foi possível realizar testes de carga utilizando *K6*, e análises qualitativas e quantitativas a fim de verificar, de forma prática, alguns benefícios e desafios ao optar pela computação em nuvem. A computação em nuvem é uma ferramenta poderosa, mas requer atenção a critérios como segurança, conformidade e privacidade. Além disso, deve-se escolher o modelo de serviço e o modelo de implantação que melhor atenda às necessidades específicas de uma organização.

Palavras-chave: Computação em nuvem, Nuvem pública, Função como serviço.

Abstract: *Cloud computing has drawn attention for its purpose of addressing significant challenges faced by businesses, such as keeping their applications available in scenarios of high demand, securely storing their data, and reducing costs associated with infrastructure. This article aims to explore the concept of cloud computing, covering the basics of cloud computing, its key characteristics, service models, deployment models, benefits, and limitations. After provisioning a cloud-based application programming interface using Amazon Web Services as the provider, following a serverless architecture with API Gateway, a Lambda function, and the Amazon DynamoDB NoSQL database, load tests were conducted using K6, along with qualitative and quantitative analyses to practically assess some benefits and challenges of opting for cloud computing. Cloud computing is a powerful tool but requires attention to criteria such as security, compliance, and privacy. Additionally, choosing the service model and deployment model that best meets the specific needs of an organization is crucial.*

Keywords: *Cloud computing, public cloud, function as a service.*

Recebido em
20 nov. 2023

Aceito em
15 fev. 2024

Publicado em
27 mar. 2024

<https://git.fateczl.edu.br>
e_ISSN
2965-3339
DOI
10.29327/2384439.2.2-1

@_GIT
Advances in Global
Innovation & Technology
Volume 2
Número 2
São Paulo
Março
2024



1. INTRODUÇÃO

A cada dia as empresas vem se deparando com problemas como falta de escalabilidade dos seus sistemas pois os servidores não atendem o aumento da demanda, levando a empresa a adquirir mais servidores que geram mais consumo de energia e necessitam ser protegidos contra interrupções elétricas. Além disso, a aquisição e configuração desses servidores podem ser processos demorados, atrasando o início de projetos e a disponibilização de um produto ou serviço no mercado.

Vários nichos de mercado apresentam aumento de demanda devido a sazonalidade do seu negócio, fazendo que a infraestrutura de servidores seja subutilizada, gerando alto custo de propriedade com espaço físico, manutenções variadas e segurança física e lógica. A influência da atividade humana tem contribuído para um aumento na frequência e na intensidade de desastres naturais, como tempestades, enchentes, desmoronamentos, queda de árvores, deslizamentos de terra e incêndios. Essa tendência representa uma ameaça significativa para as empresas, pois há o risco de perder os servidores que abrigam informações essenciais para suas operações. Diante dos desafios mencionados, a computação em nuvem (CN) surge como resposta às necessidades das empresas em um ambiente em constante evolução, proporcionando uma abordagem mais flexível, econômica e eficaz para a gestão de recursos de Tecnologia da Informação (TI) e para atender às crescentes exigências do mundo dos negócios.

Este artigo tem como objetivo explorar o conceito de CN, abordando suas principais características, benefícios e limitações.

Além disso, será provisionado uma aplicação na *Amazon Web Services* no modelo *serverless* e a realização de testes de carga para avaliar seu desempenho. A análise do provisionamento, do funcionamento da aplicação e a apresentação de métricas destacarão as vantagens práticas da adoção da CN.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O termo *cloud computing* ou CN começou a ser amplamente utilizado no final da década de 2000, embora as ideias e conceitos que o fundamentam tenham raízes em décadas anteriores. A seguir serão apresentadas as bases da CN, a definição, as características, os modelos de serviços e de implantação, bem como benefícios e limitações.

2.1. Bases do *Cloud Computing*

A CN é uma evolução de conceitos que surgiram nas décadas de 1950, até chegar no estado atual. A seguir são exemplificadas a evolução do conceito:

- Década de 1950: surgem os primeiros estudos em simulações de tempo real (RUBINOFF, 1955)
- Década de 1960: Os conceitos iniciais de compartilhamento de recursos computacionais remotos começaram a surgir (O'SULLIVAN, 1967). O modelo inicial foi conhecido como *time sharing* ou tempo compartilhado que envolvia a alocação de recursos computacionais compartilhados entre usuários em terminais remotos (MOTOBAYASHI, MASUDA e TAKAHASHI, 1969). O termo também se refere a sistemas multiusuários, em computadores de grande porte, ou mainframe, com a computação de propósito geral

executada e os usuários operam independentemente de um outro (O'SULLIVAN, 1967), geralmente em locais remotos do computador em si (CORBATÓ, 2003). Na década seguinte surgem os minicomputadores com o surgimento do Unix que apresenta uma diminuição do custo do hardware e do sistema operacional (RITCHIE e THOMPSON, 1973).

- Década de 1980 surge o microcomputador, com a diminuição dos custos do *hardware*, *software* e de processamento, e as redes de computadores (VAN TILBORG e WITTIE, 1981) (SOLNTSEFF, 1980). O conceito computação distribuída é utilizada academicamente.
- Década de 1990: o conceito de aplicação cliente/servidor se expande para o mundo corporativo. Este modelo consiste na separação do processo cliente e servidor executados em máquinas diferentes conectadas por meio de uma rede, podendo ser uma rede local ou uma rede remota. O processo cliente é ativo e envia uma solicitação ao servidor, que normalmente é dedicado a sessão do usuário, começando e terminando com a sessão. Um cliente pode interagir com um ou muitos servidores. Obrigatoriamente há a presença de um servidor. O servidor é um ente reativo, que é disparado pela chegada de pedidos dos seus clientes (RENAUD, 1994). O uso da expressão "*cloud computing*" para descrever esse conceito específico começou a ganhar popularidade no final dos anos 90. No entanto, ainda era uma ideia emergente e não tão amplamente adotada como hoje.
- Início dos anos 2000: Grandes empresas de tecnologia, como

Amazon, começaram a oferecer serviços de computação e armazenamento pela internet. A ideia de fornecer recursos de TI como serviço começou a se consolidar.

- Meados da Década de 2000: O termo "*cloud computing*" começou a ser mais amplamente adotado pela indústria de tecnologia e por empresas que ofereciam serviços baseados na nuvem.
- Final da Década de 2000: Empresas como *Amazon Web Services* (AWS) e Google começaram a oferecer uma ampla gama de serviços em nuvem. O conceito de "infraestrutura como serviço" (IaaS), "plataforma como serviço" (PaaS) e "software como serviço" (SaaS) se tornaram mais definidos.

Desde então, a computação em nuvem tornou-se uma parte fundamental da infraestrutura de TI em muitas organizações, e o termo "*cloud computing*" é agora amplamente reconhecido e adotado globalmente. O crescimento contínuo da computação em nuvem está ligado à sua capacidade de oferecer flexibilidade, escalabilidade e eficiência em termos de custo para indivíduos, empresas e organizações. Estes termos serão explorados nos tópicos a seguir.

2.2. Computação em Nuvem

A inovação que a CN trouxe resultou em várias interpretações do conceito. A seguir, será apresentado as definições fornecidas pelos três principais provedores de serviços em nuvem.

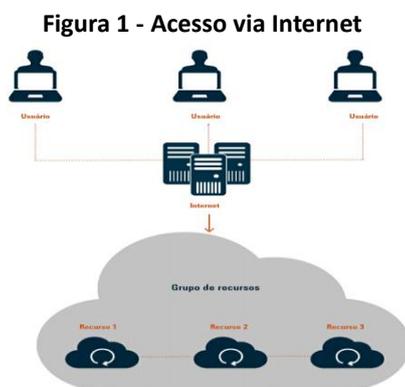
De acordo com o *Google Cloud*, a CN é a disponibilidade sob demanda dos recursos de computação como serviços na Internet. Ela elimina a necessidade de as empresas

adquirirem, configurarem ou gerenciarem a infraestrutura, assim elas pagarão apenas pelo que usarem (GOOGLE CLOUD, 2023b).

Para a *Microsoft Azure*, ela é o fornecimento de serviços de computação, incluindo servidores, armazenamento, bancos de dados, rede, *software*, análise e inteligência, pela Internet (“a nuvem”) para oferecer inovações mais rápidas, recursos flexíveis e economias de escala. Paga-se apenas pelos serviços de nuvem que usa, ajudando a reduzir os custos operacionais, a executar sua infraestrutura com mais eficiência e a escalonar conforme as necessidades da sua empresa mudam (MICROSOFT AZURE, 2023).

A AWS define a CN como a entrega de recursos de TI sob demanda por meio da Internet com definição de preço de pagamento conforme o uso. Em vez de comprar, ter e manter datacenters e servidores físicos, o acesso a serviços de tecnologia, como capacidade computacional, armazenamento e bancos de dados, é feito conforme a necessidade, usando um provedor de nuvem (AWS, 2023a).

Ambas descrevem a CN como um paradigma que permite acesso via internet a um grupo de recursos físicos ou virtuais, com provisionamento e administração sob demanda. A Figura 1 representa essa definição visualmente.



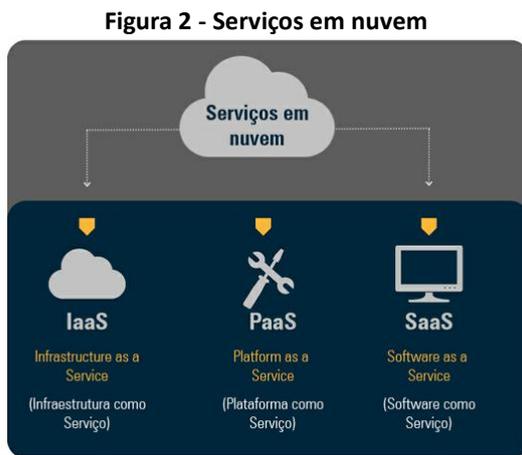
Fonte: SANTOS (2018)

- **Ampla acesso à rede:** essa característica se refere a uma condição em que os recursos devem estar disponíveis via internet e de maneira padronizada, garantindo, assim, a possibilidade de uso por meio dos mais diversos tipos de dispositivos (computadores, *smartphones*, *tablets*, etc.). É um acesso onipresente e multiplataforma.
- **Grupo de recursos:** nessa condição, os provedores de CN agrupam recursos, possibilitando servir múltiplos clientes dentro de um modelo compartilhado. Isso significa que uma única plataforma pode servir vários clientes de acordo com a demanda, sem que um usuário afete o outro.
- **Rápida elasticidade:** essa característica coloca que os recursos computacionais da nuvem, de maneira geral, devem ser provisionados e disponibilizados para uso de maneira rápida e elástica. Trata-se de uma condição em que há percepção da existência ilimitada dos recursos que podem ser adquiridos no momento e na quantidade desejada, com ampliação ou diminuição rápida, na medida da solicitação.
- **Serviços mensuráveis:** é uma condição em que os serviços e recursos fornecidos em nuvem são controlados e monitorados de maneira automática. Com essa espécie de visualização, otimizam-se os recursos, tornando possível aferir métricas. Ao ser mensurável, é possível estabelecer os limites de consumo e realizar o provisionamento automático dos recursos. Tal possibilidade permite, por exemplo, solicitar uma maior capacidade de processamento, armazenamento ou acessos, dentro de um período específico. Em geral, esses serviços são adquiridos na forma de

“pague por uso”. Nessa situação, o acréscimo será pago quando a cota previamente acordada for excedida.

2.4 Modelos de Serviço

Existem basicamente três tipos de modelos de serviço em nuvem para atender a diversas necessidades, conforme Figura 2.



Fonte: Santos (2018)

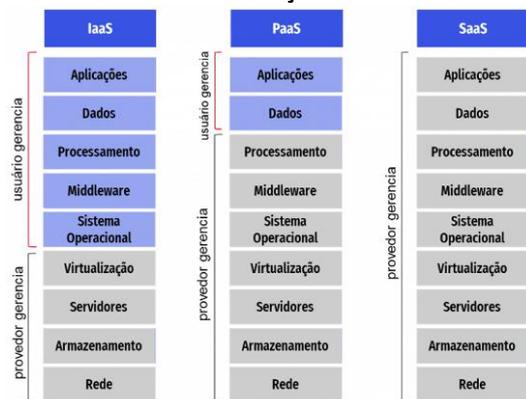
- *Infrastructure as a Service (IaaS)*: significa Infraestrutura como Serviço. Trata-se do serviço fornecido ao cliente, por meio da Internet, para processamento, armazenamento e outros recursos computacionais fundamentais. O consumidor não precisa comprar o equipamento, não se preocupa com o espaço físico, não gerencia ou controla a infraestrutura, mas pode atuar no sistema operacional, no armazenamento e na implementação das aplicações.
- *Platform as a Service (PaaS)*: significa Plataforma como Serviço. Trata-se de uma capacidade em que se pode, por exemplo, realizar a implementação e o desenvolvimento de um sistema próprio, dentro da infraestrutura do provedor de serviços. Nessa condição, o consumidor não gerencia ou controla

nenhum item da infraestrutura, tal como servidores, rede, sistemas operacionais ou armazenamento. Além disso, o consumidor não se preocupa com a escalabilidade, pois é gerenciada pelo provedor.

- *Software as a Service (SaaS)*: significa Software como Serviço. É um serviço que disponibiliza um programa que fica em um servidor remoto. Nesse caso, as aplicações são acessíveis por meio de dispositivos do cliente, com uso de interfaces simples. O usuário não gerencia ou controla nenhum item da infraestrutura que hospeda *software*. Somente é possível ajustar configurações específicas a nível de usuário.

A Figura 3 detalha a responsabilidade do usuário e do provedor em cada tipo de serviço de nuvem.

Figura 3 - Responsabilidades em cada modelo de serviço



Fonte: Autores

A criação de novos modelos está em constante crescimento. Nesse contexto, surgiu o termo "XaaS" ou *Everything as a Service*, que se refere à ideia de que praticamente qualquer tipo de serviço pode ser oferecido como um serviço (TOTVS, 2023). É importante destacar que esses modelos evoluíram a partir das categorias mencionadas anteriormente.

Abaixo, apresentamos alguns exemplos desses serviços, juntamente com suas características.

- *Function as a Service (FaaS)*: significa Função como Serviço. É um serviço de CN que permite que os clientes executem códigos em resposta a eventos, sem gerenciar a infraestrutura complexa normalmente associada à criação e ao lançamento de aplicativos de microsserviços (IBM, 2023).
- *Database as a Service (DBaaS)*: significa Bando de Dados como Serviço. É uma oferta de banco de dados em nuvem que fornece aos clientes acesso a um banco de dados sem ter que implantar e gerenciar a infraestrutura subjacente. O DBaaS é entregue como um serviço de banco de dados gerenciado, o que significa que o provedor cuida de corrigir, atualizar e fazer backup do banco de dados (ORACLE, 2023).

2.5 Modelos de Implantação

Existem três tipos de modelo de implantação: nuvem privada, nuvem pública e nuvem híbrida. Cada opção apresenta características únicas e vantagens específicas. Assim, a escolha do modelo de implantação deve se basear no tipo de aplicação que o cliente necessita. Conheça, a seguir, as características das formas de implementação de nuvem. A Figura 4 representa a definição visualmente.

Figura 4 - Modelos de implantação



Fonte: Autores

- *Nuvem privada*: é uma infraestrutura em nuvem desenvolvida, operada e gerenciada por uma única organização. Eventualmente, essa tarefa é compartilhada com uma empresa terceirizada. Pode ser instalada no ambiente da organização ou em um data center externo. Outros nomes de nuvem privada são nuvem interna ou nuvem corporativa.
- *Nuvem pública*: é uma infraestrutura em nuvem fornecida abertamente para o uso do público em geral. Pode ser desenvolvida, operada e gerenciada por uma única organização empresarial, acadêmica ou governamental, de modo separado ou combinado. Fica instalada no provedor de nuvem.
- *Nuvem híbrida*: é uma infraestrutura em nuvem composta pela combinação da nuvem pública e privada. A CN híbrida estende a infraestrutura e as operações de forma consistente para oferecer um único modelo operacional que gerencia as cargas de trabalho dos aplicativos nos dois ambientes, permitindo a migração contínua das cargas de trabalho entre as nuvens privada e pública, conforme as necessidades dos negócios.

2.6 Benefícios

A CN oferece uma série de benefícios para organizações e usuários (GOOGLE CLOUD, 2023c), incluindo:

- *Maior rapidez no tempo de lançamento*: É possível ativar novas instâncias ou desativá-las em segundos, permitindo que os desenvolvedores acelerem o desenvolvimento com implantações rápidas. A CN oferece suporte a inovações, facilitando o teste de novas ideias e o desenvolvimento de novos

aplicativos sem limitações de hardware ou processos de aquisição lentos.

- Escalabilidade e flexibilidade: Os recursos de CN podem ser escalados para cima ou para baixo conforme a demanda, permitindo que as organizações atendam a picos de tráfego e necessidades sazonais sem investimentos antecipados em infraestrutura.
- Economia de custos: A CN elimina a necessidade de comprar, manter e atualizar hardware e software, reduzindo os custos de capital. Os modelos de pagamento por uso permitem que as organizações paguem apenas pelos recursos que consomem, o que pode resultar em economias significativas. Um exemplo disso é a Natura, que conseguiu reduzir seus custos operacionais em impressionantes 40% ao adotar a CN (AWS, 2023b). O Mercado Livre também obteve economias notáveis de 31% ao otimizar o uso dos serviços fornecidos pela AWS, tudo isso enquanto mantinha a performance (AWS, 2023c).
- Melhor colaboração: O armazenamento na nuvem permite que a disponibilização de dados onde estiver, sempre que precisar. Em vez de estarem vinculados a um local ou dispositivo específico, as pessoas podem acessar dados de qualquer lugar do mundo e de qualquer dispositivo, desde que tenham uma conexão de Internet.
- Segurança avançada: A CN pode fortalecer sua postura de segurança devido à profundidade e amplitude de recursos de segurança, à manutenção automática e ao gerenciamento centralizado. Provedores de nuvem

confiáveis também contratam os melhores especialistas em segurança e empregam as soluções mais avançadas, oferecendo uma proteção mais robusta.

- Prevenção contra perda de dados: Os provedores de nuvem oferecem recursos de backup e recuperação de desastres. Armazenar dados na nuvem em vez de localmente pode ajudar a evitar a perda de dados em caso de emergência, como mau funcionamento do hardware, ameaças mal-intencionadas ou até mesmo um simples erro do usuário.

Esses benefícios tornaram a CN uma escolha popular para empresas de todos os tamanhos e setores, permitindo que elas se adaptem rapidamente às mudanças nas necessidades de TI e aproveitem as vantagens da tecnologia de forma eficaz e econômica.

2.7 Limitações

Apesar de todos os benefícios, é preciso considerar as limitações da CN antes de aderir (GOOGLE CLOUD, 2023a). A seguir, veja uma descrição mais detalhada a respeito dos pontos críticos para adoção da CN:

- Segurança: é um grande desafio da CN. A segurança e a privacidade dos dados estão no topo das preocupações relacionadas à TI. Isso é confirmado pela maioria das pesquisas realizadas no segmento. Tal receio do mercado se deve pelo fato de a CN colocar os riscos em outro nível, porque os serviços essenciais são, muitas vezes, subcontratados de terceiros. Nessa condição, pode ser mais difícil manter a integridade e a privacidade dos dados.

- Resultados e benefícios: uma parte dos clientes ainda não está convencida sobre as vantagens do modelo de serviço em nuvem. Há muita insegurança sobre como tornar os recursos da nuvem uma parte do ambiente principal conciliado ao retorno sobre investimento (ROI) e ao uso pleno do potencial tecnológico. Para essa situação, existe a necessidade de comparar as métricas financeiras da TI tradicional com a utilização da nuvem. Sem essa base, há grande dificuldade em compreender as vantagens econômicas das soluções disponíveis nesse novo modelo.
- Performance e tempo de resposta no acesso via rede: entregar um serviço complexo via rede é completamente impossível se a performance do acesso for ineficiente. Muitas empresas esperam a melhora na oferta e na qualidade dos links de acesso antes de moverem suas aplicações para a nuvem.
- Integração: a integração entre sistemas, aplicativos e nuvem pode ser muito complexa. Existem condições de incompatibilidade que geram conflitos técnicos de difícil solução. Em alguns casos, os sistemas já residentes da organização são incompatíveis para a migração ou associação com a nuvem. A evolução da padronização dos protocolos e procedimentos entre os tipos de nuvens ainda está em desenvolvimento, o que agrega dificuldades de integração.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta seção apresenta os procedimentos metodológicos utilizados no estudo com o objetivo de entender as vantagens do uso da CN em relação a provisionar nuvem

privada.

Foram estabelecidos no enquadramento metodológico: a natureza da pesquisa, o objetivo da pesquisa; a abordagem; o processo da implementação e, por fim, a análise dos resultados.

A natureza deste estudo é aplicada, pois objetiva gerar conhecimento para escolha do tipo de nuvem que mais se adequa à situação em questão. A pesquisa aplicada na área empresarial busca facilitar a tomada de decisões (ZIKMUND e BABIN, 2010).

O objetivo, do presente artigo, é exploratório, pois se pretende construir um conhecimento sobre CN, abordando suas características, benefícios e funcionamento, facilitando a decisão de qual nuvem escolher para determinado contexto de negócio.

A abordagem deste estudo é qualitativa, pois pretende-se apresentar as vantagens do uso da nuvem pública em relação à nuvem privada.

Para apresentação dos resultados, será implementado uma aplicação capaz de realizar cadastros de alunos numa situação hipotética como a realização do Exame Nacional do Ensino Médio.

Após implementada e implantada na AWS, será realizado requisições utilizando uma ferramenta de testes de carga, denominada K6, e análise do funcionamento da aplicação, aferindo a taxa de sucesso das requisições. A aplicação foi criada a partir de um exemplo disponibilizado na AWS e seguirá a arquitetura apresentada visualmente na Figura 5 (AWS, 2023d).

Abaixo segue uma breve descrição de cada serviço utilizado na implementação e em qual modelo de serviço eles se encaixam.



3.1 Amazon API Gateway

O *Amazon API Gateway* é um serviço da AWS que atua como um ponto de entrada para criar, publicar, gerenciar e proteger APIs (Interfaces de Programação de Aplicativos) de maneira escalável e segura na nuvem. É uma ferramenta poderosa para desenvolvedores e organizações que desejam expor funcionalidades e dados por meio de APIs para acesso público ou privado (AWS, 2023e). Aqui estão alguns dos principais aspectos e funcionalidades do *Amazon API Gateway*:

- Criação de APIs: Permite a criação de APIs RESTful (*Representational State Transfer*) e *WebSocket* para expor serviços e recursos.
- Gerenciamento de Tráfego: Oferece recursos para rotear solicitações, transformar dados, fazer cache de respostas e melhorar o desempenho e a segurança.
- Integrações Flexíveis: Suporta integrações com vários serviços da AWS, bem como com serviços externos, permitindo que conecte APIs a diversas fontes de dados e funcionalidades.
- Segurança Avançada: Oferece opções de autenticação e autorização personalizáveis, bem como proteção contra ameaças.
- Documentação Automática: Gera documentação automática para suas APIs, tornando mais fácil para os

desenvolvedores entenderem como usá-las.

- Escalabilidade Automática: Escala automaticamente para lidar com o tráfego, garantindo que as APIs permaneçam disponíveis e responsivas.
- Monitoramento e Registro: Fornece métricas e registros integrados para monitorar o tráfego e o desempenho das APIs em tempo real.
- Gerenciamento de Versões: Permite criar e gerenciar várias versões de suas APIs, permitindo a evolução e o teste de novas funcionalidades.
- Uso Comum: O *Amazon API Gateway* é amplamente usado para criar aplicativos da web, móveis e sistemas distribuídos que dependem da exposição de APIs para se comunicar e compartilhar dados.

Em resumo, o *Amazon API Gateway* é uma solução completa para expor e gerenciar APIs na nuvem, tornando mais fácil para as organizações compartilharem funcionalidades e dados com segurança e eficiência. É um componente importante na criação de sistemas modernos baseados em microsserviços e é frequentemente usado em conjunto com outros serviços da AWS para desenvolver aplicativos escaláveis e seguros.

3.2 AWS Lambda

AWS Lambda é um serviço de computação *serverless* que se enquadra no modelo função como serviço (FaaS) oferecido pela AWS. Ele permite que os desenvolvedores executem código em resposta a eventos sem a necessidade de provisionar ou gerenciar servidores. O modelo *serverless* elimina a complexidade de gerenciar a infraestrutura e permite que os

desenvolvedores se concentrem apenas no código e na lógica do aplicativo (AWS, 2023f).

Aqui estão alguns dos principais aspectos do AWS Lambda:

- **Execução de Código Sem Servidor:** O código é executado automaticamente em resposta a eventos, como solicitações HTTP, alterações em bancos de dados, uploads de arquivos e muito mais.
- **Escalabilidade Automática:** O AWS Lambda dimensiona automaticamente a capacidade de execução de acordo com a demanda, garantindo que o código seja executado eficientemente, independentemente da carga.
- **Pagamento por Uso:** Pago apenas pelo tempo de execução do código, o que torna os custos previsíveis e eficientes.
- **Integração com Outros Serviços AWS:** *AWS Lambda* pode ser facilmente integrado com outros serviços da AWS, permitindo a criação de aplicativos e automações altamente escaláveis.
- **Suporte a Múltiplas Linguagens de Programação:** A escrita as funções Lambda pode ser em várias linguagens de programação, como Python, Node.js, Java, C#, Ruby e muito mais.
- **Tempo de Execução Personalizado:** Pode ser criado funções personalizadas com base em tempo de execução personalizado, o que permite a execução de código em contêineres.
- **Monitoramento e Registro:** *AWS Lambda* oferece métricas integradas e registros para monitorar o desempenho e o comportamento de suas funções.
- **Segurança:** As funções Lambda podem ser configuradas com políticas de segurança, controlando quem pode invocá-las e acessar os recursos

associados.

O *AWS Lambda* é amplamente utilizado em cenários que requerem respostas rápidas a eventos, automações, microsserviços, processamento de fluxo de dados em tempo real e muito mais. Ele simplifica o desenvolvimento e a implantação de código e é uma parte essencial da arquitetura de aplicativos modernos baseados em microsserviços e em uma abordagem *serverless*.

3.3 Amazon DynamoDB

O *Amazon DynamoDB* é um serviço de banco de dados NoSQL que se enquadra no modelo banco de dados como serviço (DBaaS) totalmente gerenciado fornecido pela *Amazon Web Services (AWS)*. Ele é projetado para fornecer armazenamento de dados altamente escalável e de alto desempenho, com acesso rápido e flexível a informações estruturadas e semiestruturadas (AWS, 2023g).

Aqui estão algumas das principais características e benefícios do *Amazon DynamoDB*:

- **Totalmente Gerenciado:** O *DynamoDB* é um serviço totalmente gerenciado, o que significa que a AWS cuida de todas as tarefas de administração, como provisionamento de recursos, escalabilidade, backups e manutenção.
- **Escalabilidade Automática:** O serviço dimensiona automaticamente para atender às demandas de tráfego, permitindo que os aplicativos mantenham um desempenho consistente, independentemente do volume de dados ou tráfego.
- **Modelo de Dados Flexível:** O *DynamoDB* suporta uma variedade de modelos de dados, incluindo documentos, colunas largas e tabelas

de chave-valor, o que permite flexibilidade na modelagem de dados.

- **Latência Baixa:** Oferece acesso a dados de baixa latência, tornando-o adequado para aplicativos que exigem respostas rápidas, como aplicativos da web e móveis em tempo real.
- **Segurança Avançada:** Oferece recursos de segurança avançados, como controle de acesso, criptografia de dados em repouso e em trânsito, além de auditoria.
- **Integração com Outros Serviços AWS:** É facilmente integrado com outros serviços da AWS, como o *AWS Lambda*, o Amazon S3 e o Amazon Kinesis, permitindo a construção de aplicativos e sistemas completos.
- **Backup e Restauração:** Suporta *backup* e recuperação de dados, ajudando a proteger contra perda de dados acidental.
- **Modelo de Preços Flexível:** O *DynamoDB* oferece opções de preços flexíveis, permitindo que os usuários paguem apenas pelo armazenamento e capacidade provisionada.

O Amazon *DynamoDB* é amplamente utilizado em uma variedade de cenários, desde aplicativos da web e móveis até jogos, análise de dados em tempo real e aplicativos que requerem escalabilidade e desempenho excepcionais. Ele é uma escolha popular para organizações que desejam escalabilidade e desempenho de banco de dados sem a sobrecarga de gerenciar a infraestrutura subjacente.

3.4 K6

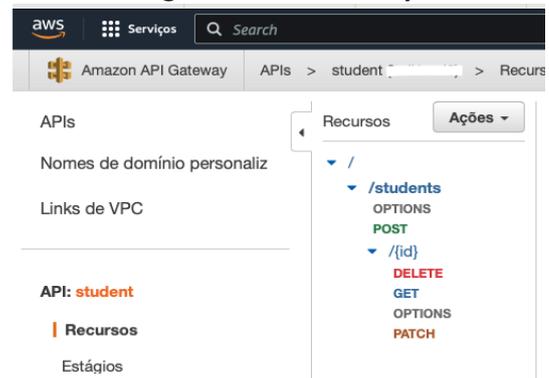
O k6 é uma ferramenta de código aberto de teste de carga e desempenho projetada para ajudar desenvolvedores e equipes de operações a avaliar o desempenho de

aplicativos e sistemas. Ele permite automatizar testes de carga, medir o desempenho e identificar problemas antes que afetem os usuários em produção (K6, 2023). O k6 é amplamente utilizado para verificar o desempenho de aplicativos web, APIs e serviços, garantindo que eles operem de forma eficaz e escalável, independentemente das condições de carga. É uma ferramenta valiosa para manter o desempenho de sistemas críticos e identificar possíveis problemas antes que eles afetem os usuários finais

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a criação de uma conta na AWS e utilizando os recursos e limites gratuitos, através do Amazon *API Gateway*, foi criado um recurso com quatro métodos, sendo eles POST, PATCH, GET e DELETE, para a criação, consulta, deleção e atualização dos dados de cada aluno, conforme apresentado visualmente Figura 6.

Figura 6 - API Gateway



Fonte: Autores

O código fonte para a Lambda foi desenvolvido na linguagem de programação Python, conforme Figura 7.

Vale lembrar que a Lambda é um serviço FaaS, totalmente *serverless* e orientado a eventos. Nesse caso, o gatilho ou evento

que dispara o código da Lambda são as requisições feitas para o API Gateway, conforme exemplificado na Figura 8.

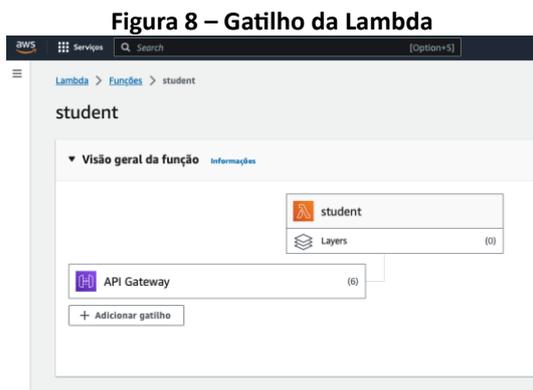
Figura 7 – Código lambda

```

1 from pprint import pprint
2
3 import boto3
4 import json
5 import logging
6 import sys
7
8 # define the DynamoDB table that Lambda will connect to
9 tableName = "student"
10
11 # create the DynamoDB resource
12 dynamo = boto3.resource("dynamodb").table(tableName)
13
14 class Student:
15     def __init__(self, id, name, cpf):
16         self.id = id
17         self.name = name
18         self.cpf = cpf
19
20 def Lambda_handler(event, context):
21     body = ""
22     statusCode = 200
23
24     # =====
25     # Chamada via API Gateway com proxy para Lambda
26     # =====
27     if 'queryStringParameters' in event and 'resource' in event:
28         rota = str(event['queryStringParameters']) + str(event['resource'])
29     else:
30         statusCode = 400
31
32

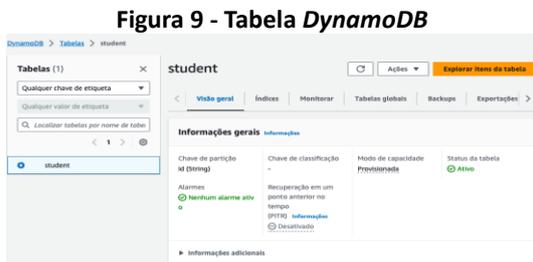
```

Fonte: Autores



Fonte: Autores

A tabela “student” armazena os dados do aluno. Visto que o DynamoDB é um banco não relacional, é apenas informado a chave de partição, nesse caso, o id do tipo String, conforme Figura 9.



Fonte: Autores

A fim de verificar se a implementação obteve sucesso, foi realizado uma

requisição através do Postman, uma ferramenta para testes de API, conforme Figura 10.



Fonte: Autores

O cadastro foi realizado e salvo no banco de dados, conforme Figura 11.



Fonte: Autores

Para verificar a taxa de sucesso das requisições, foi desenvolvido um cenário de teste do método POST através do k6, conforme Figura 12.

Figura 12 – Cenário de teste método POST

```

1 export default function () {
2
3     const url = 'https://execute-api.us-east-2.amazonaws.com/v1/students';
4     const payload = JSON.stringify(createStudent());
5
6     const response = http.post(url, payload);
7
8     let passed = check(response, { 'statuscode was 201': (r) => r.status === 201 });
9
10    if (!passed) {
11        console.log('Request to $(url) failed with status $(response.status) and body: ');
12        console.log(response.body);
13    }
14
15    sleep(1);
16
17 }

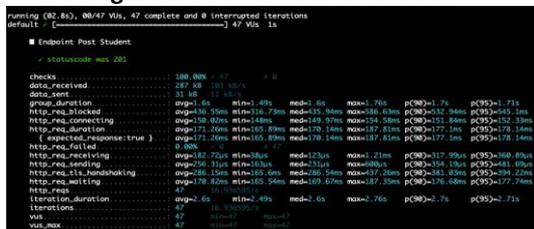
```

Fonte: Autores

Após todo o cenário construído e configurado, os testes foram realizados. Para o cenário com 47 usuários virtuais

simultâneos com duração de 1s, a taxa de sucesso do cadastro de alunos foi de 100%, conforme demonstrado na Figura 13.

Figura 13 – Teste com 47 usuário



Fonte: Autores

No cenário onde há 100 usuários virtuais simultâneos com duração de 1s, a taxa de sucesso do cadastro de alunos chegou a 80%, conforme demonstrado na Figura 14.

Figura 14 – Teste com 100 usuários



Fonte: Autores

5. CONCLUSÃO

Este artigo objetivava explorar o conceito de CN, abordando suas principais características, benefícios e limitações, pois os serviços em nuvem explodiram nos últimos anos, especialmente em aplicações empresariais baseadas na web. O conceito de pagamento conforme o uso permite uma maneira mais versátil e valiosa de acessar o poder da computação que agora é relativamente fácil de obter. Os aplicativos baseados em nuvem permitem ao usuário comprar facilmente um produto online e ativar e desativar imagens virtuais. Compartilhar e criar imagens virtuais com outros usuários é um dos recursos mais populares dos serviços baseados em nuvem.

Foi desenvolvida e implantada uma aplicação na *Amazon Web Services* no modelo *serverless*, com a realização de testes de carga para avaliar seu desempenho. Pode-se observar que a CN apresenta diversas vantagens, porém também traz consigo desafios significativos. Com base no conhecimento prévio em CN, foram dedicadas oito horas à implementação da aplicação proposta neste artigo, tendo em consideração os desafios enfrentados. Dada a complexidade da tarefa, é notável a facilidade de provisionamento e o curto tempo necessário para o lançamento.

Neste estudo, foi utilizado os recursos fornecidos gratuitamente pela AWS. No entanto, em caso de necessidade de pagamento, apenas os recursos efetivamente utilizados seriam cobrados, levando em conta o número de execuções da função *Lambda* e o armazenamento utilizado.

Apesar das vantagens evidentes, é fundamental contar com pessoal ou uma equipe especializada no assunto para gerenciar de forma eficaz todos os serviços utilizados. Isso é crucial para otimizar a utilização, considerando a natureza do problema a ser solucionado e o valor a ser investido. Além disso, embora alguns serviços sejam apresentados como auto escaláveis, em grande parte dos casos é necessário configurar parâmetros como quantidade de CPU e memória para garantir que a aplicação suporte um maior volume de requisições.

A CN é uma tecnologia poderosa oferecem flexibilidade, escalabilidade e eficiência, porém requer atenção especial à segurança, privacidade e conformidade. A sua adoção exige uma avaliação cuidadosa das necessidades específicas e a capacidade de se adaptar às constantes

mudanças no cenário da tecnologia da informação. À medida que a CN continua a evoluir, é essencial acompanhar as tendências e as melhores práticas para aproveitar ao máximo os seus benefícios.

REFERÊNCIAS

AWS, Amazon Web Services. **O que é computação em nuvem?** Disponível em: <<https://aws.amazon.com/pt/what-is-cloud-computing/>>. Acesso em: 07 de jun. de 2023a.

AWS, Amazon Web Services. **Natura utiliza cloud para lançar nova plataforma de vendas para suas consultoras com suporta da AWS.** Disponível em: <<https://aws.amazon.com/pt/solutions/case-studies/natura-waf/>>. Acesso em: 4 de out. de 2023b.

AWS, Amazon Web Services. **Mercado Livre na AWS.** Disponível em: <<https://aws.amazon.com/pt/solutions/case-studies/innovators/mercado-libre/>>. Acesso em: 4 de out. de 2023c.

AWS, Amazon Web Services. **Tutorial: Uso do Lambda com API Gateway.** Disponível em: <https://docs.aws.amazon.com/pt_br/lambda/latest/dg/services-apigateway-tutorial.html>. Acesso em: 4 de out. de 2023d.

AWS, Amazon Web Services. **Amazon API Gateway.** Disponível em: <<https://aws.amazon.com/pt/api-gateway/>>. Acesso em: 4 de out. de 2023e.

AWS, Amazon Web Services. **Amazon DynamoDB.** Disponível em: <<https://aws.amazon.com/pt/lambda/>>. Acesso em: 4 de out. de 2023g.

AWS, Amazon Web Services. **AWS Lambda.** Disponível em: <<https://aws.amazon.com/pt/lambda/>>. Acesso em: 4 de out. de 2023f.

CORBATÓ, F. J. Time Sharing. In: Encyclopedia of Computer Science. GBR: John Wiley and Sons Ltd., 2003. p. 1778–1782. ISBN: 0470864125.

FIFE, Dennis W. **An Optimization Model for**

Time-Sharing. Proceedings of the April 26-28, 1966, Spring Joint Computer Conference. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. 1966. p. 97–104.

GOOGLE CLOUD. **Limitações da computação em nuvem.** Disponível em: <<https://cloud.google.com/learn/advantages-of-cloud-computing?hl=pt-br#section-4>>. Acesso em: 1 de out. de 2023a.

GOOGLE CLOUD. **O que é computação em nuvem?** Disponível em: <<https://cloud.google.com/learn/what-is-cloud-computing?hl=pt-br>>. Acesso em: 01 de out. de 2023b.

GOOGLE CLOUD. **Benefícios da computação em nuvem.** Disponível em: <<https://cloud.google.com/learn/advantages-of-cloud-computing?hl=pt-br#section-3>>. Acesso em: 01 de out. de 2023c.

IBM, International Business Machines. **O que é FaaS (Função como Serviço)?** Disponível em: <<https://www.ibm.com/br-pt/topics/faas>>. Acesso em: 4 de out. de 2023.

K6. **Welcome to the k6 documentation.** Disponível em: <<https://k6.io/docs/>>. Acesso em: 4 de out. de 2023.

KINSLOW, H. A. **The Time-Sharing Monitor System.** Proceedings of the October 27-29, 1964, Fall Joint Computer Conference, Part I. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. 1964. p. 443–454.

MELL, Peter; GRANCE, Timothy. **The NIST definition of cloud computing.** Gaithersburg: NIST, 2011. Disponível em: <<http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf>>. Acesso em: 07 de jun. de 2023.

AZURE, Microsoft Azure. **O que é computação em nuvem?** Disponível em: <<https://azure.microsoft.com/pt-br/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-cloud-computing>>. Acesso em: 01 de out. de 2023.

MOTOBAYASHI, Shigeru; MASUDA, Takashi; TAKAHASHI, Nobumasa. **The HITAC5020 Time**

Sharing System. Proceedings of the 1969 24th National Conference. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. 1969. p. 419–429.

MOTTA, Gianmario; SFONDRINI, Nicola; SACCO, Daniele. **Cloud Computing: An architectural and technological overview.** 2012 International Joint Conference on Service Sciences.

NIELSEN, Norman R. **The Simulation of Time Sharing Systems.** Commun. ACM, New York, NY, USA, v. 10, p. 397–412, July 1967. ISSN: 0001-0782. Disponível em: <<https://doi-org.ez338.periodicos.capes.gov.br/10.1145/363427.363436>>. Acesso em: 16 de nov. de 2023.

ORACLE. **What is DBaaS?** Disponível em: <<https://www.oracle.com/database/what-is-a-cloud-database/dbaas/>>. Acesso em: 4 de out. de 2023.

O'SULLIVAN, Thomas C. **Exploiting the Time-Sharing Environment.** Proceedings of the 1967 22nd National Conference. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. 1967. p. 169–175.

RENAUD, Paul E. **Introdução aos sistemas cliente/servidor: um guia prático para profissionais de sistemas.** Rio de Janeiro: John Wiley & Sons, 1994.

RITCHIE, Dennis M.; THOMPSON, Ken. **The UNIX Time-Sharing System.** Proceedings of the Fourth ACM Symposium on Operating System Principles. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. 1973. p. 27.

RUBINOFF, Morris. **Digital Computers for Real-Time Simulation.** J. ACM, New York, NY, USA, v. 2, p. 186–204, July 1955. ISSN: 0004-5411. Disponível em: <<https://doi-org.ez338.periodicos.capes.gov.br/10.1145/320802.320806>>. Acesso em: 16 de nov. de 2023.

SANTOS, Tiago. **Fundamentos da Computação nas Nuven.** Brasil, Editora Senac São Paulo, 2018.

SINGLA, Neeraj; Nisha; Chahat; Harnoor. **A Review Paper on Cloud Computing.** 2022 2nd International Conference on Innovative

Sustainable Computational Technologies (CISCT).

SOLNTSEFF, N. A **Distributed Operating System for an Educational Microcomputer Network.** Proceedings of the 3rd ACM SIGSMALL Symposium and the First SIGPC Symposium on Small Systems. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. 1980. p. 67–71.

TOTVS. **O que é XaaS (Everything as a Service)?** Disponível em: <<https://www.totvs.com/blog/negocios/xaas/#:~:text=XaaS%2C%20ou%20Everything%20as%20a%20Service%2C%20nada%20mais%20é%20do,%2C%20%20como%20um%20serviço>>. Acesso em: 3 de out. de 2023.

VAN TILBORG, André M.; WITTIE, Larry D. **Distributed Task Force Scheduling in Multi-Microcomputer Networks.** Proceedings of the May 4-7, 1981, National Computer Conference. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. 1981. p. 283–289.

WEISS, Aaron. **Computing in the Clouds.** NetWorker, New York, NY, USA, v. 11, p. 16–25, December 2007. ISSN: 1091-3556. Disponível em: <<https://doi-org.ez338.periodicos.capes.gov.br/10.1145/1327512.1327513>>. Acesso em: 16 de nov. de 2023.

ZIKMUND, W. G. et al. **Business Research Methods.** 8. ed. [S.l.]: South-Western Cengage Learning, Boston, 2010. ISBN: 9781439080672LCCN: 2009926309. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=pexMPgAACAAJ>>. Acesso em: 16 de nov. de 2023.

O Papel Estratégico do Analista de Qualidade (QA) em Equipes *Scrum*, *Kanban* e *Scrumban* no Desenvolvimento de Software Ágil

The Strategic Role of the Quality Analyst (QA) in Scrum, Kanban, and Scrumban Teams in Agile Software Development

Victor Zamora Semerano¹
victor.semerano@gmail.com

Luciano Francisco De Oliveira¹
luciano.oliveira@fatec.sp.gov.br

1 – Faculdade de Tecnologia da Zona Leste | Fatec Zona Leste

Resumo: Durante o desenvolvimento de software ágil a qualidade do software é um dos pontos principais, por isso depende de uma peça-chave e da colaboração de todo o time para que os objetivos sejam alcançados, essa peça-chave é o Analista de Qualidade (QA). Este artigo discute a importância do QA como agente ativo no desenvolvimento ágil, esta abordagem tem como foco atender sobre as metodologias como *SCRUM*, *Kanban* e *Scrumban*, assumindo que o desempenho do QA tem um papel fundamental no desenvolvimento de software, realizando uma gama de atividades durante todo o processo de desenvolvimento e sobre o quanto esse papel se torna estratégico e o quanto evoluiu ao longo dos anos, para responder a esta questão se utiliza como metodologia pesquisas descritiva e exploratória, com a utilização de pesquisa de campo e entrevistas com especialistas com vasta experiência na área, que apresentam resultados que comprovam que o trabalho do QA influencia na qualidade dos entregáveis e que são muitos benéficos, seja pela garantia de qualidade, onde a atuação de um profissional multidisciplinar, que muitas vezes vai além de suas funções tradicionais, devido ao seu amplo conhecimento do projeto e à sua participação em todo o Ciclo de Vida de Desenvolvimento de Software (SDLC) é um fator vinculado ao sucesso do projeto e evolução de sua carreira.

Palavras-chave: programação; automação; mercado de trabalho; ferramentas tecnológicas.

Abstract: During agile software development, software quality is a crucial focal point, depending on a key player and the collaboration of the entire team to achieve objectives. This key player is the Quality Analyst (QA). This article discusses the significance of QA as an active agent in agile development, with a focus on methodologies such as *SCRUM*, *Kanban*, and *Scrumban*. It assumes that the performance of QA plays a fundamental role in software development, engaging in a variety of activities throughout the development process. It explores how this role becomes strategic and has evolved over the years. To address this question, descriptive and exploratory research methodologies are employed, utilizing field research and interviews with experts possessing extensive experience in the field. The results confirm that QA work influences the quality of deliverables and yields many benefits. Acting as a quality assurance, the role involves a multidisciplinary professional who often extends beyond traditional functions due to their comprehensive project knowledge and involvement in the entire Software Development Life Cycle (SDLC), this factor is linked to project success and career evolution.

Recebido em
13 out. 2023

Aceito em
15 fev. 2024

Publicado em
27 mar. 2024

<https://git.fateczl.edu.br>
e_ISSN
2965-3339
DOI
10.29327/2384439.2.2-3

@_GIT
Advances in Global
Innovation & Technology
Volume 2
Número 2
São Paulo
Março
2024



Keywords: QA, Agile Teams, SCRUM, Scrumban, Kanban.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, no contexto das equipes ágeis de tecnologia, que se utilizam de metodologias como *SCRUM*, *Kanban* e *Scrumban*, os profissionais desempenham uma variedade de funções, incluindo gestão, desenvolvimento, análise de qualidade, requisitos, *Product Owner* (PO) e outras. Organizar e definir claramente as responsabilidades de cada membro da equipe pode ser uma tarefa desafiadora. Além disso, há situações em que não há recursos suficientes disponíveis para cobrir todas essas funções em um projeto específico.

Oliveira; Pedron (2021) apontam algumas limitações neste contexto, tais como estrutura hierárquica, formalidade, limitação de pessoal, necessitando que nesses ambientes ocorra uma mudança de cultura, relações e rotinas.

Como Laporte; April (2018) caracterizam, a qualidade de software é mais do que apenas um código com qualidade, um sistema é muito mais complexo do que um simples programa. Isso evidencia a necessidade de um Analista de Qualidade, que não olha diretamente pro código e sim para a construção como um todo, identificando inconsistências no ecossistema todo. Laporte e April acrescentam que é imperativo promover continuamente as práticas de qualidade para preservar e enriquecer a cultura da empresa. Para isso ser possível é necessário um QA atuando também na disseminação da qualidade além dos testes realizados.

O Analista de Qualidade, também conhecido como QA, é um profissional naturalmente multidisciplinar, que exerce atividades muito importantes para o processo de desenvolvimento do software, como dito por Ajayi (2022) o processo de

qualidade certifica que todos os participantes do projeto executaram corretamente os processos e procedimentos. Para fazer essa validação o QA deve ter conhecimento de todo o processo e sobre as atividades de todos, dito isso, o QA frequentemente desempenha um papel que vai além do teste da aplicação.

É importante reconhecer que esse profissional, que às vezes é considerado apenas um testador, desempenha uma função de extrema importância em inúmeros processos e atividades ao longo de todo o Ciclo de Vida de Desenvolvimento de Software (SDLC), nesse artigo iremos nos aprofundar um pouco mais sobre ele e como sua atuação pode ser benéfica para o time em projetos ágeis.

Van Dam (2018) ressalta a cinco anos atrás que, em 2028, a função do Analista de Qualidade (QA) pode evoluir para desempenhar um papel ainda mais crucial como elo entre os setores de negócios e tecnologia da informação, assumindo o papel de guardião da qualidade em toda a equipe. Entretanto, essa visão não está mais tão distante da realidade atual. Com frequência, os profissionais de QA se encontram sem tarefas de teste imediatas, envolvendo-se ativamente em reuniões e assumindo o papel de facilitadores constantes, considerando tanto a perspectiva da equipe de desenvolvimento quanto às necessidades dos clientes envolvidos, como dito em Implementando Garantia de Qualidade em um Processo de Desenvolvimento de Software Ágil.

Esses profissionais demonstram uma habilidade notável para compreender profundamente os produtos, acompanhada de uma capacidade eficaz de comunicação com todas as partes

interessadas. A essência desse papel reside em um desenvolvimento contínuo que ocorre em paralelo ao desenvolvimento do software, muitas vezes transformando-se na "documentação viva" de um projeto. Considerando suas vulnerabilidades e atuando sobre sua complexidade a fim de gerar artefatos com qualidade. SANTOS (2019).

Van Dam (2018) ainda completa seu raciocínio apresentando a ideia de que o testador de software no futuro se tornaria um comandante, enquanto o desenvolvedor ainda estaria na posição de soldado. Essa dinâmica já é observada em muitas equipes, uma vez que as atividades dos desenvolvedores costumam se concentrar principalmente na criação de software, com menos envolvimento em todo o escopo do projeto. No entanto, a influência positiva de um profissional de qualidade é crucial para mudar essa realidade e incentivar o desenvolvedor a se tornar cada vez mais ativo.

A atuação eficaz de um QA está diretamente ligada ao comportamento da equipe em relação à qualidade. O cenário ideal é promover uma cultura em que os desenvolvedores estejam mais engajados em entender e atender aos requisitos, participando ativamente de refinamentos e planejamentos, e, é claro, conduzindo testes em suas próprias tarefas. Isso está alinhado com o princípio do Manifesto do Teste Ágil, que destaca a responsabilidade compartilhada de toda a equipe pela qualidade. Na visão de PRESSMAN (2021), existe uma importância com a conformidade dos requisitos funcionais, além do desempenho e boa documentação, sem omitir que certas características implícitas que compõem a qualidade de software.

1.1 Objetivo

Este artigo visa investigar o papel desempenhado pelo QA em equipes ágeis que utilizam as metodologias ágeis, *SCRUM*, *Kanban* e *Scrumban*. Pensando além do teste de software, o objetivo é identificar as principais atividades atualmente realizadas por profissionais de QA, destacando o impacto de seu envolvimento na melhoria contínua dos processos, a necessidade de um entendimento abrangente do projeto para executar um trabalho excepcional, além de analisar a evolução da função de QA, incluindo a transição para cargos de gestão, e explorar as razões por trás dessa progressão.

1.2 Objetivos Específicos

- Investigar as tarefas tradicionais e não tradicionais do Analista de Qualidade (QA) no contexto do desenvolvimento de software ágil *SCRUM*, *Kanban* e *Scrumban*.
- Explorar o grau de entendimento e conhecimento que um QA tem sobre o projeto em que atua.
- Demonstrar como o papel do QA evoluiu para ser mais estratégico, contribuindo para a melhoria dos processos em equipes ágeis.
- Quais atividades são realizadas atualmente, incluindo, tipos de teste, ferramentas de teste e atividades referentes aos projetos.
- Analisar a razão da evolução do QA para cargos de Gerência.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Garantia da Qualidade de software

A Garantia da qualidade de software como diz o nome prevê garantir que o software está funcionando adequadamente e que foi projetado de acordo com o especificado no início do desenvolvimento, porém é importante ressaltar alguns aspectos, Somerville (2010) descreve a qualidade como não só o que o software faz, mas também seus atributos não funcionais, como a documentação, estrutura e organização desse software. Esses atributos não funcionais devem ser considerados tão importantes quanto o funcionamento do software, pois como evidenciado por Laporte; April (2018) dentre as oito maiores causas de erro temos: problemas com a definição de requisitos, erros de arquitetura e design, desvio nas especificações, falta de cumprimento dos processos, erros na documentação e falta de comunicação efetiva entre desenvolvedores e clientes. Todos esses problemas podem ser evitados com a atuação não funcional eficiente de um QA.

2.2 Teste de software

A testagem de software tem algumas atividades principais, como descrito na ISO/IEC 25010:2011 temos a identificação dos requisitos do sistema, validar que os requisitos estão compreensíveis, identificar os objetivos do design, identificar os objetivos dos testes, identificar quais serão os critérios de controle da qualidade de software, identificar os critérios de aceite para o produto ou software e estabelecer medidas de características de qualidade em apoio a essas atividades. Analisando essas atividades podemos afirmar que o teste de software é mais do que testar a aplicação funcionando e envolve muitos outros fatores, a maioria deles relacionados a documentação e definição da solução.

A ISO/IEC 9126 também propõe algumas características inerentes ao desenvolvimento e entrega do artefato: funcionalidade, com sua adequação, acurácia, interoperabilidade, conformidade e segurança de acesso, a confiabilidade, a usabilidade, a eficiência, manutenibilidade e portabilidade. Tomando em consideração isso, existem técnicas de teste para cada uma dessas características.

Como técnicas de teste Sawant; Bari; Chawan (2012) elencam: Teste de Performance, *stress*, confiabilidade, segurança, unitário, integração, aceitação, sistema, recuperação, interface e compatibilidade. Cada técnica é utilizada de acordo com as necessidades do projeto e da fase de desenvolvimento que está.

2.3 Metodologias ágeis

Para definir os conceitos de metodologias ágeis, Patil (2018) diz que o ágil é um termo pai para diferentes métodos de desenvolvimento, o ponto comum entre eles é que todos seguem os princípios do ágil e visam abordagens iterativas e incrementais. Highsmith (2004 apud CABAU et al., 2019) trata o desenvolvimento ágil como um conjunto de valores, princípios e práticas focados nas pessoas a fim de gerar artefatos. Algumas das principais metodologias ágeis são: *Scrum*, *Kanban*, *Extreme Programming (XP)*, *Scrumban*, *Lean*, entre outros. Neste estudo, focaremos na atuação do profissional de qualidade nas metodologias *Scrum*, *Kanban* e *Scrumban*.

2.4 Scrum

O *Scrum* pode ser definido como uma metodologia ágil que tem como principais objetivos a entrega incremental de valor e

a busca constante pela melhoria contínua. Como Ajayi (2022) caracteriza, o Scrum oferece um número de atividades regulares para gerenciamento e examinação do sistema no caso de qualquer falha ou obstrução, facilitando as tarefas de todos, incluindo, o teste de software.

Essas atividades são realizadas em *Sprints*, que são períodos de desenvolvimento com duração de 15 dias. Durante as Sprints, as atividades citadas abaixo desempenham um papel fundamental no dia a dia do Scrum.

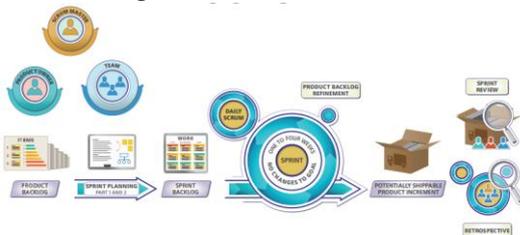
Daily: Uma reunião diária que envolve todos os membros da equipe e dura até 15 minutos. Durante a Daily, os participantes compartilham o que estão trabalhando no momento, o que realizaram no dia anterior e se estão enfrentando algum impedimento.

Planning: A cerimônia de Planning envolve a estimativa de tempo para definir as atividades a serem realizadas durante a Sprint.

Retro: Durante a retrospectiva, a equipe analisa a Sprint anterior com o objetivo de melhorar a qualidade e eficiência dos processos.

Review: Os resultados da Sprint anterior são apresentados para o time como um todo.

Figura 1 – Scrum Workflow



Fonte: Scrum Primer 2.0 (2012)

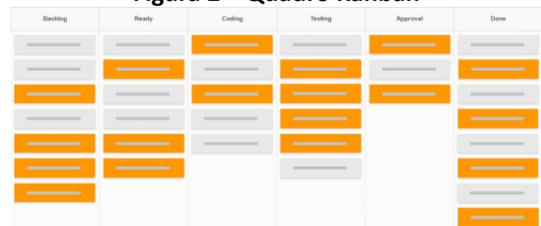
Além disso, a metodologia Scrum faz uso do *Backlog*, que consiste nos desejos de todas

as partes interessadas. O *Product Owner* (PO) é responsável por priorizar esses desejos e apresentá-los à equipe durante os refinamentos, visando à análise conjunta e à avaliação da complexidade no desenvolvimento desses desejos.

2.5 Kanban

O principal propósito do *Kanban* é estruturar as atividades da equipe e criar uma compreensão clara e objetiva das fases de desenvolvimento para todos os membros da equipe. Sua abordagem-chave para resolver desafios de organização é a utilização de um quadro, dividido em estágios. Como Ahmad, Markkula e Oivo (2013) caracterizam o Kanban no desenvolvimento de software leva o time a visualizar o fluxo de trabalho e limitar o trabalho em progresso (WIP) em cada estágio do fluxo de trabalho.

Figura 2 – Quadro Kanban



Fonte: kanbantool (2023)

2.6 Scrumban

Patil (2018) define *ScrumBan* como a união do melhor das diretrizes do *Scrum* com os princípios do *Kanban*. Esta metodologia visa aproveitar o melhor de ambos os mundos para otimizar a gestão do fluxo de trabalho e a entrega de valor de forma eficiente. O *ScrumBan* incorpora as práticas do *Scrum*, como *Sprints*, *Daily*, *Planning*, *Retro* e *Review*, para fornecer estrutura e ritmo ao processo. Ao mesmo tempo, também adota os princípios do *Kanban*, como o uso de um quadro visual com

limites de Trabalho em Andamento (WIP) e foco na melhoria contínua.

Na prática, o *ScrumBan* permite uma maior flexibilidade e adaptação do processo às necessidades da equipe. Ele pode ser especialmente útil em ambientes onde a demanda é variável e as tarefas têm diferentes níveis de complexidade. Isso significa que o *ScrumBan* mantém a estrutura e a transparência do Scrum, mas também permite que a equipe ajuste o número de itens em andamento de acordo com sua capacidade e prioridade, aproveitando as vantagens do *Kanban* para gerenciar o fluxo de trabalho. É uma abordagem que visa equilibrar o rigor do Scrum com a adaptabilidade do *Kanban*.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Com o objetivo de obter diversas perspectivas e compreender as opiniões de diferentes profissionais em relação ao papel do QA, se conduz entrevistas semiestruturadas com profissionais de TI. O foco das entrevistas está em Gestores com ampla experiência em metodologias ágeis, especificamente nas diretrizes selecionadas para este estudo. Além disso, se realiza uma pesquisa em formato de formulário para obter *insights* da comunidade de TI em geral sobre o assunto. Posteriormente, tem-se a análise dos dados coletados pelo formulário e a criação de gráficos com os resultados. Também se conduz uma análise das entrevistas, destacando os pontos mais relevantes para o artigo.

3.1 Abordagem Qualitativa - Entrevista Semi Estruturada

Conforme Fraser e Gondim (2004, p. 146) enfatizam, na abordagem qualitativa, o

objetivo não se limita a conhecer as opiniões das pessoas sobre um determinado tema, mas também a compreender as motivações, significados e valores que fundamentam essas opiniões e perspectivas de mundo. Em outras palavras, visa-se dar voz ao entrevistado e compreender de que perspectiva ele fala. Para atingir esse objetivo, o entrevistador assume uma postura menos direcionada, promovendo um diálogo aberto com o entrevistado e permitindo que novos aspectos significativos sobre o tema em questão surjam durante o processo. Caracterizando, assim, uma entrevista semiestruturada. Esse método foi escolhido devido à facilidade de acesso às experiências do entrevistado por meio de uma conversa mais informal, enriquecendo a pesquisa com a qualidade das vivências compartilhadas. "Utilizar-se da entrevista para obtenção de informação é buscar compreender a subjetividade do indivíduo por meio de seus depoimentos" (Batista, Matos; Nascimento, 2017, p. 26).

3.2 Abordagem Quantitativa - Formulário Assíncrono:

Para auxiliar com a abordagem qualitativa e trazer dados mensuráveis, foi aplicado um formulário pelo Google Forms que visava entender qual o cenário atual do papel do QA no desenvolvimento ágil, focado em Scrum e Scrumban, o uso do Google Forms na pesquisa acadêmica ou de opinião oferece uma clara vantagem, que é a praticidade na coleta de informações. "O autor pode enviar para os respondentes via e-mail, ou através de um link, assim todos poderão responder de qualquer lugar" (Mota, 2019, p.373). Com isso se permite coletar um grande número de respostas em um curto período de tempo, o que se possibilita realizar análises comparativas

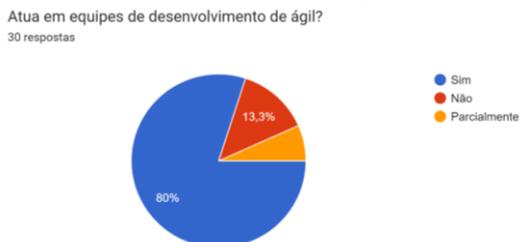
com os dados das entrevistas e obter conclusões valiosas entre profissionais novos na área e aqueles com muitos anos de experiência, compartilhando suas diversas vivências e conhecimentos sobre nosso tema central

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Pesquisa

Após a conclusão da pesquisa, foram coletadas 30 respostas de profissionais de TI, com 29 delas provenientes de profissionais que atuam na área. Notavelmente, 100% desses profissionais demonstram conhecimento em metodologias ágeis, e mais de 80% deles estão envolvidos, seja em tempo integral ou parcial, em equipes ágeis. Isso ressalta a ampla adoção e aprofundamento da prática de metodologias ágeis entre os projetos de TI.

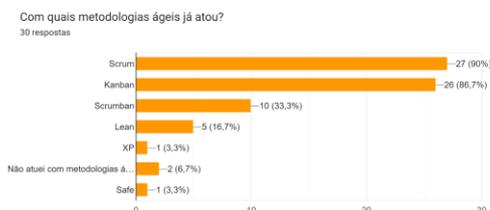
Gráfico 1 - Atuação em equipes de desenvolvimento ágil



Além do expressivo percentual de mais de 80% de atuação na área de desenvolvimento ágil, os dados do gráfico abaixo destacam que 90% dos profissionais têm experiência com o *Scrum*, e 86% têm experiência com o *Kanban*. Além disso, aproximadamente um terço das pessoas relatam ter experiência com a abordagem híbrida *Scrumban*. Esses números indicam claramente que as metodologias escolhidas são amplamente adotadas e apropriadas para o contexto em questão. Eles refletem

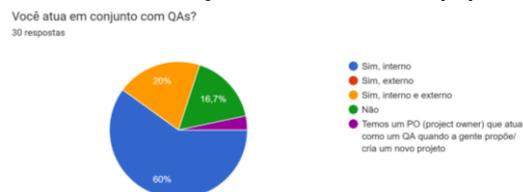
a preferência e a utilização significativa dessas metodologias pela grande maioria dos profissionais atualmente.

Gráfico 2 - Metodologias com as quais atuaram



É importante ressaltar que 80% dos profissionais atuam com QAs internos ou internos e externos e 16,7% não atuam com QAs, com esses dados se pode assumir que esse papel está presente na grande maioria das empresas atualmente, resta saber se está sendo exercido de forma similar, levando em consideração que existe uma grande diversidade de culturas e formas de trabalhar no mercado.

Gráfico 3 - Atuação em de QAs nas equipes



O gráfico 4 demonstra a taxa de respostas referente às atividades exercidas pelos QAs, nele é possível observar que quatro atividades se destacam com pelo menos 70% das respostas, sendo elas: Testes manuais, Documentação, Análise de requisitos e Desenvolvimento de testes automatizados.

Por fim, os gráficos 5 e 6 apresentam os tipos de testes realizados e as ferramentas mais utilizadas pelos profissionais de QA, são consideradas relevantes apenas as respostas que representaram pelo menos 40% do total. Entre elas, destacam-se: BDD,

Casos de Teste, *Cypress*, *DBeaver*, *JIRA*, *Notion*, *Postman* e SQL como ferramentas frequentemente utilizadas. Estes dados realçam a grande diversidade de ferramentas no cenário atual, indicando que apesar de uma grande maioria atuar com QAs, o leque de ferramentas utilizadas pode variar de acordo com o cenário e a cultura de qualidade de cada empresa.

Gráfico 4 - Atividades realizadas pelos QAs

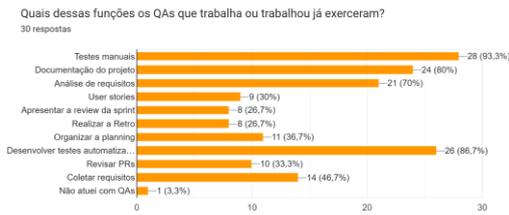


Gráfico 5 - Ferramentas utilizadas pelos QAs

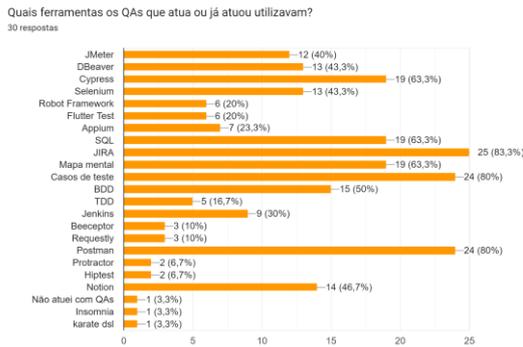
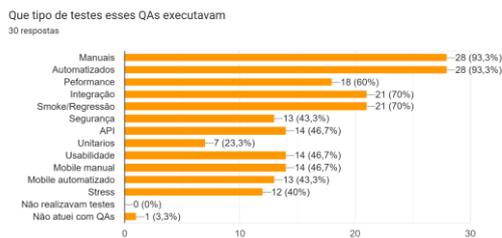


Gráfico 6 - Tipos de testes realizados pelos QAs



Além disso se identificam alguns tipos de testes predominantes, com 93,3%, Manuais e Automatizados, com 70%, Smoke/Regressão e Integração, por fim temos Performance com 60%. Vale ressaltar que em 7 das 30 respostas foram mencionados testes unitários, embora

esses geralmente não sejam tipicamente conduzidos por profissionais de QA.

4.2 Entrevistas

Ao longo do projeto foram entrevistados três gestores, com experiências muito distintas, as perguntas buscam trazer um pouco de quem são os entrevistados, como chegaram aonde estão, suas experiências com QAs e visões sobre evolução na carreira e no papel do QA atualmente, comparando suas respostas são vistas algumas semelhanças entre suas experiências e perspectivas, abaixo pode-se analisar as semelhanças e diferenças mais detalhadamente.

1: Quanto tempo você tem de experiência com TI?

Entrevistado 1: 9 anos com TI e 7 anos de 10 meses na empresa atual.

Entrevistado 2: 16 anos, comecei em 2007 como estagiária em desenvolvimento.

Entrevistado 3: 4 anos

1.1: Pode falar um pouco sobre a sua trajetória até aqui?

Entrevistado 1: Entrou como QA na empresa e assim que completou um ano na empresa surgiu uma oportunidade de virar gestor devido ao grande crescimento que a empresa estava tendo e a necessidade de novos Gestores, como já tinha interesse aproveitou a oportunidade e está no cargo desde então.

Entrevistado 2: Quando decidi me tornar gestora realizei alguns cursos. Não é obrigatório, mas ajuda muito. Fiz CSM, CSPO, curso de CNV, management 3.0, OKR, entre outros. Mas o que mais ajuda é ter atenção às pessoas.

Entrevistado 3: Começou a atuar como estagiário de QA e após 2 anos se tornou gestor.

2: Antes de ser gestor você atuou em outras áreas relacionadas a desenvolvimento de software?

Entrevistado 1: Apenas QA.

Entrevistado 2: Já atuei como: dev ja, QA, analista de requisitos, analista de negócios, PMO, gerente de projetos, Agile Master.

Entrevistado 3: Apenas QA.

2.1: Como essa atuação influenciou para estar no cargo que está hoje?

Entrevistado 1: Por estar muito próximo dos processos do dia a dia, frequentemente ter que atuar como gestor sem ser gestor por necessidades do projeto, como a própria “Cobrança” para finalização de tarefas, teve grande influência para a mudança de área.

Entrevistado 2:

Entrevistado 3: Com certeza auxiliou muito, o papel do QA na empresa que atuo é muito amplo, tendo muito contato com Designers, Devs e com Gestor, além de estar muito próximo do cliente, o que auxilia muito na evolução para o cargo de gestão. Muito do que ajudou também foi o aprendizado com treinamento da empresa e estudos por fora.

3: Você atuava como QA ou com QAs?

Entrevistado 1: Atuei com QAs e como QA.

Entrevistado 2: Já atuei como QA e com QAs.

Entrevistado 3: Atuei com QAs e atuou como QA.

3.1: O que na sua visão mudou nesse papel desde que você atuava nesse cargo?

Entrevistado 1: Antes era 100% manual e tudo era feito por caso de teste, hoje em dia há um grande crescimento em testes automatizados e outros testes mais técnicos como de API, as ferramentas mudaram expressivamente.

Entrevistado 2: Houve muita evolução na atuação de QA, antigamente eram mais vistos como testers, hoje são vistos como garantia da qualidade, e estão inseridos no processo como um todo, ao menos na maioria das vezes.

Entrevistado 3: Mudou um pouco, infelizmente vejo que não está sendo muito valorizado quanto os devs, entretanto a parte de automação de testes está muito em alta, existe uma procura maior e um interesse maior pelos QAs, o perfil está se tornando algo mais técnico, o que é uma qualidade por ter mais conhecimento pode aproximar o QAs dos desenvolvedores e das demandas. O QA está cada vez mais próximo do time e das demandas e se envolvendo ainda mais em todo processo de desenvolvimento, mas sem deixar a automação de lado, sendo algo que está muito presente.

3.2: O que na sua visão mudou nesse papel desde que você atuava nesse cargo?

Entrevistado 1: No ferramental e na implementação de automação.

Entrevistado 2:

Entrevistado 3: A evolução se dá pela presença maior do QA no processo das demandas, do início ao fim, mas principalmente na automação dos testes, que está auxiliando tanto o QA, quanto o time e que ele sabendo automatizar pode até ajudar os Devs nos testes de Desenvolvedor.

4: Você acredita que o QA geralmente é o maior responsável por analisar e coletar requisitos do cliente/PO?

Entrevistado 1: O QA faz mais perguntas e perguntas muito importantes, mas no geral, quem faz essa ponte com o cliente é o SM por ter mais proximidade com o ele na maioria dos projetos.

Entrevistado 2: Antigamente a coleta de requisitos era do Analista de requisitos, hoje essa função ficou disseminada entre QAs, designer, Scrum master e Product Owner.

Entrevistado 3: Ele é fundamental para o entendimento e estruturação dos requisitos, mas na configuração que atuou em geral o Gestor é responsável por essa conversa com o cliente.

5: Como gestor, você vê o papel do QA como algo estratégico no desenvolvimento de software?

Entrevistado 1: Por ele estar inserido em tudo o papel é extremamente importante e estratégico para o time em conjunto.

Entrevistado 2: Muito estratégico, um sistema com QA, aumenta as chances de um cliente satisfeito.

Entrevistado 3: Com certeza, algumas atividades estratégicas são: a proximidade com o cliente, importância de features para o cliente, prazos de entrega, exigências do cliente, entendimento do projeto.

5.1: Na sua opinião, esse perfil estratégico influencia na evolução para cargos de gerência?

Entrevistado 1: O QA naturalmente se torna gestor por estar muito inserido no processo, pela clara necessidade de ter todas as informações sobre tudo e ser o que mais sabe do projeto, ter que saber o

que os devs sabem, o que o designer sabe, o que o gestor sabe.

Entrevistado 2: Muito, demais, nem sempre o gestor tem tempo para saber a fundo de todos os projetos que atua, e o QA por vezes é mais treinado e tem um olhar mais atento aos detalhes.

Entrevistado 3: Por naturalmente ser um bom comunicador e necessariamente ter algumas soft skills, como comunicação, jogo de cintura e tomada de decisões que são muitas das qualidades que se busca em um gestor facilita essa evolução, também é importante ressaltar que não é necessário ele ter um grande domínio de nenhuma linguagem como os Devs têm.

6: Você sente que a presença de um QA ativo na equipe pode ter benefícios além da qualidade efetiva do produto?

Entrevistado 1: Ajuda muito pois ter um QA, cria uma preocupação de fazer da melhor forma possível para não ter retrabalho.

Entrevistado 2: Muitos benefícios, se atentar principalmente a fluxos alternativos que geralmente só são pensados no final do desenvolvimento, um QA atento e treinado consegue antecipar muitos problemas. E problemas resolvidos antecipadamente dão menos dor de cabeça.

Entrevistado 3: O QA auxilia os devs a terem mais foco nas tarefas que devem realizar, ele auxilia por se esforçar em estar envolvido em todo o processo e ser fundamental para a estrutura os cenários e requisitos necessários, tira uma grande carga dos Devs, Designer e Gestor. O QA tem uma ação horizontal, e com isso pode influenciar todos do time positivamente.

6.1: Como você definiria um QA sendo algo além do testador de software?

Entrevistado 1: O QA consegue ter a visão do todo, conectar as coisas do início ao fim e verificar se essas conexões estão feitas corretamente e querendo ou não o QA é o primeiro usuário do sistema, é importantíssimo ele prevenir erros e validar se o todo foi implementado corretamente.

Entrevistado 2: Atuando no início do projeto, vendo fluxos alternativos de antemão.

Entrevistado 3: Um papel de muita confiança, sendo fundamental em praticamente tudo, auxiliando Designers por entender como o usuário deve agir, junto com os Devs criando testes, finalmente tendo um papel decisivo, podendo viabilizar ou não uma entrega pelo conhecimento que tem do produto como um todo.

7: Tem algum comentário que gostaria de adicionar?

Entrevistado 1: O QA deve ser comunicativo e deve saber falar e ouvir muito bem.

Entrevistado 2:

Entrevistado 3: O trabalho do QA estar próximo do time incentiva a liderança, que é um dos fatores principais para se tornar gestor

Com base nos objetivos estabelecidos no início do trabalho, se alcançam resultados notáveis em relação à evolução do QA para cargos de gerência, sendo unânime a atuação prévia como QA dos gestores entrevistados e que todos concordam que seu perfil estratégico tem uma influência extremamente positiva e que para eles a atuação prévia como QA teve um impacto importantíssimo, atuando muitas vezes como gestor sem ser gestor e estando em contato com todos do time, sendo assim um papel muito amplo. Soft skills como

comunicação, jogo de cintura e tomada de decisões são citadas como atributos de extrema importância para essa transição, além do claro interesse apresentado por todos.

Um ponto importante a ser ressaltado é que observando as experiências prévias dos entrevistados é notado que o papel do QA já era estratégico e de extrema importância tem se tornado cada dia mais estratégico e relevante para o cenário ágil.

Inicialmente, fazendo um paralelo das entrevistas com a pesquisa, observa-se que a atuação de testes, predominantemente voltadas para testes manuais, deram lugar a um índice expressivo de automação de testes, dado o grande leque em tecnologias disponíveis para realizar a automação.

Quanto ao entendimento e conhecimento dos QAs sobre os projetos, as experiências compartilhadas enfatizaram a necessidade crucial de os QAs serem detentores do conhecimento abrangente do projeto. Como afirmado em uma das entrevistas, o QA é aquele que "mais sabe do projeto", destacando sua relevância estratégica. Outra entrevista enfatizou que a presença de QA aumenta as chances de satisfação do cliente, reforçando os benefícios tangíveis desse papel.

É relevante notar que, com base nas entrevistas, o QA sempre é uma peça-chave e detentor do domínio do projeto, evoluindo para se tornar mais ativo em todos os processos, especialmente com a ascensão dos testes automatizados. Isso ecoa a visão prevista por Van Dam (2018), que, embora tenha antecipado que os QAs seriam comandantes no futuro, o cenário atual evidencia que estão se tornando mais técnicos e explorando novas formas de atuação por meio da automação.

Ao discutir os benefícios e desafios de ter um QA em ambientes ágeis, os desafios incluem a percepção de que os QAs não são valorizados na mesma medida que os desenvolvedores, conforme indicado em uma das entrevistas. Apesar disso, a pesquisa com profissionais de TI revelou que 80% dos times contêm pelo menos um QA. Os benefícios, no entanto, são notavelmente positivos, as entrevistas deixaram claros que alguns deles são, a facilitação do foco dos desenvolvedores, a prevenção de retrabalho e a antecipação de problemas nos fluxos alternativos. Esses resultados fornecem uma base sólida para conclusões positivas sobre a atuação dos QAs.

5. CONCLUSÃO

Após a análise dos resultados obtidos da pesquisa em conjunto com as entrevistas, podemos afirmar que o QA desempenha uma função vital no cenário ágil, é um papel profissional em constante evolução, que executa uma gama de atividades com impacto positivo no time, tanto com testes quanto com atividades de âmbito não funcional, se tornando assim extremamente estratégico.

Pensando em cada objetivo isolado podemos também verificar que na investigação relacionada às tarefas realizadas pelo QA tradicionalmente e não tradicionalmente é evidente uma grande crescente de testes automatizados nos quesitos funcionais e para os não funcionais temos um desenvolvimento na atuação em conjunto com o time, como foi evidenciado durante as entrevistas.

Essa transição para testes automatizados, embora desafiadora, emerge como um marco significativo, contrapondo com as expectativas futuras de Van Dam (2018),

apontando para uma atuação mais técnica, sem deixar de ser proativo, mas não contrapondo totalmente, visto que em sua conclusão ele afirma que deveríamos continuar investindo em testes automatizados e que a tendência do QA é ser um link entre o TI e os negócios, algo que foi apontado mais de uma vez nas entrevistas.

Além disso, sua atuação traz benefícios não só para o projeto, mas para toda a equipe de desenvolvimento. A ascensão dos QAs para cargos de gestão, conforme evidenciado nas entrevistas, confirma não apenas a importância desses profissionais.

Focando no grau de entendimento do QA sobre o projeto, as entrevistas deram embasamento o bastante para afirmar que o profissional da qualidade de software é também o principal detentor do conhecimento sobre o projeto, tenho atuação tão ampla que existe uma notável evolução para cargos de gestão. Também é importante dar visibilidade a sua contribuição para o desenvolvimento e aprimoramento dos processos. Apesar de desafios percebidos na valorização, a presença dos QAs na grande maioria das equipes ressalta uma grande relevância e contribuição efetiva para o sucesso do projeto.

Outro objetivo atingido foi referente a evolução para ser mais estratégico, que de forma unânime nas entrevistas foi citado como um dos fatores chave tanto para o projeto quanto para o desenvolvimento profissional dos QAs. Benefícios os quais vão muito além de ser uma peça-chave na garantia da qualidade, mas que demonstram um papel de liderança nos times, sendo fator decisivo para muitas das decisões tomadas e servindo de apoio para o foco dos desenvolvedores, a antecipação de problemas e prevenção de retrabalho.

Finalmente, tomando em consideração a pesquisa, fica claro que hoje temos inúmeras ferramentas e formas diferentes de realizar uma boa atuação como QA, sendo assim é possível concluir que, no futuro podemos esperar o QA ainda como um protagonista em equipes ágeis tendo em seu foco a qualidade como um todo, tanto do projeto, buscando novas ferramentas e formas de automatizar o processo de teste, quanto do time e dos processos com o foco voltado sempre na melhoria contínua.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Faculdade de Tecnologia da Zona Leste por prover um ensino de qualidade e dar suporte para a realização deste artigo.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, M. O.; MARKKULA, J.; OIVO, M. **Kanban in software development: A systematic literature review**. 39th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications. 2013.
- AJAYI, Wumi et al. **Implementing Quality Assurance in an Agile Software Development Process**. International Journal of Innovative Science and Research Technology, v.7, 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 9126: engenharia de software - Qualidade de produto - Parte 1: Modelo de qualidade**. ABNT: Rio de Janeiro, 2013.
- Scrum Primer 2.0. Figure 1. <<https://scrumprimer.org/scrumprimer20.pdf>> Acesso em 20 set, 2023.
- kanbantool. Figure 2. <<https://kanbantool.com/kanban-software-development>> Acesso em 20 set, 2023.
- BATISTA, Eraldo C.; MATOS, Luís Alberto L.; NASCIMENTO, Alessandra Bertasi. **A entrevista como técnica de investigação na pesquisa qualitativa**. Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v. 11. 2017.
- CABAU, Augusto Ferreira; TONDATO, Rogério; TONDATO, Silvana Rodrigues Quintilhano. **A Metodologia de gestão de projetos ágeis como ferramenta de melhoria em empresas**. 2019. [18] f. Monografia de Especialização - Universidade Tecnológica Federal do Paraná: Londrina, 2019.
- MOTA, Janine S. **Utilização do Google Forms na Pesquisa Acadêmica**. Revista Humanidades e Inovação, v. 6, 2019.
- Oliveira, R. L. F.; Pedron, C. D. **Métodos ágeis: uma revisão sistemática sobre benefícios e limitações**. Brazilian Journal of Development, 7(1):4520–4534, 2021.
- PATIL, S. P.; NEVE, J. R. **Productivity Improvement of Software Development Process Through Scrumban: A Practitioner's Approach**. 2018 International Conference on Advances in Communication and Computing Technology (ICACCT), 2018.
- PRESSMAN, Roger S.; MAXIM, Bruce R. **Engenharia de software: uma abordagem profissional**. Editora AMGH, 2021.
- SANTOS, Lígia Cássia M. C.; PRADO, Edmir Parada V.; CHAIM, Marcos Lordello. **Técnicas e ferramentas de detecção de vulnerabilidades e sua relação com métodos ágeis e modelos de qualidade de software e serviços**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO (SBSI), 15., 2019, Aracajú. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. p. 367-374.
- VAN DAM, K. **The Future of Testing: Digging in the Past of Software Testing and Unearthing the Future**. In: **The Future of Software Quality Assurance**, Editor Stephan Goericke, 2020.
- ISO/IEC 25010:2011 <<https://www.iso.org/standard/35733.html>>.
- Abhijit A. Sawant, Pranit H. Bari, P. M. Chawan **Software Testing Techniques and Strategies**.

International Journal of Engineering Research and Applications vol.2, 2012.

Sommerville, Ian. **Software Engeneering** v.9, Editora Pearson, 2010.

Laporte, Y, Claude; April, **Alain Software Quality Assurance**. v.1 Editora John Wiley e Sons.Inc, 2018.

Projeto e Desenvolvimento de Modelo de Sensor Eletrônico para Dispositivo Vestível para as Mãos para Monitoramento da Evolução de Parâmetros de Força, Extensão e Flexão Durante Fisioterapia de Paciente com Síndrome do Túnel do Carpo

Design and Development of an Electronic Sensor Model for a Wearable Device for the Hands to Monitor the Evolution of Strength, Extension and Flexion Parameters During Physical Therapy of a Patient with Carpal Tunnel Syndrome

Recebido em
02 jan. 2023

Aceito em
15 fev. 2024

Publicado em
27 mar. 2024

<https://git.fateczl.edu.br>
e_ISSN
2965-3339
DOI
10.29327/2384439.2.2-4

@_GIT
Advances in Global
Innovation & Technology
Volume 2
Número 2
São Paulo
Março
2024



Brenda Xavier de Moura¹
brendaxaviemoura1997@gmail.com

Flora Silvério Alexandre¹
florasilverio2@gmail.com

Luana Correa dos Santos¹
luana.573correa@gmail.com

Jeferson Cerqueira Dias¹
jefersondias1@alunmi.usp.br

1 - Faculdade de Tecnologia de Osasco | Fatec Osasco

Resumo: A Síndrome do Túnel do Carpo (STC) é uma doença que advém da compressão do nervo mediano que atravessa o punho sob o ligamento carpal, afetando a movimentação da mão, a causa mais comum é a L.E.R (Lesão do Esforço Repetitivo), gerada por movimentos repetitivos como digitar ou tocar instrumentos musicais. A presente pesquisa objetiva o desenvolvimento de um sensor eletrônico para ser aplicado em dispositivo vestível para mãos capaz de registrar a evolução do paciente ao longo do tratamento do túnel do carpo, monitorando os parâmetros de força, extensão e flexão. Os resultados pretendidos são a obtenção de um protótipo de sensor eletrônico aplicado em dispositivo vestível, composto por sensores localizados em pontos representativos para captação de parâmetros de extensão, força e flexão. Ao longo deste estudo foi possível conceber um modelo virtual de sensor apto a monitorar parâmetros de força, extensão e flexão, importantes durante o tratamento fisioterápico de pacientes, especificamente, do sexo feminino entre 40 e 60 anos com STC abrangendo do grau 1 (mínimo) ao grau 4 (moderado).

Palavras-chave: Sistemas Biomédicos. Dispositivo Vestível. Túnel do Carpo. Fisioterapia. Sensores.

Abstract: *Carpal Tunnel Syndrome (CTS) is a disease that comes from the compression of the median nerve that crosses the wrist under the carpal ligament, affecting the movement of the hand, the most common cause is L.E.R (Repetitive Strain Injury), generated by repetitive movements such as typing or playing musical instruments. The present research aims to develop an electronic sensor to be applied in a wearable device for hands capable of recording the patient's evolution throughout carpal tunnel treatment, monitoring the parameters of strength, extension and flexion. The intended results are to obtain a prototype of an electronic sensor applied in a wearable device, composed of sensors located at representative points to capture parameters of extension, force and flexion. Throughout this study, it was possible to design a virtual sensor model capable of monitoring strength, extension and flexion parameters, which are important during the physical therapy treatment of patients, specifically, females between 40 and 60 years of age with CTS ranging from grade 1 (minimal) to grade 4 (moderate).*

Keywords: Biomedical Systems. Wearable device. Carpal Tunnel. Physiotherapy. Sensors.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com as Sociedades Brasileiras de Ortopedia e Traumatologia, de Neurocirurgia e Neurofisiologia Clínica (2011), a Síndrome do Túnel do Carpo é definida pela compressão do nervo mediano no túnel do carpo, que é o mais afetado devido às suas ramificações sensitivas, tornando-se a neuropatia mais comum na extremidade dos membros superiores.

O nervo mediano é responsável pelo controle da sensibilidade na palma da mão e dos dedos, e juntamente com os tendões lubrificados pela sinóvia, permite a flexão dos dedos. A Síndrome do Túnel do Carpo ocorre quando os tecidos sinoviais que envolvem os tendões no pulso são repetidamente comprimidos, levando à inflamação e ao inchaço do nervo mediano, resultando no estreitamento do túnel do carpo. Esse processo de inflamação e inchaço pode causar sensações incômodas, como fraqueza, dormência, formigamento e dor nas mãos (AMERICAN ACADEMY OF ORTHOPAEDIC SURGEONS, 2019).

A idade e o gênero também desempenham um papel, pois idosos e mulheres são mais propensos a desenvolver a síndrome (POERMEMRARY, 2019 apud ANNISA et al., 2021).

In et al. (2011) mencionam o uso de dispositivos vestíveis para a terapia de doenças que requerem reabilitação, apresentando o desenvolvimento de um protótipo de mão robótica vestível capaz de realizar movimentos de extensão e flexão.

Esses dispositivos vestíveis têm se mostrado promissores na reabilitação de doenças e lesões nas mãos, fornecendo suporte e auxiliando na recuperação da mobilidade. No entanto, é importante ressaltar que ainda existem desafios a

serem superados, como a reprodução precisa dos movimentos da mão humana e a definição de parâmetros adequados para diferentes patologias (GROVER et al., 2017).

Esta pesquisa propõe o desenvolvimento de um sensor eletrônico virtual para um dispositivo vestível que possa monitorar a evolução dos parâmetros de força, extensão e flexão, durante a fisioterapia para pacientes (especificamente mulheres entre 40 e 60 anos) com síndrome do túnel do carpo abrangendo os graus de gravidade do grau 1 (mínimo) ao grau 4 (moderado). Com isso é possível reduzir o tempo necessário para o tratamento e melhorar a eficácia geral do tratamento para a síndrome do túnel do carpo, monitorar os parâmetros de força, extensão e flexão.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Sistemas Biomédicos

Sistemas biomédicos são definidos como sistemas integrados de hardware e software que são projetados para coletar, processar, armazenar e visualizar informações fisiológicas e médicas (GRIMES; HOUNSELL, 2019). A expansão tecnológica de equipamentos médicos atrelados a integração de instrumentação biomédica, biomecânica, planejamento, logística hospitalar e administração compõem a engenharia dos sistemas biomédicos que promove ferramentas para obtenção de diagnósticos mais distinguíveis, e o desenvolvimento de dispositivos com melhor desempenho médico, otimizando assim os serviços médicos pela tecnologia de controle de precisão, pela robótica e pela Internet das Coisas (IoT) (UNAM, 2018).

Esses sistemas podem ser utilizados para fins de monitoramento e diagnóstico de

pacientes, bem como para terapias de reabilitação e tratamentos médicos, os sistemas biomédicos permitem aos profissionais de saúde monitorar os sinais vitais dos pacientes, garantindo um diagnóstico mais rápido e preciso, além de permitir a avaliação e monitoramento de tratamentos médicos.

2.2 Sistemas Biomédicos pela RDC N° 185/01

De acordo com a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n° 185 de 22 de outubro de 2001, produto médico é definido como um produto para saúde, como um equipamento, aparelho, material, artigo ou sistema de uso ou aplicação médica como um todo, sendo assim destinado a prevenção, diagnóstico, reabilitação é que não utiliza meio farmacológico, imunológico ou metabólico para realizar sua principal função. Os produtos médicos podem ser divididos na classe de ativos, ativo para diagnosticar, ativo para terapia, para uso único, implantável, invasivo e invasivo cirurgicamente (RDC N° 185/01). São divididas em quatro classes as classificações para sistemas biomédicos, sendo elas:

- Classe I: equipamentos simples, que não representam risco elevado à saúde humana, como luvas médicas, seringas e agulhas.
- Classe II: equipamentos de risco moderado à saúde humana, como aparelhos de diagnóstico, como termômetros e esfigmomanômetros.
- Classe III: equipamentos de alto risco à saúde humana, como próteses, equipamentos de hemodiálise e equipamentos de diagnóstico e terapia invasiva.
- Classe IV: equipamentos de alto risco, que requerem controle rigoroso, como

implantes cerebrais, dispositivos de diálise e transplante de células.

Ainda seguindo na parte de classificações, temos a questão de:

- Equipamentos invasivos, como dispositivos implantáveis, são geralmente classificados como Classe III ou Classe IV, dependendo do tipo de dispositivo e do grau de risco à saúde humana. Exemplos incluem marca-passos, *stents*, próteses articulares, entre outros.
- Equipamentos não invasivos, como aparelhos de diagnóstico, podem ser classificados como Classe II ou Classe III, dependendo da finalidade de uso e do potencial de risco associado. Exemplos incluem termômetros, esfigmomanômetros, eletrocardiógrafos, entre outros.
- Dispositivos de uso único ou descartável, como seringas, agulhas e outros dispositivos não invasivos, geralmente são classificados como Classe I, devido ao baixo risco à saúde humana.
- Equipamentos de terapia, como aparelhos de fisioterapia e outros dispositivos terapêuticos, podem ser classificados como Classe II ou Classe III, dependendo da finalidade de uso e do potencial de risco associado.
- Equipamentos que utilizam radiação ionizante, como aparelhos de radioterapia e outros dispositivos de imagem, geralmente são classificados como Classe IV, devido ao alto risco associado ao uso desses dispositivos.

A classificação é baseada no potencial de risco do equipamento ou sistema em questão, levando em conta a duração e a frequência de uso, o tipo de contato com o paciente e as consequências de falhas ou mau uso. Ao que diz respeito aos termos

definidos pelo Manual para Regularização do Equipamentos Médicos da Anvisa, tem a seguinte definição para equipamento médico de uso em saúde, com finalidade médica, ou fisioterápica, utilizado direta ou indiretamente para diagnóstico, terapia, reabilitação ou monitorização de seres humanos.

2.3 Dispositivo Vestível

Um dispositivo vestível consiste em micro sensores dispostos em relógios, pulseiras, etc. Com tais sensores, pode-se extrair diversas informações corporais em tempo real e realizar análises sobre estas informações com uma abordagem pessoal e única. As informações incluem temperatura corporal, batimentos cardíacos, pressão sanguínea, movimentação realizada, entre outras (REMÉDIO, 2019).

Na Figura 1, temos um dos dispositivos vestíveis mais conhecidos e utilizados pelas pessoas, o relógio *smartwatches* que coleta parâmetros fisiológicos do usuário como os batimentos cardíacos, sendo capazes também de realizar a contagem de passos simultaneamente e realizar uma conexão com smartphones acessando relatórios e afins (MEDPEDIA, 2021).

Figura 1. Dispositivo vestível que oferece assistência à saúde



Fonte: MEDPEDIA, 2021.

2.4 Normas Aplicadas

O padrão internacional de IEC desenvolveu em março de 2017 o comitê técnico 124 (IEC TC 124) para a padronização de dispositivos vestíveis, sistemas e tecnologias que englobem materiais e aparelhos remendáveis, implantáveis, ingeríveis e têxteis eletrônicos, com a finalidade de aperfeiçoar a interação de usuário e dispositivo para benefício do mesmo. O IEC TC 124 traz em seu conteúdo uma associação de normas internacionais como a IEC 63203-101-1 (trata de terminologias relacionadas a dispositivos vestíveis), IEC 63203-201-3 (trata de determinação da resistência elétrica de têxteis condutores em microclima) e IEC 63203-204-1 (trata da avaliação da durabilidade da lavagem de sistemas têxteis eletrônicos).

O padrão internacional IEC 80.001-1:2010 aponta a aplicação de gerenciamento de risco para redes de TI que incorporam dispositivos médicos, onde os dispositivos de saúde são agregados em redes de TI com a finalidade de atingir melhorias desejáveis, determinando responsabilidade, funções e atividades, referindo-se à eficácia da segurança de dados e do sistema.

O padrão internacional IEC 80.002-1:2009 aponta orientações sobre a aplicação da ISO 14971 a *softwares* de dispositivos médicos, trazendo instruções para a aplicação dos requisitos presentes na ISO 14971:2007 com referência a IEC 62304:2006 sendo destinado a profissionais de gerenciamento de riscos quando um *software* é incluso ao dispositivo médico.

O padrão internacional ISO 14971:2019 aponta a aplicação da gestão de riscos a dispositivos médicos incluindo o *software* como dispositivos médicos, orientando fabricantes na identificação de perigos

relacionados ao dispositivo médico, avaliá-los e controlar tais riscos, monitorando a eficácia dos controles.

A norma técnica brasileira ABNT NBR IEC 60601-1, da série IEC reconhecida internacionalmente, aponta requisitos gerais para a segurança e desempenho essencial de equipamentos elétricos médicos, o que é fundamental para garantia da proteção de pacientes e profissionais de saúde. A Emenda 1 à ABNT NBR IEC 60601-1:2010 trata de quesitos propostos por comitês nacionais a fim de aperfeiçoar sua aplicabilidade.

A norma técnica brasileira ABNT NBR 15943:2011, é uma regulamentação técnica proposta pela ANVISA e aponta as diretrizes para um programa de gerenciamento de equipamentos de infraestrutura de serviços de saúde e de equipamentos para saúde, trata de características exigidas a determinado programa de gerenciamento de riscos relacionados a equipamentos para saúde.

A resolução nº 02 de 25 de janeiro de 2010, é uma regulamentação técnica proposta pela ANVISA e aponta o gerenciamento de tecnologias em saúde em estabelecimentos de saúde, aplicadas a produtos e equipamentos de saúde, produtos de higiene e cosméticos, medicamentos e saneantes, trazendo os requisitos mínimos que devem ser seguidos, além da capacitação de profissionais relacionados ao processo, a fim de garantir qualidade, segurança, desempenho e rastreabilidade.

A resolução nº 50 de 21 de fevereiro de 2002, é uma regulamentação técnica proposta pela ANVISA e aponta o regulamento técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde, determinando

assim, para a construção e complementação, três etapas que correspondem ao estudo preliminar, ao projeto básico e ao projeto executivo.

A resolução nº 16 de 28 de março de 2013, é uma regulamentação técnica proposta pela ANVISA e aponta o regulamento técnico de Boas Práticas de Fabricação de produtos médicos e produtos de diagnósticos *in vitro*, estabelecendo requisitos necessários para garantia da qualidade, segurança e eficácia dos produtos comercializados no Brasil.

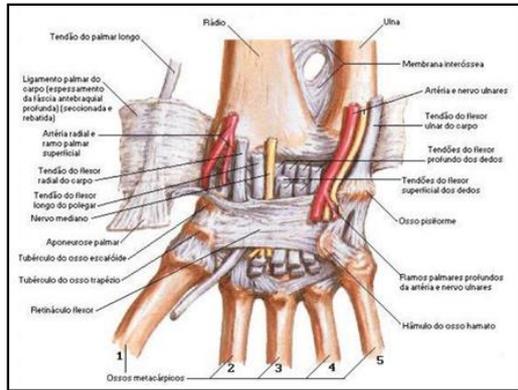
2.5 Doença de Túnel do Carpo

A Síndrome do Túnel do Carpo (STC) foi descrita primeiramente pelo médico cirurgião e fisiologista inglês James Paget no ano de 1854 que relatou o caso da observação de um braço amputado de um homem doador que o membro havia sido pressionado por uma corda sete anos antes da amputação. O homem apontava que sofria com uma dor persistente na mão, especialmente na contração dos dedos e na pega de objetos após o acidente. No braço já amputado, mas especificamente na região da mão e punho, notava-se que o caminho do nervo mediano estava largo e rígido tal como os tecidos adjacentes, indicando uma potencial lesão nessa região (GOHRITZ; VOGT, 2007).

No túnel do carpo, o nervo mediano está dividido em seis ramos, o ramo tenar, o radial e ulnar do polegar, o radial do dedo indicador, os nervos palmares comuns do segundo e terceiro espaço, anatomia do túnel do carpo especificada na Figura 2. A compressão do nervo mediano ocorre em duas regiões: no limite proximal do túnel do carpo pelo movimento de flexão do punho e na porção estreita adjacente ao

gancho do hamato (CHAMMAS *et al.*, 2013).

Figura 2. Anatomia do Túnel do Carpo, vista palmar



Fonte: NETTER; FRANK, 2015. Atlas de Anatomia Humana, 6ª edição.

3. METODOLOGIA

3.1 Hardware

Hardware diz respeito aos componentes físicos de determinado sistema. A título de exemplo, em um computador reconhece-se como hardware a memória, o processador, o dispositivo de armazenamento, o mouse entre outros (ZHANG *et al.*, 2020).

3.2 Sensor

Os sensores, em grande parte, têm como objetivo relacionar informações sobre alguma grandeza que precisa ser medida tais como, temperatura, pressão, ângulo, velocidade, corrente, aceleração, oposição entre outras. O sinal de saída deve ser manipulado antes da leitura no sistema de controle, realizado em um circuito de interface para produção de um sinal a ser lido por um controlador (THOMAZINI; ALBUQUERQUE, 2020).

3.3 Sensores Analógicos

Os sensores analógicos são dispositivos de medição que produzem uma saída elétrica contínua, proporcional ao valor medido para determinar uma grandeza física a este valor. Tal saída pode ser processada, filtrada e amplificada por um circuito eletrônico para fornecer então uma leitura precisa da grandeza física (PLACKO, 2014).

Desde que estejam dentro de sua faixa de operação, os sensores analógicos podem assumir qualquer valor no seu sinal de saída. Existem algumas grandezas que podem assumir estes valores ao longo do tempo, são elas a temperatura, velocidade, vazão, força, umidade, ângulo, distância, torque e luminosidade. Tais variáveis são medidas por elementos sensíveis com circuito eletrônico não digitais (THOMAZINI; ALBUQUERQUE, 2020).

3.4 Sensor de Força

O sensor de força, conforme Figura 3, é um dispositivo que mede a intensidade da força aplicada a ele. Pode ser usado em várias aplicações, assim como, medir o peso de um objeto, a extensão de força aplicada sobre ele e detectar mudanças na pressão. Os métodos importantes para analisar a medida obtida por um sensor de força são: calibração que envolve comparar a saída do sensor de força com um padrão conhecido e ajustar as leituras de acordo; filtragem que, envolve a remoção de ruídos ou interferências indesejadas do sinal obtido do sensor de força; processamento de sinal que envolve o uso de algoritmo matemático para extrair informações úteis do sinal obtido do sensor de força; fusão de dados que envolve a combinação das leituras de vários sensores para obter uma medição mais precisa da força (THOMAZINI; ALBUQUERQUE, 2020).

3.5 Potenciômetro

Potenciômetro, conforme Figura 4, é um sensor responsável por produzir resistência proporcional ao deslocamento ou posição, seu elemento de resistência é alimentado por uma voltagem DC ou AC e sua voltagem de saída é uma função do deslocamento, sendo resistores variáveis com três contatos. Dois contatos são conectados aos fios do resistor, ficando fixa a resistência entre eles. Já o terceiro contato é conectado ao posicionador que é movido ao longo do resistor variando a resistência entre ele e as duas conexões. (THOMAZINI; ALBUQUERQUE, 2020).



Figura 3. Sensor de Força FSR402

Fonte: USINAINFO, 2023.



Figura 4. Potenciômetro 250kohm

Fonte: Mercado Livre, 2023.

3.6 Arduino Uno R3

O Arduino Uno R3, conforme Figura 5, é um microcontrolador ATmega328P versátil, constituído por pinos de entrada e saída muito difundido na elaboração de projetos para controle de componentes eletrônicos através de programação podendo ser realizada no software Arduino, além de poder fazer o upload desse código diretamente para placa (SUDHAN et al., 2015).

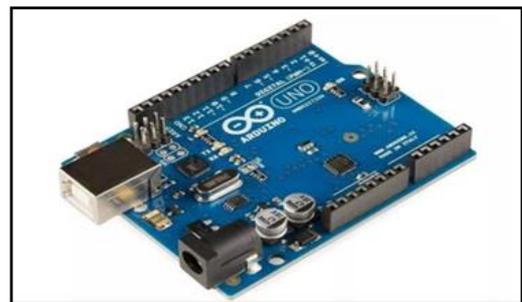


Figura 5. Arduino Uno R3

Fonte: Mercado Livre, 2023.

3.7 Software

Software é um conjunto de aplicativos ou programas, cuja função é ordenar ações, passando instruções ao computador com o passo-a-passo para realizar determinada tarefa, como o software do sistema operacional, responsável pelo gerenciamento de sistema de arquivos e sincronização (SMITDS et al., 2014).

3.8 Tinkercad

O Autodesk TinkerCad é um aplicativo da web gratuito para design 3D, eletrônico e codificação no projeto utilizamos no momento de desenvolvimento do código e simulação (AUTODESK TINKERCAD, 2023).

Utilizado para desenvolver toda a prototipação do circuito eletrônico e codificação dos componentes nele utilizado, a fim de testar se o modelo

proposto atenderia as nossas necessidades antes de ser passado para o desenvolvimento físico.

3.9 AutoCAD

O Autodesk AutoCad é um software de CAD (projeto auxiliado por computador) utilizado por arquitetos, engenheiros e os demais profissionais de construção para modelagem de seus modelos, podendo ser desenvolvidos em um espaço de criação de projetos em geometria 2D e 3D com a tecnologia TrustedDWG® (AUTODESK, 2023).

O AutoCad foi utilizado para desenhar todas as peças utilizadas em 3D, incluindo o modelo de luva proposto para a utilização dos sensores.

3.10 Ponte de *Wheatstone*

No circuito, a ponte de *Wheatstone* é usada para calcular uma resistência cujo valor é desconhecido, sendo constituída por quatro braços onde se colocam as resistências ou impedâncias, uma alimentação de corrente contínua ou alternada e um detector de corrente. A ponte se encontra em equilíbrio quando ela tem por medição de resistência ou impedância o valor zero, a condição de equilíbrio é expressa pela igualdade do produto das resistências (CAMPILHO, 2000).

Para ponte de *Wheatstone* que utiliza quatro *Strain Gauges* a expressão matemática pode ser escrita da seguinte forma:

$$V_{out} = V_{ex} * (R4/R3 - R2/R1)$$

Onde:

- V_{out} é a tensão elétrica de saída da ponte de *Wheatstone*, que é medida por

um voltímetro ou outro dispositivo qualquer com essa função;

- V_{ex} é a tensão elétrica de entrada aplicada à ponte de *Wheatstone*;
- R1, R2, R3 e R4 são as resistências elétricas dos quatro *strain gauges* que formam a ponte de *Wheatstone*, sendo que R1 e R4 são as resistências dos *gauges* ativos e R2 e R3 são as resistências dos *gauges* passivos.

A expressão matemática acima mostra que a tensão elétrica na saída depende da relação entre as resistências dos quatro *strain gauges*. Quando a deformação é aplicada ao material, a resistência elétrica dos *gauges* ativos (R1 e R2) aumenta ou diminui, enquanto a resistência elétrica dos *gauges* passivos (R3 e R4) faz o oposto. Isso cria uma diferença de tensão entre os ramos da ponte de *Wheatstone*, gerando uma tensão elétrica na saída que pode ser medida e usada para calcular a deformação do material. Essa expressão é derivada da equação básica da ponte de *Wheatstone*, que é:

$$V_{out} = V_{ex} * (R2R4 - R1R3) / [(R1 + R2)(R3 + R4)]$$

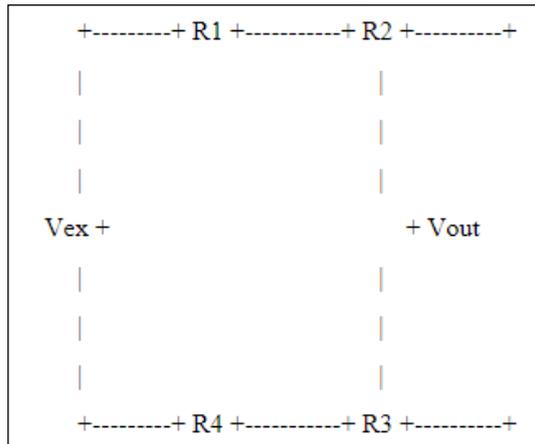
Quando os quatro *strain gauges* são colocados em uma configuração quadrilátera, a resistência elétrica dos *gauges* passivos (R2 e R3) é a mesma, assim como a resistência dos *gauges* ativos (R1 e R4). A equação pode ser simplificada para:

$$V_{out} = V_{ex} * (R4/R3 - R2/R1)$$

Na Figura 6, os dois *strain gauges* ativos (R1 e R4) são colocados em uma posição oposta, enquanto os dois *strain gauges* passivos (R2 e R3) são colocados em outra posição oposta. Essa configuração forma um quadrilátero, que é a geometria mais comum para a ponte de *Wheatstone* com quatro *strain gauges*. A tensão elétrica de entrada V_{ex} é aplicada à ponte de

Wheatstone, enquanto a tensão elétrica de saída *Vout* é medida. A partir da tensão elétrica medida, é possível calcular a deformação do material com base nas características dos strain gauges e do material.

Figura 6. Ponte de Wheatstone composto por quatro Strain Gauges



Fonte: autoria própria, 2023.

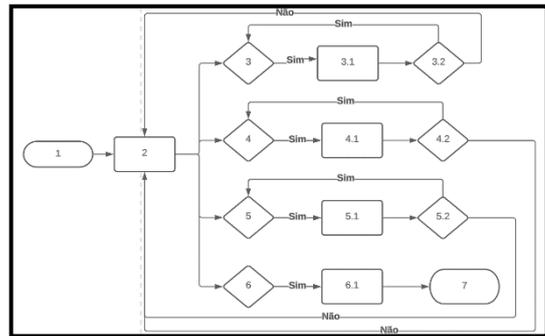
3.11 Lógica de programação

Para a explicação da lógica utilizada no desenvolvimento da programação, a fim de preservar o código produzido, foi escolhido a utilização do fluxograma para exemplificar a lógica utilizada, conforme Figura 7.

1) Inicialização da aplicação; 2) solicita qual a opção deve ser selecionada; se opção 3) exercício de força vá para 3.1) protocolo de exercício de força; 3.2) repetir exercício de força, se sim, vá para opção 3 se não volte para opção 2; se opção 4) exercício de extensão e flexão vá para 4.1) protocolo de exercício de extensão e flexão; 4.2) repetir exercício de extensão e flexão, se sim, vá para opção 4, se não volte para opção 2; se opção 5) exercício de força e exercício de extensão e flexão vá para 5.1) protocolo de exercício de força e exercício de extensão e

flexão; 5.2) repetir exercício de força e extensão e flexão, se sim, vá para opção 5, se não volte para opção 2; se opção 6) finalizar programa vá para 6.1) finalização do programa vá para 7) fim da aplicação.

Figura 7. Fluxograma da lógica de programação



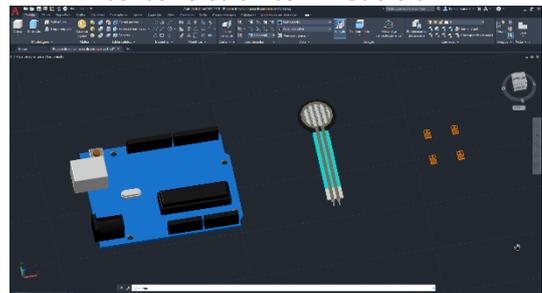
Fonte: autoria própria, 2023.

4. RESULTADOS ALCANÇADOS

4.1 Desenho técnico

Para a modelagem dos desenhos 3D dos componentes foi usado como base o desenho técnico disponível nos *datasheets* de cada elemento, que conta com os valores da cota e visualização das vistas. O *software* usado foi o *Autodesk AutoCAD 2021*, nele foram modelados os seguintes componentes do sensor eletrônico: 1 *Arduíno Uno R3*, 1 *Sensor de Força FSR402*, e 4 *Strain Gauge Bf350-3aa* presentes na Figura 8.

Figura 8. Desenho técnico dos componentes do sensor eletrônico – modelo 3D

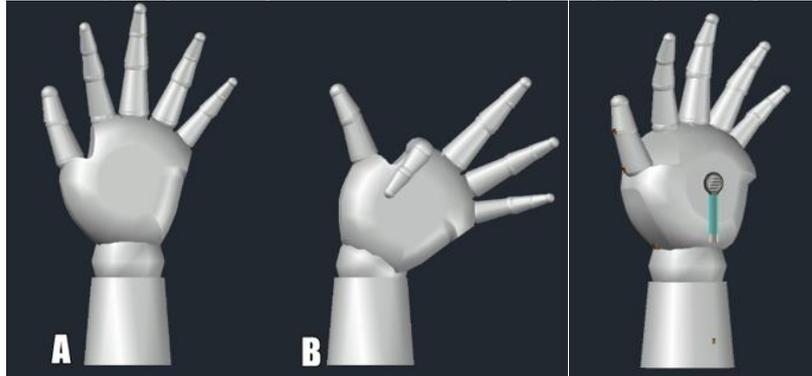


Fonte: autoria própria, 2023.

Para melhor entendimento da aplicação e localidade de cada elemento que compõe o sensor eletrônico, foi modelado no *AutoCAD 2021* um protótipo de uma mão articulada, para representar a mão humana, conforme Figura 9.

Com os componentes e mão articulada já modelados em escala 1:1, foi possível a montagem do sensor eletrônico e a representação de sua aplicação na mão humana de pacientes com STC, apresentado na Figura 9.

Figura 9. Desenho técnico do protótipo de uma mão articulada – modelo 3D. (A) Representação do movimento de extensão, (B) Representação do movimento de flexão, (C) Representação do sensor de força.



Fonte: autoria própria, 2023.

4.2 Componentes utilizados na prototipação

Para construção do modelo virtual foram utilizados os componentes disponíveis no acervo do aplicativo *web* do *Tinkercad*, sendo especificados cada elemento de acordo com o nome como R1, R2, U1, U2, R4, R5, Rpot1, Rpot2, Rpot3 e Rpot4, com o componente como Potenciômetro de 10kohm, Resistor 220 Ω , Arduíno Uno R3, Display LCD 16x2, Sensor de força FSR402, Resistor 10 k Ω , Potenciômetro de 250 kohm, respectivamente, e com a quantidade conforme a Tabela 1.

4.3 Circuito

O modelo do circuito eletrônico extraído diretamente do *Tinkercad*, conforme Figura 10, em relação ao modelo virtual prototipado, composto pelo microcontrolador ATmega328 da placa Arduíno Uno R3, pela interface visual do *display* LCD 16x2, pelos componentes reguladores de tensão, os potenciômetros,

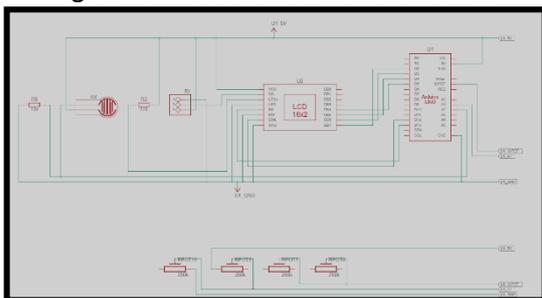
pelos limitadores da passagem de corrente elétrica, os resistores, e por fim, pelo dispositivo tecnológico sensível, o sensor de força resistivo de voltagem 402. Na parte superior da Figura 10 pode-se identificar os componentes de (R5) resistor de 10k; (R4) sensor de força, (R2) resistor de 220ohms, (U2) Display LCD, (U1) arduino UNO e na parte inferior da imagem os quatros potenciômetros nomeados como RPOT10, RPOT9, RPOT7 e RPOT6.

Tabela 1. Componentes utilizados no modelo virtual

NOME	COMPONENTE
R1	Potenciômetro 10k
R2	Resistor 220 Ω
U1	Arduíno Uno R3
U2	Display LCD 16x2
R4	Sensor de força FSR402
R5	Resistor 10k Ω
Rpot1, Rpot2, Rpot3, Rpot4	Potenciômetro 250k Ω

Fonte: autoria própria, 2023.

Figura 10. Modelo do circuito eletrônico



Fonte: autoria própria, 2023.

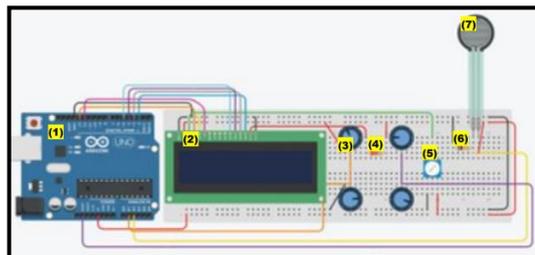
4.4 Sistema Desenvolvido – Modelo Virtual

No sistema desenvolvido do circuito virtual, por limitações no aplicativo Autodesk Tinkercad que não contém o sensor Strain Gauge em sua biblioteca de componentes disponíveis, optou-se por um potenciômetro, que por sua vez, mede a diferenciação quando aplicado um movimento, sendo possível dessa forma simular a aplicabilidade do Strain Gauge.

Na Figura 11 o elemento apontado em (1) indica o Arduino Uno R3, componente do sistema de controle utilizado para prototipagem eletrônica do projeto de sensor eletrônico; (2) indica o display LCD 16x2, componente do sistema para visualização das respostas de comandos; (3) indica os potenciômetros 250kohm, componentes utilizados para representação dos Strain Gauges na Ponte de Wheatstone; (4) e (6) indicam resistores, componentes do sistema eletrônico utilizado para delimitar a corrente elétrica; (5) indica o potenciômetro de 10 kohm, componente utilizado em auxílio ao display para controlar a intensidade de sua iluminação; (7) indica o sensor de força FSR402, componente do sistema de captação sensorial, componente utilizado para medir a resistência da pressão exercida.

Na Figura 11, os componentes indicados são: (1) Arduino Uno R3, (2) Display LCD 16x2, (3) Potenciômetros de 250 kohm, (4) Resistor 220 Ω , (5) Potenciômetro de 10kohm, (6) Resistor 10 k Ω , (7) Sensor de Força FSR402.

Figura 11. Prototipação do modelo do circuito virtual no Tinkercad.



Fonte: autoria própria, 2023.

4.5 Teste do Modelo para o Sensor de Força e Potenciômetro

Os testes para os sensores de força e potenciômetros em um modelo virtual antes da sua implementação no modelo físico é de extrema importância. O modelo virtual permite que sejam realizados testes e simulações de diferentes condições e cenários de operação dos sensores antes da implementação no modelo físico. Isso ajuda a identificar potenciais problemas e aperfeiçoar o necessário, tornando-o mais preciso e confiável. Isso garante que os sensores forneçam leituras precisas e confiáveis. Para realização dos testes foram realizados dez vezes por dez segundos cada.

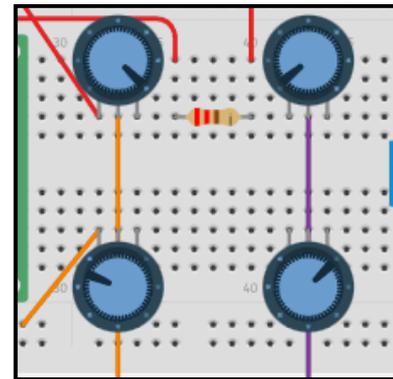
Foram realizados os testes de estabilidade para os sensores. A estabilidade de um sensor de força refere-se à capacidade do sensor de manter a saída de leitura ao longo do tempo, sob condições constantes de operação (WANG *et al.*, 2021). O objetivo foi verificar se os sensores se mantiveriam estáveis mantendo e registrando os valores.

Para o teste de estabilidade com o valor zero, onde o objetivo foi verificar se os sensores se mantiveriam em zero, foi utilizado a metodologia do artigo "*Study on the stability of a piezoelectric force sensor based on frequency response analysis*" que descreve um estudo que foi realizado para validar a estabilidade de um sensor de força piezoelétrico. Assim como realizado pelo autor, foram coletados dados experimentais do sensor de força e do potenciômetro quando mantido no valor zero, sendo extraídos a partir do *Tinkercad*. Foram analisadas as respostas em forma de gráficos e pela leitura disponível no monitor serial, obteve-se a certeza de que o valor que obtido no sensor de força zero é mantido quando o gráfico é plotado. Desse modo foi possível monitorar o valor obtido no sensor e avaliar a estabilidade do sensor com base na variação da resposta em frequência ao longo do tempo. Nas Figuras 13 e 14 pode-se observar que os valores registrados foram mantidos em zero e o gráfico plotado também indica esse comportamento dos valores lidos dos sensores. Cabe ressaltar que para o sensor do potenciômetro deve manter a configuração necessária da posição que os potenciômetros precisam estar para atingir o valor mínimo dado como zero, após ser equalizado, como mostra a Figura 12.

Na Figura 13 o sensor de força está mantido em zero, ao centro o monitor serial com valores de saída do sensor de força e o registro de média, máximo e mínimo e a direita o plot do gráfico dos valores lidos.

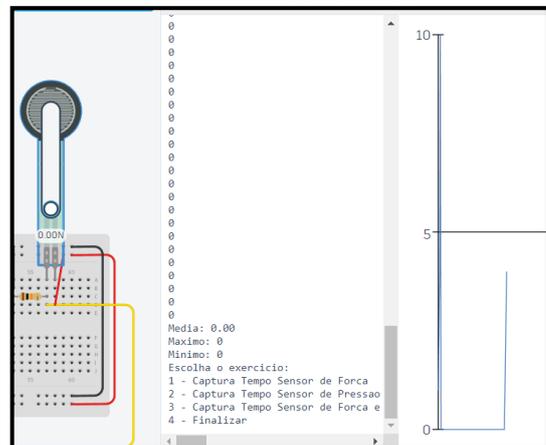
Na Figura 14 temos os quatro potenciômetros com o posicionamento da ponte de wheatstone, ao centro temos o monitor serial com o print dos valores lidos após a execução da opção 2, por fim na direita o plot do gráfico com os valores lidos.

Figura 12. Configuração dos potenciômetros com valor 0.



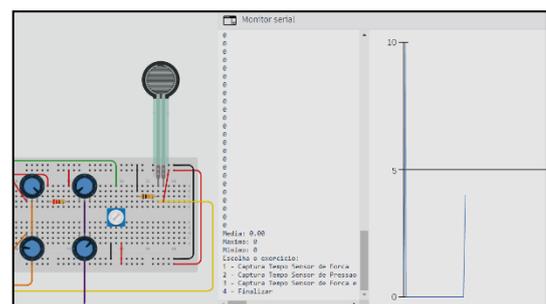
Fonte: autoria própria, 2023

Figura 13. Sensor de força com valor 0 e opção 1 do sistema selecionado.



Fonte: autoria própria, 2023.

Figura 14. Potenciômetros com valor 0 e opção 2 do sistema selecionado



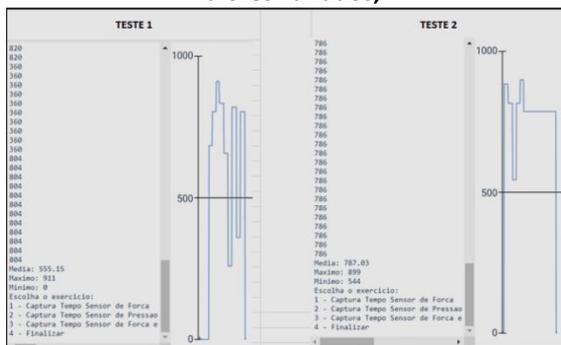
Fonte: autoria própria, 2023.

Para os testes de estabilidade com o valor máximo do sensor e com valores variados manteve-se a configuração do teste de estabilidade com o valor zero, a fim de demonstrar o resultado obtido. Com os

demais testes a Figura 15 mostra o comportamento do gráfico ao plotar os valores lidos dos sensores quando tirados do ponto zero, demonstrando assim que a estabilidade é percebida a cada mudança no sensor.

Na Figura 15, ao lado esquerdo de cada teste o monitor serial mostra o registro dos valores lido do sensor e os de média, máximo e mínimo, ao lado direito o gráfico plotado com os valores lidos.

Figura 15. Amostra de dois testes realizados com valores variados,



Fonte: autoria própria, 2023.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho de pesquisa buscou-se o desenvolvimento de um projeto virtual de sensor eletrônico aplicado a dispositivo vestível para as mãos para monitoramento da evolução de parâmetros de força, extensão e flexão durante fisioterapia de pacientes do sexo feminino com faixa etária entre 40 e 60 anos, acometidos com Síndrome do Túnel do Carpo (STC). A STC adquirida por exposição crônica a movimentos repetitivos que se encontra em fase de efeitos de perda temporária de movimentos por inflamação dos tendões e bainha sinovial, afastado para tratamento inicial com medicamentos e sessões de fisioterapia, classes de 1 a 4. A partir de uma revisão de pesquisas e projetos relacionados, tendo como base estudos já

realizados na área em âmbito internacional, além de realização de testes virtuais do sensor eletrônico.

Com a atual análise dos testes e procedimentos, foi possível concluir que o sensor de força e o sensor potenciometro se mantiveram com as suas estabilidades como esperado. No decorrer das ações, pode-se notar a diferença de valores quando o sensor é pressionado em relação ao sensor de força e ao realizar a alteração dos valores do pontenciometro, ou seja, os sensores se mantiveram estáveis quando iniciados e seus valores alteraram-se de forma significativa, cada valor capturado foi mostrado no gráfico, conforme amostra da Figura 15, podendo se observar a intensidade e evolução do parâmetro.

Consequentemente, a hipótese do trabalho de pesquisa de que um sensor eletrônico para dispositivo vestível para as mãos é capaz de registrar uma evolução do paciente durante a fisioterapia por meio dos parâmetros de força, extensão e flexão, e com os dados colhidos para obter um melhor aproveitamento no acompanhamento do tratamento da doença do túnel do carpo, se comprovou pela funcionalidade dos componentes eletrônicos escolhidos e testados ao atenderem o esperado.

No que se refere aos instrumentos, verificou-se que o uso de instrumentos de coleta de dados, inclui o sensor de força que foi usado para capturar os valores de força exercido pelo usuário, enquanto o potenciometro foi usado para medir a extensão e flexão dos dedos. Os dados coletados desses instrumentos foram analisados para determinar a precisão e a confiabilidade do sistema, sendo que todos receberam o mesmo tempo de duração durante a sua execução, ou seja, dez segundos. Foi analisado a resposta em

frequência do sensor de força piezoelétrico e calculado sua função de transferência.

Para pesquisas futuras, pode-se primeiro fazer o modelo realizado no *Tinkercad* chamado de modelo virtual para o modelo físico, aplicar o sensor eletrônico em dispositivo vestível e contemplar o monitoramento de todos os dedos para reabilitação de outras doenças nas mãos. Especificamente, a execução de um projeto e desenvolvimento de uma luva sensorial, com tecido de espessura média e maleável, com travas para sensores e *design* pensado para melhor percepção e incorporação do túnel do carpo. Além disso, a obtenção de um *software* que seja disponível para *download* e que seja alimentado com dados obtidos pelo dispositivo vestível através do banco de dados, com base do modelo proposto da aplicação *mobile* e *web*, para auxiliar o profissional fisioterapeuta no monitoramento da evolução dos parâmetros de força, extensão e flexão do paciente com Síndrome do Túnel do Carpo.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 15943 – **Diretrizes para um Programa de Gerenciamento de Equipamentos de Infraestrutura de Serviços de Saúde e Equipamentos para Saúde**, 2011. (“Norma Brasileira: Abnt NBR 15943 | PDF | Medição - Scribd”)

ABNT NBR IEC 60601-1 – **Equipamento Eletromédico Parte 1: Requisitos Gerais para Segurança Básica e Desempenho Essencial**, 2016.

AMERICAN ACADEMY OF ORTHOPAEDIC SURGEONS (AAOS). **OrthoInfo, Carpal Tunnel Syndrome**, pp. 1-4, 2019.

ANNISA, Devi; RIANAWATI, Sri Budhi; RAHAYU, Masrurroh; RAISA, Neila; KURNIAWAN, Shahdevi Nandar. **Carpal Tunnel Syndrome (Diagnosis and Management)**. *Journal of Pain Headache and Vertigo (JPHV)*, pp. 3-6. Review Article, 2021.

ANVISA. **Manual para Regularização de Equipamentos Médicos na Anvisa**. Gerência de Tecnologia em Equipamentos Médicos - GQUIP, V. 12, Brasília - DF, Anvisa, 2021.

CHAMMAS, Michel; BORETTO, Jorge; BURMANN, Lauren Marquardt; RAMOS, Renato Matta; NETO, Francisco Carlos dos Santos; SILVA, Jefferson Braga. (“Record Citations”) **Carpal tunnel syndrome – Part I (anatomy, physiology, etiology and diagnosis)**. *Revista Brasileira Ortopedia*, 2014;49(5):429–436. Elsevier, 2014.

DAROLD, Marcella Wayss; ALMEIDA, Fernanda Vargas; BERTOLINO, Helene Oliveira; EVALD, Paulo Jefferson Dias de Oliveira. *Disciplinarum Scientia*. Série: **Naturais e Tecnológicas**, Santa Maria, v. 21, n. 2, pp. 17-37, 2020.

GOHRITZ, Andreas; VOGT, Peter M. **The First Description Of Carpal Tunnel Syndrome. Lately Professor of Anatomy and Surgery to the College**: Assistant Surgeon and Lecturer in Physiology at St Bartholomew’s Hospital, London, pp. 195, 2007.

GRIMES, Renato Hartmann; HOUNSELL, Marcelo da Silva. **Sistema Biomédico com Jogo Sério e Dispositivo Especial para Reabilitação Respiratória**, 2019. (“(PDF) Sistema Biomédico Com Jogo Sério E Dispositivo”)

IEC 80001-1:2010 **Application of risk management for IT-networks incorporating medical devices – Part 1: Roles, responsibilities and activities**, revised by IEC 80001-1:2021. (“Information communications technology - ScienceDirect”)

IEC TC 124 – **Wearable electronic devices and technologies**, 2017.

IEC TR 80002-1:2009 – **Medical device software - Part 1: Guidance on the application of ISO 14971 to medical device software**, 2009. (“IEC/TR 80002-1:2009 - ISO”)

MARTINS, Gabriel de Souza; FERNANDES, João Carlos Lopes; MELO, Vinicius de Melo; SANCHEZ, Renato de Brito. **Internet das coisas (IOT): Monitoramento Remoto de Sinais Biomédicos**, Centro universitário ENIC, 2020.

MOHAMMADI, Alireza; LAVRANOS, Jim; CHOONG, Peter; OETOMO, Deny. Flexo – grove: **A 3D Printed Soft Exoskeleton Robotic Glove For Impaired Hand Rehabilitation and Assistance**, 2017.

PLACKO, Dominique. **Fundamentals of Instrumentation and Measurement**, ISTE Ltd, HERMES Science Europe Ltd, ISBN – 13: 978-1-905209-39-2, 2014.

RDC Nº 185 – **Registro, alteração, revalidação e cancelamento do registro de produtos médicos na Agência Nacional de Vigilância Sanitária**, 2011.

RDC Nº 2 – **Regulamento Técnico que estabelece os requisitos mínimos para o gerenciamento de tecnologia da saúde em estabelecimento da saúde**, 2010

RDC Nº 50 – **Regulamento técnico para planejamento, programação, elaboração e validação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde**, 2002.

RDC Nº16 - **Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação de Produtos Médicos e Produtos para Diagnóstico de Uso In Vitro e dá outras providências**, 2013. (“RDC 16/2013: Entenda Os Tópicos Mais Importantes E ... - Blog da Rdicom”)

REMÉDIO, Tiago Pereira. **Reabilitação Fisioterapêutica por meio de jogos Digitais. - Uma Abordagem Baseada em Lógica Fuzzy, Câmera de Profundidade e Dispositivos Vestíveis**, Dissertação. (“Reabilitação fisioterapêutica por meio de jogos digitais ... - Unesp”) Instituto de Biociência, CAPES, 2019.

SHARMA, Sachin; ANSARI, Irshad Ahmad. **A Review on Biomedical Systems and Biomedical Signal Processing Techniques**. (“A Review on Biomedical Systems and Biomedical Signal Processing Techniques”) International Conference on BIOMEDICAL ENGINEERING & ASSISTIVE TECHNOLOGIESNIT Jalandhar, Punjab, Índia, 2010.

SILVEIRA, Denise Tolfo; SANTOS, Tamyres Oliveira dos; PEREIRA, Letícia Passos. **Implantação de sistemas informatizados na**

saúde: uma revisão sistemática. Recis – Rev Eletron Comun Inf Inov Saúde. 2017 jul-set.; 11(3), 2017.

SMIDTS, Carol; MUTHA Chetan; RODRÍGUEZ, Manuel; GERBER, Matthew J. **Software Testing with an Operational Profile, OP Definition**. The Ohio State University, ARTICLE 39, 2014.

SUDHAN, R. Hari; KUMAR, M.Ganesh; PRAKASH, A.Udhaya; DEVI, S.ANU ROOPA; SATHIYA, P. **Arduino Atmega – 328 Microcontroller**, International Journal Of Innovative In Electriacal- 10.171841, 2015.

THOMAZINI, Daniel; ALBURQUERQUE, Pedro Urbano Braga de. **Sensores Industriais – Fundamentos e Aplicações**. 4ª Edição Editora Érica, 2020.

UNAN – UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. **Projectos de Creación Del Plan de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Biomédicos**, Universidad Nacional Autónoma de México, 2018.

WANG, Sheng-He. **"The optimization design of thin piezoelectric force sensor and theoretical analysis of static loading estimation"**. (“Sci-Hub | The optimization design of thin piezoelectric force sensor ...”) Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, VOL. 40(1) 577-587, 2021.

ZHANG, Gexiang; SHANG, Zeyi; SERGEY, Verlan; MARTÍNEZ-DEL-AMOR, Miguel Á.; CHENGXUN, Yuan; CABRERA, Luis Valencia; JIMÉNEZ, Mario Pérez. **An Overview of Hardware Implementation of Computing Models**, VOL. 1, 2020.

ESPION, Bernard; HALLEUX, Pierre. **Long-term measurements of strains with strain-gauges and stability of strain-gauge transducers** Long-term measurements of strains with strain-gauges and stability. Reports in Applied Measurement (RAM), 2000.

Cibersegurança na Agricultura de Precisão: Exploração à Aplicação de Medidas Preventivas

Cybersecurity in Precision Agriculture: Exploration to the Application of Preventive Measures

Ana Laura Onofre de Souza¹

ana.souza192@fatec.sp.gov.br

Cauan Vinícius Bastos¹

cauan.bastos@fatec.sp.gov.br

Paola Maria Sant'Anna Dos Santos¹

paola.santos9@fatec.sp.gov.br

Nathalia Maria Soares¹

nathalia.soares@fatec.sp.gov.br

João Emmanuel D Alkmin Neves¹

joao.neves11@fatec.sp.gov.br

1 - Faculdade de Tecnologia de Araraquara | Fatec Prof. José Arana Varela

Resumo: Este artigo consiste em uma pesquisa bibliográfica, com o intuito de explorar as implicações para a cibersegurança aplicada à agricultura de precisão no Brasil. A investigação, foi realizada por meio de uma pesquisa de caráter exploratório, objetiva em apresentar um panorama geral ao problema em questão abordado, destacando e abrangendo as tecnologias modernas utilizadas em meio as vulnerabilidades contidas no espaço cibernético das informações sensíveis agrícolas. Os resultados revelam lacunas significativas no cenário atual, correlacionadas em meio aos problemas encontrados em relação ao descaso e à falta de políticas para medidas tecnológicas específicas preventivas setor. Por fim, este estudo visa auxiliar e contribuição para a fomentação ao estudo e conhecimento nacional, estabelecendo-se como base sólida para futuras pesquisas de aplicações na área, capaz de enfatizar devidamente a importância de abordagens que sejam proativas as políticas de segurança eficazes na proteção das informações sensíveis na agricultura avançada de âmbito nacional.

Palavras-chave: Agricultura de Precisão, Indústria 4.0, Cibersegurança, Políticas de digitalização.

Abstract: *This article consists of bibliographical research, with the aim of exploring the implications for cybersecurity applied to precision agriculture in Brazil. The investigation, which was carried out through exploratory research, aims to present a general overview of the problem in question, highlighting and covering modern technologies used during vulnerabilities contained in the cyberspace of sensitive agricultural information. The results reveal significant gaps in the current scenario, correlated with the problems encountered in relation to neglect and the lack of policies for specific technological preventive measures in the sector. Finally, this study aims to assist and contribute to the promotion of national study and knowledge, establishing itself as a solid basis for future research into applications in the area, capable of duly emphasizing the importance of proactive approaches to effective security policies in protecting of sensitive information in advanced agriculture nationwide.*

Keywords: *Precision Agriculture. Industry 4.0. Cyber Security. Digitalization Politics.*

Recebido em
14 dez. 2023

Aceito em
15 fev. 2024

Publicado em
27 mar. 2024

<https://git.fateczl.edu.br>
e_ISSN
2965-3339
DOI
10.29327/2384439.2.2-5

@_GIT
Advances in Global
Innovation & Technology
Volume 2
Número 2
São Paulo
Março
2024



1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, o agronegócio atribuiu uma visão supervalorizada ao valor comercial de seus produtos, assim, não dando importância aos efeitos negativos que foram gerados gradativamente ao meio ambiente. Em território nacional, o exemplo mais claro das consequências dessas atividades, se dá pela extensão da área desmatada na Amazônia, por criação de gado.

“A agricultura convencional é uma das atividades humanas que mais depende dos recursos naturais para a produção de alimentos, e a que mais degrada, por não se preocupar com a capacidade de suporte dos ecossistemas muito menos com a resiliência dos mesmos.” (Cabral da Silva Santos e Amancio da Silva, 2019).

De acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), do toda a água existente no planeta, apenas 2,5% é água doce. Dentre as quais, 69% são de difícil acesso pois estão nas geleiras, 30% são armazenadas em aquíferos e somente 1% encontram-se nos rios. Na pesquisa de Stephen et al. (2023), consta que a reserva de água estará 40% abaixo da demanda global, até o ano de 2030. Ainda, foi enfatizada a necessidade de suprimentos alimentícios a fim de abastecer a população mundial futura, estimada para atingir 9,7 bilhões até o ano de 2050.

Neste sentido, é eminente que as práticas sustentáveis sejam implementadas nas atividades da agricultura. Cabral da Silva Santos e Amancio da Silva (2019) enfatizam o que isso se trata:

A agricultura sustentável se caracteriza pelo sistema produtivo de cunho ambiental considerando os aspectos culturais e políticos, esse sistema pode adotar outro modelo tecnológico e o uso de energia

renovável, com custos baixos, com o menor impacto possível ao meio ambiente, não utiliza de forma predatória os recursos naturais e possui retornos socioeconômicos adequados às populações rurais, levando em conta as necessidades locais e suas potencialidades.

Com a modernização das tecnologias, houve efeitos positivos enquanto à automação de tarefas, preservação de recursos, produtividade e a precisão das informações do campo. Hoje, entende-se que as referidas tecnologias advêm da quarta revolução industrial, a qual introduz processamento e compartilhamento de dados em tempo real. O uso dos sensores inteligentes, presente no estudo de caso que será abordado, é um exemplo claro disso.

O modelo de gestão utilizado é baseado na agricultura de precisão, a qual é útil na obtenção granular dos dados e gestão de áreas, produtos, animais, plantações, ambientes e dispositivos tecnológicos (Yazdinejad et al. 2021). Desse modo, por meio da tecnologia, essa gestão auxilia o controle de suprimentos alimentícios, irrigação, produtividade e sustentabilidade nas atividades no campo.

Neste cenário, surge hipótese deste artigo: o papel crucial desempenhado pela atuação da cibersegurança sobre a tecnologia atuante no campo, como forma de preservação dos recursos naturais. O estudo se objetiva em explorar as vulnerabilidades em potencial encontradas cibersegurança, utilizando-se da análise de um sistema de irrigação avançado como estudo de caso, compreendendo-se como as áreas de agricultura de precisão e a cibersegurança se entrelaçam à uma abordagem sustentável no campo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Yazdinejad et al. (2021) apresentam a seguinte definição para agricultura de precisão: Refere-se especificamente a abordagens baseadas em IoT que visam melhorar a eficiência do uso de insumos, fornecendo aos agricultores ferramentas que aumentam a granularidade da tomada de decisão. Em outras palavras, o PA é tão sensível e preciso que as atividades dos adversários mínimos simplesmente podem mudar o sistema de controle, atingir e danificar recursos valiosos.

Assim, é demonstrado que a agricultura de precisão trabalha com os detalhes que o campo e seus elementos, têm. Em sua maior parte, contando com o auxílio dos dispositivos de internet das coisas, e, às outras tecnologias pertencentes à quarta geração industrial.

Durante o processo de exploração, foi considerado pertinente ao tema, o conceito de agricultura moderna, dos autores Stephen et al. (2023), com a seguinte definição: “O desenvolvimento tecnológico de sistemas agrícolas orientados por dados envolvendo produção de alimentos, processos tecnológicos de alimentos, alimentação animal, bioenergia, agrocombustíveis e produtos de base biológica”.

Neste sentido, ambos os termos (agricultura de precisão e agricultura moderna), possuem a proximidade em envolver a tecnologia como uma de suas características. Sendo, a segunda, abrangente, e a primeira, sua subárea. Isso foi de grande ajuda à investigação do tema e ao desenvolvimento dos demais tópicos aqui contidos.

2.1 Tecnologias Da Indústria 4.0 e a Agricultura De Precisão

Ferneda e Ruffoni (2019, p 1324) destacam:

A indústria 4.0 é constituída por um conjunto de tecnologias que permite bens e serviços serem produzidos em fábricas inteligentes, com comunicação e disponibilidade de informações em tempo real, promovendo a criação de valor, novos modelos de negócios e serviços como mencionado nos estudos de Kagermann et al. (2013), Bauer (2014), Heng (2014), Sheer (2015) e Rubamannet et al (2015).

As tecnologias da indústria 4.0, também chamadas de tecnologias modernas, se referem ao *big data and analytics*, robôs autônomos, softwares de modelagem e simulação, sistema de integração horizontal e vertical, internet das coisas (IoT), segurança cibernética, computação em nuvem, *addictive manufacturing*, realidade aumentada, blockchain, veículos aéreos não tripulados, deep learning, machine learning, sensoriamento remoto, realidade virtual, sistemas de suporte a decisão, drones, impressão 3D (Sott, 2021) (Ferneda e Ruffoni, 2019).

A agricultura de precisão faz o uso dessas tecnologias para manter os detalhes das informações, bem como, a comunicação entre os demais serviços no campo.

Para a melhor escolha da tecnologia a ser utilizada nessas atividades, é necessário ter melhores noções sobre a atividade econômica, inovação e os serviços de mão de obra (interna e externa), para que os processos e a integração dos serviços ocorram devidamente (Ferneda e Ruffoni, 2019).

2.2 Agricultura de Precisão no Brasil

Sott (2021) traz o olhar sobre a agricultura de precisão ao Brasil, de forma a considerar benéfica aos negócios de grande porte e

com lugar no mercado, a fim de incrementar a competitividade dos produtos na comercialização. A introdução dessas tecnologias requer infraestrutura, investimento e instrução para que as operações ocorram devidamente, além da necessidade de políticas públicas que norteiem a adesão. Algumas delas utilizadas no país, de acordo com a literatura consultada, são IoT, big data, realidade aumentada, veículos aéreos não tripulados e software de gerenciamento da propriedade.

Adiante, Ferneda e Ruffoni (2019) demonstraram os aparatos políticos mais próximos à adesão dessas tecnologias ao país, como o desenvolvimento dos Planos Nacionais de Internet das Coisas e o de Manufatura Aditiva Avançada, promovidos pelos Ministérios de Ciência e Tecnologia e Inovação (MCTI) e da Indústria e Comércio Exterior (MDIC), respectivamente. O primeiro consistindo no aceleração da implantação, como instrumento de desenvolvimento sustentável, com efeitos sobre a economia, produção e na qualidade de vida humana. E o segundo, visando na criação de estratégias para a modernização das fábricas através da robótica, IoT e nanotecnologia na produção.

No entanto, os entraves listados contra a concretização dos Planos foram a falta de disponibilidade de recursos humanos, desemprego, falta de preparação das firmas – em relação à infraestrutura e instrução para o manuseamento das tecnologias – e a escassez de políticas públicas eficazes para micro e pequenas empresas.

Assim, nota-se que implantação desse modelo de gestão do campo sustentável, congruente à tecnologia verde, se encontra prematura no Brasil, o que é visível também, na exclusão do agronegócio

familiar dos serviços de agricultura avançada.

2.3 Cibersegurança

Conforme impulsionado pelo desenvolvimento digital das últimas duas décadas, a adoção de tecnologias modernas no mercado, inclusive no setor agroalimentar por meio do papel desempenhado pela agricultura avançada e de precisão é algo que vem sendo cada vez mais implementado, porém pecando no aspecto de cibersegurança, ponto de vulnerabilidade ao qual torna-se sujeito ao adentrar o ciberespaço. Serviços corporativos de informação e tecnologia tornam-se vulneráveis a vários riscos de segurança no ambiente de informação atual, os quais possuem impacto significativo na continuidade dos negócios (Ghelani, 2022).

Os ataques cibernéticos enquadram-se num contexto muito mais amplo do que aquilo que se é chamado de operações de informação (Li; Liu, 2021), tornando crescente a demanda de soluções para tais vulnerabilidades dadas à precarização da segurança digital, colocando-a como um tópico de urgência a ser tratado. Tal pressão exigida pela digitalização dos diversos ambientes de trabalho, debilita ainda mais o campo, que possui toda uma cadeia de produção evolvida a utilização desses meios tecnológicos, abrindo diferentes frentes para possíveis ataques.

Por conta disso, o trabalho para a aplicação da cibersegurança deve estar intrinsecamente ligado a digitalização dos ambientes de trabalho, à medida que ataques cibernéticos seguem crescendo, assegurando a proteção da informação nos meios digitais

2.4 Inclusão de Políticas Comunitárias para o Desenvolvimento Digital Agrícola

Conforme destacado por Mendes et. al (2020, p 306):

A exponencial evolução tecnológica no final do século passado e início do século XXI já provocou profundas transformações nas relações sociais, dentro de uma economia globalizada, trazendo uma nova dinâmica para o capitalismo, fundada na informação e no processamento de dados.

É notável que antes mesmo da era digital, a setor agrícola sempre se demonstrou adepto ao auxílio gerado pela incrementação de novas tecnologias, tal como na mecanização introduzida pela revolução industrial. A necessidade de se maximizar a produção em larga escala, aumentando-se a eficiência e evitando desperdícios custáveis tornou-se altamente almejada com o passar de gerações. Com isso, a inclusão de políticas comunitárias passou a ser imposta pelos governos.

A aplicação de políticas comunitárias por parte das potências, auxiliou, de fato, o desenvolvimento das áreas agrícolas, não se tratando apenas de um incentivo, mas uma necessidade. Responsável por desempenhar um papel crucial na competitividade econômica de diversos países, além do desenvolvimento social, equidade territorial e sustentabilidade ambiental, a participação do agronegócio já é algo bastante veiculada no pensamento das pessoas, contudo, sua percepção sobre a integração tecnológica, ainda se encontra precária ao grande público. Há, sim, uma noção sobre automatização, no entanto, não advém de uma estrutura digital já estabelecida, envolvida em toda cadeia de produção, podendo-se observar a apropriação de diversas tecnologias como a de cloud, big data e cibersegurança.

2.4 Abordagem das Políticas de Digitalização no Brasil

Desde as reformas guiadas pelo papel da Política Agrícola Comum (PAC) vinda dos países europeus na década de 1990, a visão da dimensão de políticas agrícolas passou a ser incorporada aos demais países, como o Brasil (Santos; Silva, 2022). O papel do país nesse contexto é de importância fundamental, possuindo reconhecimento estabelecido por sua excelência no âmbito relacionado à produção agropecuária (Bidarra; Souza, 2022). Instituído pelo governo federal nessa mesma década, o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), que possui formação por meio de diversas organizações, desde a Embrapa e suas unidades, até universidades e institutos de pesquisa que estejam ligados às atividades de pesquisa agropecuárias.

Especializada em agricultura digital, a Embrapa Informática Agropecuária, se encontra voltada às pesquisas e projetos para a aplicação da tecnologia da informação para o setor agropecuário, buscando a implementação de soluções tecnológicas ligadas desde engenharia de sistemas até agroclimatologia. O papel da organização é o de apoiar as políticas públicas, integrando a agropecuária brasileira conhecimento científico e tecnologias, de modo que contribua para um ambiente aberto de inovação em agricultura digital.

Tal fenômeno da digitalização do setor motivou o governo a estabelecer uma série de políticas públicas com objetivo de melhorar o discernimento dos atores da agropecuária com tais transformações. Sendo algumas delas: CT-Agronegócio; Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação; Lei Geral de Proteção de Dados; Plano Nacional de Internet das Coisas (IoT

BR); Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão Digital.

Dada a implementação de tecnologias digitais no campo, surgiram consigo uma enorme gama de possibilidades e oportunidades, mas com que, todavia, também trouxeram vulnerabilidades em relação à cibersegurança, como, por exemplo, as de big data, que envolvem uma massiva quantidade de dados sensíveis.

Além disso, ressalta-se a fragilização à agricultura familiar, devido ao retrocesso que vem sendo feito desde o impeachment de 2016, com a desarticulação de políticas públicas e os cortes orçamentários para programas importantes (Teixeira, 2023). A política vinda do último governo (2018-2022), foi responsável por trazer um âmbito socialmente conservador e ultraliberal, o que acarretou a um processo de enfraquecimento institucional, fragilizando políticas e programas sociais estruturais em prol da promoção do desenvolvimento rural.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A investigação realizada neste artigo consiste em uma análise sobre as atuais vulnerabilidades presentes na agricultura avançada, focalizando a agricultura de precisão. Para isso, a pesquisa foi realizada sob caráter exploratório, visando a compreender o atual papel desta ramificação da agricultura avançada no Brasil, bem como o impacto gerado por meio das políticas governamentais para o desenvolvimento digital agrícola, relacionadas as brechas para vulnerabilidades cibernéticas.

Devido a escassez de material, especificamente em âmbito nacional, ocasionou-se a realização de uma extensa pesquisa conduzida a abranger

adequadamente os diversos aspectos abordados., utilizando de materiais de referências a partir de 2019. Tal tratamento sustenta-se pelo fato de compreender-se que o problema em questão possui diversas fontes, das quais são necessárias serem reconhecidas e estabelecidas, obtendo-se, então uma visão clara sobre o assunto

Os dados foram obtidos a partir de artigos acadêmicos que abordassem as vertentes do tema, capaz de se proporcionar uma sólida base à discussão almejada. Por fim, como forma de enriquecimento do artigo, houve a realização de um estudo de caso, investigando matérias jornalísticas sobre agricultura de precisão aplicada, oferecendo, por sua vez, uma perspectiva prática ao tema.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

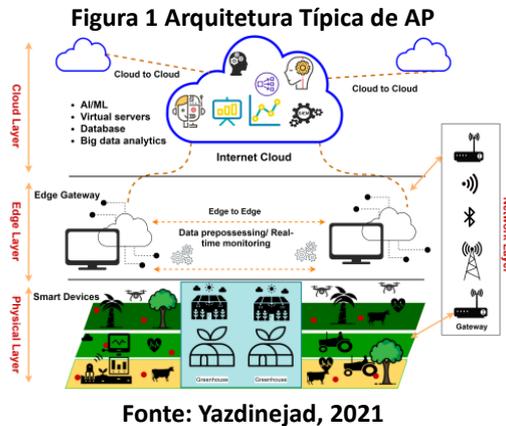
4.1 A Necessidade da Cibersegurança aos Sistemas de Agricultura de Precisão

“Com o surgimento de várias ameaças na forma de ataques maliciosos, intrusões indesejadas e sabotagem no ciberespaço, a segurança cibernética tornou-se de importância crítica no campo agrícola” (Stephen et al., 2023, p 387).

A partir do compartilhamento das informações, utilizadas na agricultura avançada, têm-se uma gama de vulnerabilidades à disposição, capazes de comprometer os princípios da cibersegurança, como a confidencialidade, disponibilidade, integridade, autenticidade, não-repúdio.

A fim de melhorar a compreensão, houve a separação dessas vulnerabilidades nos grupos referentes à cada camada da arquitetura de uma fazenda inteligente, proposta por Yazdinejad et al. (2021), em

complemento dos estudos realizados por Alahmadi et al. (2022) e Stephen et al. (2023).



A arquitetura destaca quatro camadas, as quais se referem, respectivamente, à camada de computação em nuvem (*cloud layer*), comunicação de redes (*network layer*), borda (*edge layer*) e a camada física (*pyhysical layer*). Todas se utilizam das tecnologias da indústria 4.0, do compartilhamento e o processamento dos dados.

Ambas as camadas de computação em nuvem e de borda, dispõem da integração dos serviços de análise de dados, banco de dados, armazenamento, machine learning, inteligência artificial e aplicativos que auxiliam no trabalho da agricultura de precisão. Não distante, também se trata de uma interface entre o sistema de processamento e controle às pessoas responsáveis pelas atividades no campo, como um cientista agrônomo, fazendeiro ou um empresário (Alahmadi et al. 2022). Com isso, para a proteção dos dados e a continuidade desses serviços é necessária a atenção contra os ciberataques de buffer overflow, atualização de patches, injeções de código, *ransomware*, engenharia social, autenticação, *phishing*, controle de acesso,

ataques internos, injeção de malware nos ambientes em nuvem e *misconfiguration* (configuração incorreta).

A camada de rede, também referida como *gateway layer*, fica responsável pela comunicação via wireless entre as demais camadas, bem como, a conectividade dos sensores da camada física à internet. Assim, faz o uso de switches, pontos de acesso, *wifi*, *bluetooth*, 5G, antenas e satélites (Alahmadi et al. 2022). As vulnerabilidades aqui, estão relacionadas aos ataques de negação de serviço (DoS e DDoS), interceptação dos dados na forma de pacotes (*sniffing*), vulnerabilidades nos protocolos de rede e autenticação.

As tecnologias presentes na camada física, dispostas como hardware, se referem aos sensores, dispositivos IoT, drones, veículos não tripulados e máquinas inteligentes, são responsáveis pelo monitoramento do desenvolvimento das plantas e os aspectos ambientais, e desempenham papéis específicos, tais como o controle de irrigação (Alahmadi et al. 2022). Esses aparatos de tecnologia necessitam de mecanismos de segurança integrada para que haja a devida análise do uso, status e acesso da memória, os quais são de fundamental importância a serem resguardados com criptografia (Stephen et al. 2023). As vulnerabilidades tendem a estar suscetíveis aos ataques de cavalo de troia, canal lateral, *booting*, código malicioso e de interferência.

Os ataques aos sistemas de agricultura podem causar distúrbios à cadeia de alimentos, interrupção das atividades agrícolas que exigem energia, deterioração da qualidade do solo, deturbar os controles climáticos de silos, distúrbios na distribuição de água, vazamento de informações sobre o solo, contaminação dos alimentos (Stephen et al. 2023). Com

isso, é notável a necessidade de dispor da cibersegurança para a proteção desses sistemas, informações e a continuação do negócio.

4.2 Considerações sobre as Políticas de Digitalização da Agricultura e a Falta de Resultados Práticos e Medidas Específicas

A solução da adoção das tecnologias do Agro 4.0 englobam agricultura e pecuária de precisão, incorporando soluções para o processamento do grande volume de dados, e dando suporte à tomada de decisão. Desta maneira, tornam-se essenciais para a elevação da produtividade no campo, mas que reforça a necessidade de trabalhadores com maiores qualificações e especializações. Isso tudo acaba por introduzir um grande desafio aos trabalhadores agrícolas, principalmente aos médio e de baixo porte, e aqueles envolvidos à agricultura familiar, que possuem baixo nível de capacidade de investimento à demanda tecnológica, levando-os a maior vulnerabilidade em relação a cibersegurança.

O governo, então, possui a responsabilidade de agir em sentido de reparação, passando a colocar em prática a política pública instituída ao longo dos últimos anos, e dar a devida notoriedade aos pequenos produtores rurais de menor, em adição a relatar seu relacionamento à agricultura familiar, que passou por um longo processo de retrocesso de políticas públicas.

Dado um estudo realizado pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade de São Paulo (Esalq/USP), apenas 5% da área agricultável no Brasil, notadamente as grandes propriedades rurais, possui conectividade com a rede mundial de computadores, sendo tal

minoría, as grandes propriedades. A necessidade de uma associação, cooperativas e sindicatos por parte da enorme gama de agricultores necessitados torna-se mais que relevante, uma vez que precisam conseguir conquistar espaço diante da transformação tecnológica que ocorre no campo (Bidarra; Souza, 2022).

Souza e Bidarra (2022, p 29) afirmam:

A política pública federal de apoio à transformação digital na agropecuária brasileira precisa ser convertida em resultados práticos. São necessários investimentos específicos em infraestrutura de conectividade, bem como estímulos para a melhoria de acesso e capacitação profissional de produtores e trabalhadores rurais quanto ao uso de tecnologias digitais, para minimizar os impactos no mundo rural e no mercado de trabalho no campo.

As vulnerabilidades e os problemas estabelecidos com a chegada da transformação da agricultura digital é algo do qual os governantes devem ser capazes de prestar o devido suporte e orientação em meio a implementação tecnológica. Leis como a LGPD devem passar a trazer implicações à adoção de tecnologias digitais no agronegócio.

Por fim, as políticas públicas devem passar a se apropriar, além de disseminar medidas e implementações tecnológicas já estabelecidas, para que a proteção dos trabalhadores do campo esteja devidamente nivelada com o nível de digitalização de seus negócios. A cibersegurança estar mais bem difundida dentre o setor agrícola, já que a necessidade do desenvolvimento digital é essencial para apenas fomentar o mercado global, mas também em sentido da otimização de recursos, visando atender as necessidades atuais e das próximas gerações.

4.3 Medidas à Aplicação de Cibersegurança na Agricultura de Precisão.

Impulsionada pela transformação digital em meio a implementação de tecnologias modernas do Agro 4.0, a agricultura de precisão vem encontrando crescentes desafios em relação a segurança cibernética. Diversos pontos de vulnerabilidade são cada vez mais identificados, desde sistemas de irrigação, até equipamentos agrícolas autônomos e de monitoramento de colheitas. Toda essa complexa cadeia de produção do setor, incrementada por uma massiva utilização de tecnologias, visa gerar o aumento de conectividade e controle dos dados, soluções de IoT e de Big Data, acabam por não se dedicar tanto a proteção que se seria necessário, devido a alta demanda do nível da digitalização, tornando os trabalhadores do campo indefesos, já que não possuem o devido suporte prestado dos governos.

Apesar disso, diversas propostas de soluções e métodos de proteção já são abrangentemente conhecidas, estabelecidas pelos pilares da segurança da informação, medidas específicas de cibersegurança que deveriam ser priorizadas em meio à fragmentação das políticas para o desenvolvimento digital agrícola, demonstrando negligência crítica por parte dos poderes políticos aos trabalhadores do campo que buscam investimento em soluções de sistemas avançados.

Visando essa necessidade, as aplicações de segurança buscam proteção à propriedade intelectual, disponibilidade, operação de sistemas essenciais e a qualidade final dos produtos, dentre outras funções de integridade, restrição e acesso a recursos de dados valiosos, em conformidade aos

padrões e regulamentações estabelecidos por legislações como a da LGPD, bem como a prevenção de reputação. Aspectos esses que não impactam somente as empresas e organizações envolvidas ao mercado agropecuário, mas também de seus consumidores e a bioeconomia dos países.

A realidade atual da qual a agricultura avançada se encontra possui grande abertura a ataques externos, trazendo consequências significativas, uma vez que possam perturbar a cadeia de suprimentos, que já vem sido fragilizada em grande parte pelos desafios apresentados durante a pandemia de COVID-19, ressaltando a necessidade de investimentos específicos à cibersegurança agrícola. As motivações para ataques podem ser das mais variadas, desde busca por ganhos financeiros, espionagem e sabotagem industriais, até o terrorismo cibernético, tornando-se um alvo extremamente atraente.

Dentre as medidas para a proteção cibernética do setor agroalimentar, pode-se encontrar uma vasta gama de possibilidades, de modo que os governadores prestem o devido suporte as necessidades da agricultura de precisão, agindo à aplicação de políticas específicas. Os métodos preventivos são: conscientização e educação; treinamento e capacitação; avaliação de riscos; monitoramento contínuo; controle de acesso; colaboração e compartilhamento de informações; atualizações regulares; tecnologia de blockchain; machine learning; *deep learning*.

Desse modo, é válido conhecer e utilizar esses métodos preventivos para uma proteção cibernéticas para a indústria agroalimentar.

4.4 Estudo de Caso (Irrigação 4.0)

Visando uma abordagem mais prática sobre o assunto, foi realizado um estudo de caso sobre o sistema de irrigação 4.0, explorando a Fazenda Santa Teresinha, em São Sebastião do Paraíso (MG), que utiliza o sistema de irrigação subterrâneo automatizado da empresa Netafim/Amanco, considerado o mais avançado do mundo. O objetivo do estudo foi analisar como a aplicação de cibersegurança pode ser capaz de contribuir para os sistemas avançados já existentes na agricultura 4.0 e de precisão das propriedades rurais, considerando aspectos de coleta, armazenamento, processamento e transmissão de dados.

Sendo a irrigação uma prática essencial para a garantia de produtividade e qualidade de culturas agrícolas, especialmente em longos períodos de seca ou ambientes não propensos a produção rural, a irrigação 4.0 serve como um sistema inteligente que aumenta a eficiência desse processo. Nela se é realizado a coleta e interpretação de dados em tempo real sobre os fatores que influenciam a precisão e agilidade por parte da administração de irrigação e nutrição no campo, além de fazer a separação por meio de talhões, racionando o consumo de recursos como água, insumos, energia elétrica e mão de obra. Os dados coletados são enviados para uma plataforma na nuvem, capaz de utilizar algoritmos de inteligência artificial, gerando recomendações personalizadas para cada talhão da fazenda, indicando os métodos mais eficientes de irrigação. O produtor pode acessar essas informações e controlar o sistema por meio de qualquer dispositivo inteligente de forma remota.

A aplicação da cibersegurança no contexto da agricultura digital se torna crucial, uma vez que envolve a proteção dos dados

gerados pelo sistema, bem como os aspectos de segurança da informação de confiabilidade, disponibilidade e integridade das informações. A falta da aplicação de medidas preventivas pode trazer diversos prejuízos aos produtores rurais, comprometendo muito além da produção. Dentre os desafios para a aplicação de cibersegurança nos sistemas avançados, pode-se encontrar:

- Proteção dos sensores contra invasões que possam comprometer a qualidade e a continuidade dos dados.
- Criptografia dos dados transmitidos pelos sensores para a plataforma em nuvem, evitando a interceptação ou alteração maliciosa por parte de invasores.
- Armazenagem dos dados em nuvem de forma segura para prevenir acesso indevido ou perda por conta de falhas técnicas ou possíveis desastres naturais.
- Garantia de que as recomendações geradas pela plataforma sejam consistentes com as necessidades e as condições reais da fazenda, evitando erros ou fraudes que possam prejudicar o desempenho da irrigação 4.0.

O estudo concluiu que a irrigação 4.0 é uma tecnologia promissora para a agricultura de precisão, beneficiando o aumento da produtividade, qualidade e sustentabilidade dos cultivos, mas que requer precauções com relação a segurança digital, garantindo o funcionamento e a proteção dos dados envolvidos no sistema. Além disso, é importante que se siga o desenvolvimento de iniciativas e políticas de desenvolvimento digital agrícola que promovam e regulamentem a utilização dessas tecnologias, permitindo que cada

vez mais produtores possam tirar proveito dos benefícios gerados de modo adequado, contribuindo para as comunidades e bioeconomias locais.

5. CONCLUSÃO

O objetivo do trabalho constitui-se em compreender o atual papel da agricultura de precisão no Brasil em relação ao mundo, bem como as vulnerabilidades cibernéticas encontradas, partindo de pesquisas bibliográficas que buscassem encontrar as possíveis fontes deste dilema, além de explorar as implicações para aplicação de segurança digital e soluções em potencial.

Com isso, é importante ressaltar a relevância do investimento em pesquisas no quesito de cibersegurança do setor agrícola. A falta de medidas específicas é algo que vem consequentemente levando a uma grande onda de pesquisas no setor agrícola, a motivação gerada por essa grande necessidade, faz com que muitos chegam a desenvolver e propor desde medidas, até frameworks específicos para cada ponto sensível relacionado a área da segurança de informação agrícola. Por conta disso, o investimento para o desenvolvimento e aplicação de futuros métodos preventivos é crucial para que a agricultura de precisão siga em ascendência e consiga se estabelecer de fato dentre a cultura agrícola dos países ao redor do globo.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de expressar nossa sincera gratidão ao nosso orientador, coautor e professor, João Emmanuel D Alkmin Neves, que, valiosamente, nos cativou e nos apoiou ao longo do desenvolvimento do projeto de pesquisa. Sua experiência e

dedicação foram fundamentais para que o trabalho alcançasse seu potencial.

REFERÊNCIAS

Água no mundo. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/cooperacao-internacional/agua-no-mundo>>. Acesso em: 11 nov. 2023.

ALAHMADI, Adel N.; REHMAN, Saeed Ur; ALHAZMI, Husain S.; GLYNN, David G.; SHOAIB, Hatoon; SOLÉ, Patrick. **Cyber-Security Threats and Side-Channel Attacks for Digital Agriculture.** Sensors, [s. l.], ano 2022, v. 22, ed. 9, p. 3520, 5 maio 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/9/3520>. Acesso em: 9 set. 2023.

CABRAL DA SILVA SANTOS, Noeme; AMANCIO DA SILVA, Wellington. **Desafios e possibilidades da sustentabilidade na agricultura.** Revista GeoSertões, ano 2019, v. 4, n. 7, 30 jun. 2019. Artigos, p. 10-25. DOI <https://doi.org/10.56814/geosertoes.v4i7.964>. Disponível em: <https://cfp.revistas.ufcg.edu.br/cfp/index.php/geosertoes/article/view/964>. Acesso em: 27 nov. 2023.

DE SANTANA, Adrielli Santos et al. **Agricultura e diversidades: trajetórias, desafios regionais e políticas públicas no Brasil.** Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2022. 432 p. ISBN 978-65-5635-039-4. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/11302>. Acesso em: 13 set. 2023.

FERNEDA, Rodrigo; RUFFONI, Janaína. **TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 E AGRONEGÓCIO: uma reflexão para um conjunto de firmas do Rio Grande do Sul.** Anais do IV Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação: Inovação, Produtividade e os Desafios do Crescimento, São Paulo, ano 2019, v. 6, ed. 1, p. 1320-1338, ago. 2019. DOI 10.5151/iv-enei-2019-5.5-050. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/tecnologias-da-industria-40-e>

agronegocio-uma-reflexo-para-um-conjunto-de-firmas-do-rio-grande-do-sul-33212. Acesso em: 9 set 2023.

GHELANI, Diptiben. Cyber Security, **Cyber Threats, Implications and Future Perspectives: A Review**. American Journal of Science, Engineering and Technology, [s. l.], ano 2023, v. 3, n. 6, p. 12-19, 2023. Disponível em: <https://www.authorea.com/doi/full/10.22541/au.166385207.73483369>. Acesso em: 14 out. 2023.

Irrigação 4.0 e o papel crucial na gestão da água na agricultura. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/especial-publicitario/netafim-sistemas-e-equipamentos-de-irrigacao/netbeat-o-primeiro-sistema-de-irrigacao-com-cerebro/noticia/2019/10/28/irrigacao-40-e-o-papel-crucial-na-gestao-da-agua-na-agricultura.ghtml>>. Acesso em: 11 nov. 2023.

Irrigação Digital da lavoura é para todos? Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/especial-publicitario/netafim-sistemas-e-equipamentos-de-irrigacao/netbeat-o-primeiro-sistema-de-irrigacao-com-cerebro/noticia/2019/10/10/irrigacao-digital-da-lavoura-e-para-todos.ghtml>>. Acesso em: 11 nov. 2023.

LI, Yuchong; LIU, Qinghui. **A comprehensive review study of cyber-attacks and cyber security: Emerging trends and recent developments**. Energy Reports, [s. l.], ano 2021, v. 7, p. 8176-8186, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484721007289>. Acesso em: 14 out. 2023.

MASSRUHÁ, Sílvia Maria Fonseca Silveira et al. **Agricultura Digital: Pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2020. 406 p. ISBN 978-65-86056-37-2.

O que é irrigação 4.0? Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/especial-publicitario/netafim-sistemas-e-equipamentos-de-irrigacao/netbeat-o-primeiro-sistema-de-irrigacao-com-cerebro/noticia/2019/10/10/o-que-e-irrigacao-40.ghtml>>. Acesso em: 11 nov. 2023.

SOTT, Michele Kremer. **O PAPEL DAS TECNOLOGIAS EMERGENTES NA AGRICULTURA DIGITAL: UM PANORAMA GERAL**. Anais do Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, Diamantina (MG) UFVJM, 2021, ano 2019, p. 1-7, 28 set. 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/354294757_O_Papel_das_Tecnologias_Emergentes_na_Agricultura_Digital_um_Panorama_Geral. Acesso em: 9 set. 2023.

SOUZA, Marcos Paulo Rodrigues de; BIDARRA, Rcos Paulo. **Política pública de apoio à agricultura digital**. Revista de Política Agrícola, Brasil, ano 2023, v. 32, n. 2, p. 18-32, 2023. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1705/pdf>. Acesso em: 13 set. 2023.

STEPHEN, Simone; ALEXANDER, Keitavius; POTTER, Lucas; PALMER, Xavier-Lewis. **Implications of Cyberbiosecurity in Advanced Agriculture**. Proceedings of the 18th International Conference on Cyber Warfare and Security, Online, ano 2023, v. 18, n. 1, 28 fev. 2023. Academic Papers, p. 387-393. Disponível em: <https://papers.academic-conferences.org/index.php/iccws/article/view/995>. Acesso em: 9 set. 2023.

TEIXEIRA, C. A. **O enfraquecimento das políticas públicas para agricultura familiar: uma análise do PAA / The weakening of public policies for family agriculture: an analysis of PAA / El debilitamiento de las políticas públicas para la agricultura familiar: un análisis de la PAA**. REVISTA NERA, [S. l.], v. 26, n. 65, 2023. DOI: 10.47946/rnera.v26i65.9251. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/view/9251>. Acesso em: 9 out. 2023.

YAZDINEJAD, Abbas; ZOLFAGHARI, Behrouz; AZMOODEH, Amin; DEGHANTANHA, Ali; KARIMPOUR, Hadis; FRASER, Evan; GREEN, Arthur G.; RUSSELL, Conor; DUNCAN, Emily. **A Review on Security of Smart Farming and**

Precision Agriculture: Security Aspects, Attacks, Threats and Countermeasures.
Applied Sciences, MDPI AG, ano 2021, v. 11, ed. 16, p. 7518, 16 ago. 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/16/7518>. Acesso em: 9 set. 2023.

Filosofia Lean e Indústria 4.0: O Próximo Nível de Excelência Operacional

Lean Philosophy and Industry 4.0: The Next Level of Operational Excellence

Bruna Araujo Marques Silva¹
bruna_amarques@hotmail.com

Karoline Cristina Rosa Dos Santos¹
karoline_cristina_rosa@hotmail.com

Eduardo Lima Marcos¹
dudu_lm@yahoo.com.br

1 – Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba | Fatec Pindamonhangaba

Resumo: Em uma grande concorrência e necessidades de respostas rápidas, característica do mundo globalizado, as empresas devem levar em conta as expectativas dos clientes em relação a padrões de qualidade, custos, prazos de entrega e produtos que atendem às suas necessidades. O *lean manufacturing* é uma filosofia de gestão com o objetivo de melhorar continuamente o valor agregado de produtos e serviços por meio da redução dos desperdícios em seus processos internos. Somados, a indústria está vivenciando, também, a onda 4.0 e integrando às atuais tecnologias que criam formas de competitividade nesse mercado. O termo indústria 4.0 vem sendo citado com frequência e está diretamente associado ao futuro das atividades de manufatura. Assim sendo, este artigo tem o propósito de apresentar os conceitos e ferramentas da Indústria 4.0 e do Lean Manufacturing por meio de uma síntese da literatura. Como resultado foram encontrados que o tema Lean Manufacturing e Indústria 4.0 são estratégias distintas de gestão da produção. Todavia, se apresentam como complementares e compartilham os mesmos objetivos gerais que são o aumento de produtividade e a flexibilidade de resposta ao mercado pelas empresas. E ainda, se fortalecem em atender as demandas atuais e futuras do seu ambiente empresarial.

Palavras-chave: Lean Manufacturing, Sistema Toyota De Produção, Indústria 4.0, Ferramentas De Gestão, Tecnologia.

Abstract: *In a highly competitive environment and quick responses, characteristic of the globalized world, companies must consider customer expectations regarding quality standards, costs, delivery times and products that meet their needs. Lean manufacturing is a management philosophy with the objective of continuously improving the added value of products and services by reducing waste in its internal processes. Together, the industry is also experiencing wave 4.0 and integrating current technologies that create forms of competitiveness in this market. The term industry 4.0 has been used frequently and is directly associated with the future of manufacturing activities. Therefore, this article aims to present the concepts and tools of Industry 4.0 and Lean Manufacturing through a literature synthesis. As a result, it was found that the theme of Lean Manufacturing and Industry 4.0 are different production management strategies. However, they present themselves as complementary and share the same general objectives, which are increased productivity and flexibility in responding to the market by companies. Furthermore, they are strengthened in meeting the current and future demands of their business environment.*

Recebido em
03 out. 2022

Aceito em
15 fev. 2024

Publicado em
27 mar. 2024

<https://git.fateczl.edu.br>
e_ISSN
2965-3339
DOI
10.29327/2384439.2.2-6

@_GIT
Advances in Global
Innovation & Technology
Volume 2
Número 2
São Paulo
Março
2024



Keywords: *Lean Manufacturing, Toyota Production System, Industry 4.0, Management Tools, Technology.*

1. INTRODUÇÃO

Vivemos atualmente, de acordo com Teece (2007) em um mundo onde o ambiente de negócios está em rápida evolução, aberto à concorrência global e caracterizado pela dispersão em fontes geográficas e organizacionais de inovação e manufatura. Segundo SCHÜTZER (2016, apud Valedmed, 2019) as revoluções industriais são populares por trazerem inovações aos modelos de negócio e produção fabril, a partir do surgimento das máquinas a vapor, passando pela descoberta da eletricidade e chegando à aplicação de eletrônica e sistemas na manufatura.

A indústria brasileira ainda não possui domínio na utilização das vantagens proporcionadas pelas novas tecnologias para digitalização das fábricas e análise da performance de produtos (DALENOGARE, 2018). A produtividade é um fator chave para a competitividade e nos últimos anos o Brasil vem apresentando baixas na posição global, o país atingiu sua pior posição nesse quesito em 2017 de acordo com o ranking global de competitividade do *World Economic Forum*. A perda de competitividade compromete diretamente o crescimento econômico. De acordo com Zancul (2016 apud RIBEIRO e SILVA, 2020), no Brasil são poucos os setores competitivos em escala global, que garantem a produção customizada e produtos inovadores da revolução 4.0.

De acordo com o *World Management Survey*, pesquisa internacional de avaliação das práticas de gestão, foi constatado que no Brasil a maioria das empresas também apresenta baixa qualidade da gestão. Para alcançar o sucesso da implantação a inovação tecnológica é preciso ter o acompanhamento de um processo de gestão eficiente. Como apresenta o artigo Desafio para a Indústria 4.0 no Brasil (CNI,

2016), em médio e longo prazo a competitividade do Brasil depende da incorporação de novas tecnologias.

Diante do cenário atual este artigo pretende apresentar a importância e os benefícios do envolvimento da gestão *Lean Manufacturing* com a Indústria 4.0 por meio de uma síntese da literatura. Pois estes assuntos podem ser combinados de forma a se apoiarem no desenvolvimento de uma estrutura que permita melhorar a produtividade, a flexibilidade, e a eficiência nas aquisições e análises de dados, e tudo isto a custos reduzidos de produção (TEMPLE, 2016).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nessa seção, são brevemente apresentados os referenciais teóricos sobre a filosofia da gestão *Lean Manufacturing* e a Indústria 4.0.

2.1 FILOSOFIA LEAN

O *Lean* é uma palavra em inglês, comumente traduzida no contexto de uma empresa como “enxuto”, ou seja, uma empresa enxuta é aquela capaz de reduzir despesas e desperdícios. O *Manufacturing* é traduzido também do inglês como manufatura, mas o termo é usado para se referir à produção industrial. O sistema *Lean Manufacturing* ou manufatura enxuta, tem como principal fundamento administrar os sistemas convencionais de produção para um sistema de produção enxuto com foco na melhoria dos processos e redução das perdas.

A origem da filosofia de manufatura enxuta originou-se no Japão após a segunda guerra mundial. O país estava com um cenário político-econômico limitado e desfavorável, cujos objetivos de produção

estavam voltados para reduzir desperdícios e era preciso reconstruir e desenvolver a indústria de forma que seus produtos fossem mais competitivos com o que era oferecido pelos concorrentes.

Novos métodos produtivos eram necessários para que os produtos japoneses tivessem condições de competir com as tecnologias do ocidente (MORAES, 2011). A necessidade motivou a criação de um sistema que envolvesse pouco estoque, fluxo de caixa curto e eficiência na produção, sem abdicar da qualidade. Essa metodologia ficou conhecido mundialmente como “Sistema Toyota de Produção” (STP) por ter nascido na fabricante de automóveis Toyota, criada por Taiichi Ohno e Eiji Toyoda.

O início do sistema produtivo atual da Toyota foi marcado pela ideia de eliminar o desperdício para aumentar a produtividade, de acordo com (OHNO, 1997, apud FILHO, 2020) eles queriam um processo produtivo que pudesse superar o sistema de produção em massa convencional. Portanto fundamento do Sistema Toyota de Produção era produzir em pequenas quantidades e aumentar a variedade de modelos. As lições do fordismo foram muito importantes para o desenvolvimento, Taiichi Ohno e Eiji Toyoda aperfeiçoaram este modelo e o nomearam como STP, hoje conhecido como *Lean Manufacturing* que se tornou o novo modelo a ser seguido na indústria.

O STP foi associado ao termo *Lean Manufacturing* em 1990 pelos autores James Womack, Daniel Jones e Daniel Ross que publicaram o livro “A máquina que mudou o mundo”, a obra foi resultado de um estudo amplo do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) sobre a história e o futuro da indústria no setor automobilístico mundial e evidenciou as

vantagens do STP e sua popularização definitiva de qualidade nos processos produtivos.

Existem diferentes formas de representar o STP, a Figura 1, o representa com seus principais pilares (*Just-In-Time* e *Jidoka*) e outros elementos essenciais do processo.

A filosofia *Lean* de gerenciamento, engloba não só da produção, mas toda a organização que tem o objetivo de oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam: produtos de alta qualidade, baixo custo e quando solicitam. (SHINGO, 1996, apud BAIERLE, 2018), simultaneamente, além da utilização dessas famosas ferramentas é necessária uma nova cultura dentro da organização com a proporção de um ambiente de trabalho com pessoas no centro da empresa e busca da melhoria contínua.

O propósito da metodologia *lean* é fazer a produção (e todo o funcionamento da organização) fluir, por meio de processos eficientes. Quações devem ser incluídas numeradas continuamente. As equações devem ser centralizadas e definidas em uma linha separada.

Figura 1 – A Estrutura do Sistema Toyota de Produção.



Fonte: Ghinato (2000).

Um dos pilares do Sistema Toyota de produção, *Jidoka* é um termo japonês que significa: “automatização com um toque

humano”. A ferramenta concede ao operador a capacidade de interromper o processo caso seja identificada alguma anormalidade (GHINATO, 2000). Ela busca a automatização do processo de manufatura e é direcionada para o controle de qualidade prevenindo desperdícios.

Ligando a autonomia e a automação, a identificação de defeitos na produção é de extrema importância nos processos, bem como as ações corretivas, imediatas e preventivas com o objetivo de evitar recorrência (GALLARDO, 2007).

Dennis (2008) diz que o *Just In Time* (JIT) significa produzir o item necessário na hora necessária. O objetivo é identificar, localizar e eliminar os desperdícios integrando um sistema para servir ao cliente garantindo o fluxo da produção com pouco ou nenhuma perda. O JIT tem três elementos principais: o sistema puxado, o *takt time* e fluxo contínuo, (GALLARDO, 2007). A produção puxada não possui perdas por estoques ou por espera e permite redução do *lead time*.

O *Takt time* é o tempo necessário para produzir um produto completo, de acordo com a demanda que está ligado ao controle das operações para a implantação de um fluxo contínuo.

O *Just In Time* possui vantagens e ferramentas para atingir o objetivo final: pouco desperdício e alto valor agregado. O JIT coordena a base no processo como um todo, por esse motivo é considerado outro pilar do Sistema Toyota de produção.

Os pilares *Just in Time* e *Jidoka* tem como base o Heijunka (nivelamento da produção), operações padronizadas e *Kaizen* (melhoria contínua). Liker (2004) diz que o *Kaizen* tem três objetivos: melhorar a segurança, a qualidade e principalmente eliminar continuamente os desperdícios.

A padronização busca o máximo de produtividade e a eliminação de perdas que atrelada ao *Heijunka*, garante uma produção nivelada permitindo a produção de diferentes itens e garantindo o fluxo de produção.

Como base, o Sistema Toyota de Produção apresenta a estabilidade, que prontamente significa uma produção sob controle e com previsão garantida de qualidade e quantidade no momento desejado.

2.2 OS PRINCÍPIOS DO LEAN THINKING

O *Lean*, também conhecido como Sistema de Manufatura Enxuta, representou uma grande transformação em uma das maiores indústrias do mundo: o segmento automotivo, e atualmente encontra-se a sua aplicação em muitos outros setores, até mesmo além da indústria.

O processo de compreensão de como um sistema enxuto funciona pode ser comparado ao aprendizado de um novo idioma, que envolve mudar a maneira como pensamos e entendemos o ambiente. Embora muitas vezes contraditória, essa forma de pensar nos faz ver um fator crítico em todas as situações: Muda. (WOMACK e JONES, 2004). Muda, segundo Womack e Jones (2004), é uma palavra japonesa que significa desperdício, especificamente qualquer atividade humana que consome recursos, mas não cria valor. A Metodologia *Lean* utiliza algumas técnicas de funcionamento, procurando sempre reduzir o desperdício de recursos, melhorar a qualidade e maximizar o valor entregue ao cliente. Essa metodologia é essencial para a empresa que pretende implementar a melhoria contínua em cada um dos seus processos e tem como objetivo central tentar reduzir o tempo entre o pedido do cliente e a

entrega, eliminando o desperdício. Uma implementação bem-sucedida exige o compromisso e o suporte da direção e a participação ativa de todo o pessoal de uma organização (SMITH e HAWKINS, 2004).

Nesse sistema de produção, destaca-se cinco princípios que atuam simultaneamente para maximizar resultados e minimizar perdas, para entregar exatamente o que o cliente deseja, no momento certo. Os autores Womack e Jones (2004) apresentam esses princípios utilizados para definir técnicas de aplicação do pensamento enxuto para alcançar os objetivos do *Lean Thinking*. São eles: Valor, Fluxo de Valor, Fluxo Contínuo, Produção Puxada e Perfeição. Nos tópicos seguintes, apresenta-se a explicação desses princípios.

2.2.1 VALOR

Especificar o valor na visão do cliente, é o primeiro passo do sistema *lean*, esse princípio não leva em consideração o preço do seu produto, mas do valor agregado que ele oferece. O produto deve ser a parte da solução pela qual o cliente está disposto a pagar, portanto entender a atingir a *LEAN* expectativa da visão de valor do cliente é essencial para que não seja entregue produtos ou serviços errados resultando no desperdício.

2.2.2 FLUXO DE VALOR

Após ser definido o objetivo final no primeiro princípio do valor, o próximo passo é mapear o fluxo que se refere a todos todas as etapas e processos necessários na obtenção de um produto específico a partir de matérias-primas e entrega do produto acabado para o cliente.

O mapeamento de fluxo de valor identifica o que pode ou não agregar, sendo capaz de eliminar etapas desnecessárias e priorizar aquelas que efetivamente representam valor.

2.2.3 FLUXO CONTÍNUO

Em seguida coloca-se em prática o terceiro princípio do *lean thinking*: o fluxo contínuo. Essa etapa da manufatura enxuta prevê a produção ideal de cada parte do produto por vez, onde cada etapa é feita sem interrupções ou desperdício entre elas, buscando ao que realmente agrega valor. O objetivo é entregar com agilidade os pedidos dos clientes e conseguir manter baixos os níveis de estoque.

2.2.4 PRODUÇÃO PUXADA

Essa etapa consiste em eliminar o excesso de produção e reduzir o desperdício, todo o processo deve ser produzido de acordo com a demanda do cliente no tempo certo e com a qualidade desejada, ou seja, em vez de "empurrar" os produtos para o cliente, a produção é estimulada pela demanda para satisfazê-lo.

2.2.5 PERFEIÇÃO

Na cultura de melhoria contínua esse é o objetivo final, onde todas as demais fases estão integradas e os desperdícios já foram eliminados. A perfeição entrega ao cliente um processo de valor e deve estar sempre em evolução contínua, buscando formas de otimizar os processos e recursos disponíveis em benefício da qualidade.

2.3 OS DESPERDÍCIOS DO

Segundo Ohno (1997, apud Rocha, 2020) “A eliminação completa desses desperdícios pode aumentar a eficiência de operação por uma ampla margem. Para fazê-lo, devemos produzir apenas a quantidade necessária, liberando assim a força de trabalho extra”. O *lean manufacturing* consiste na eliminação de elementos desnecessários a fim de reduzir custos.

Em todo processo produtivo é possível encontrar algum tipo de desperdício. (ALMEIDA, 2010). Hoje as empresas, buscam se adaptar e melhorar continuamente e o Sistema Toyota de Produção permite identificar e quantificar as perdas, transformando-o em uma ferramenta de apoio à gestão.

Werkema (2010) reforça que a essência se encontra na redução dos sete tipos de desperdícios ou perdas. Para Campos (2014), desperdício é cada um dos recursos que são gastos na execução de um produto ou serviço além do que é realmente necessário, ao eliminá-lo as atividades que criam valor permanecem na organização; desta forma elas serão capazes de fortalecer vantagens competitivas.

Atualmente, empresas tem a necessidade de se adaptar e se aperfeiçoar de forma contínua. Uma das principais tarefas abordadas é a detecção e eliminação de desperdícios no processo (BORNIA, 1988).

O *Lean* destaca sete desperdícios registados ao longo da linha de produção, conforme descrito na figura 2.

Figura 2 – Os Sete Desperdícios Do Sistema Toyota De Produção



Fonte: Rezende et al. (2013).

2.4 PRINCIPAIS FERRAMENTAS DA METODOLOGIA LEAN

O êxito da abordagem *Lean* deve-se em grande parte à sua alta eficiência em reduzir a complexidade e evitar etapas dos processos que não criam valor (JASTI e KODALI, 2015). A metodologia *Lean manufacturing* demonstra um conjunto de técnicas e ferramentas que auxiliam na redução dos desperdícios e possibilitam alcançar ganhos e eficiência nos processos. Essas ferramentas combinadas podem ser de grande importância numa implementação de sucesso (ARTO, 2010). Algumas das ferramentas mais utilizadas são descritas a seguir:

1. 5S: Uma das ferramentas de qualidade mais populares, ela tem como objetivo organizar as condições de trabalho, reduzir desperdícios e tornar o ambiente propício para potencializar os resultados. Essa ferramenta é baseada em cinco processos: *Seiri* (Utilização), *Seiton* (Ordenação), *Seiso* (Limpeza), *Seiketsu* (Padronização) e *Shitisuke* (Disciplina).

2. **KANBAN:** O *Kanban* é uma ferramenta de gestão visual que busca a eficiência e coordenação durante o processo produtivo e possui foco na otimização do tempo e do processo. Ele facilita a produção puxada utilizando etapas dadas em “por fazer”, “em execução” e “concluídas”. Com base na análise dessas etapas direciona-se a produção para cumprimento das demandas.
3. **KAIZEN:** O foco dessa ferramenta é na melhoria contínua, ela demonstra que realizando pequenas ações é possível reduzir custos, aumentar os lucros e aumentar a produtividade sem grandes investimentos. Sua aplicação proporciona ainda melhorias na comunicação interna e externa.
4. **POKA YOKE:** É uma ferramenta preventiva utilizada para com o objetivo de antecipar e eliminar um possível erro de produção que coloque em risco a qualidade do produto.
5. **JIDOKA:** Um dos pilares do Sistema Toyota de Produção, essa ferramenta está ligada a gestão da qualidade e tem como objetivo a automação com o apoio humano, sendo possível identificar condições anormais na operação e pausar instantaneamente.
6. **JIT (*Just in time*):** Também reconhecido como um dos pilares do Sistema Toyota de Produção, essa ferramenta trabalha com a otimização do processo produtivo. Com sua aplicação, é possível evitar os excessos de estoque, reduzir custos e colaborar com o desenvolvimento e qualidade.

2.5 REVOLUÇÕES INDÚSTRIAS NA HISTÓRIA

A história mostra que todas as grandes revoluções ocorreram quando novas tecnologias e formas inovadoras de

perceber o mundo foram responsáveis pela alteração das estruturas econômicas e sociais. (NASSER, 2021)

De acordo com Pasquini (2020), a Primeira Revolução Industrial, a partir do século XVII, ficou caracterizada pelo uso de novas fontes de energia, pela utilização de máquinas a vapor, pelo desenvolvimento dos meios de comunicação (telégrafo) e pela divisão e especialização do trabalho.

Durante o processo da Revolução das Indústrias o uso de novas tecnologias se tornou um fator essencial, para o crescimento e modernização, o que interessava os donos das indústrias interessados em aumentar cada vez mais seus lucros. Diante deste contexto, o modelo industrial desenvolvido inicialmente sofreu mudanças importantes. Em 1870 frente a uma nova demanda tecnológica e movido pelas inovações, surge a Segunda Revolução Industrial (BOETTCHE, 2015).

Até o final da Segunda Guerra Mundial, verificaram-se consecutivamente evoluções nas indústrias químicas, elétricas e de metal. Foi nessa época que foram produzidos os primeiros navios feitos de aço e movidos por motores a vapor, revolucionando o mercado logístico. Durante este período, foram implementadas as primeiras linhas de produção na Indústria, surgindo o conceito de produção em massa e o uso da eletricidade. (LIMA, 2019).

A Terceira Revolução Industrial, final do século XX, veio com a tecnologia da informação, o surgimento dos computadores e suas redes, as telecomunicações, a microeletrônica, a conectividade e, obviamente o nascimento da Internet. Esta foi a revolução que popularizou o computador, ampliou as

aplicações da robótica e difundiu no mundo as comunicações via satélite e principalmente incluiu a internet no dia a dia das pessoas e empresas. (PASQUINI, 2018).

O mundo passou por três Revoluções, chegando atualmente em sua quarta, que se denomina Indústria 4.0. Sendo este um período de grande transformação, na qual a junção de inovações tecnológicas tem mudado de forma substancial como a sociedade vive, trabalha e se relaciona, e essa transformação tende a ser daqui para a frente diferente de tudo que o ser humano já experimentou. (SCHWAB, 2016).

2.6 INDÚSTRIA 4.0

O termo Indústria 4.0 surgiu pela primeira vez em 2011, na feira de Hannover (Alemanha), e em 2013 foi publicado também na feira de Hannover um trabalho completo sobre a criação e o desenvolvimento da Indústria 4.0 um dos maiores eventos do mundo direcionados ao setor industrial, desde então, tem sido considerado um tema relevante para a academia e de grande importância mundial para a indústria e sociedade, os impactos trazidos pela era da Quarta Revolução Industrial. (COSTA, 2017).

De acordo com Porto e Almeida (2021), esta nova etapa vivenciada pela indústria possibilita o comando descentralizado dos processos de fabricação utilizando tecnologias de integração de sistemas computacionais e de comunicação que se relacionam de maneira autônoma. A indústria 4.0 propõe o uso de sistemas ciber-físicos (CPS). O CPS permite a conectividade do real com o virtual e a troca simultânea de dados.

Além do uso dos CPSs, a Quarta Revolução Industrial se baseia em outras tecnologias fundamentais, como a *Internet of Things* (IoT) e a *Big Data Analytics*. Essa junção de tecnologias propicia às indústrias não só mudanças exponenciais no processo produtivo, mas também em toda a cadeia de valor, indo da produção ao pós-venda. (PORTO e ALMEIDA, 2021).

Yamada e Martins (2019) diz que, a aplicação do conceito da Indústria 4.0 fará com que as fábricas sejam inteligentes o suficiente para ter a capacidade e a autonomia para programar manutenções, antecipar falhas e adaptar aos requisitos e mudanças não planejadas no processo produtivo.

Segundo Lydon (2015), o objetivo da Indústria 4.0 é melhorar os processos de fabricação em uma série de dimensões, incluindo eficiência, capacidade de resposta e a capacidade de satisfazer as necessidades individuais dos clientes em tempo hábil.

A recente introdução destes conceitos no mercado, é resultado de uma conjunção de diversas tecnologias que a logística vem absorvendo com o passar dos anos, tendo como objetivo reduzir custos, e agora com a possibilidade de equipamentos cada vez mais inteligentes, se torna possível entender ainda mais este conceito dentro da indústria. (FISHER, 2016).

De acordo com Sakurai e Zuchi (2018), muitas são as tecnologias que podem ser usadas dentro da Indústria 4.0, no entanto, algumas são as que mais se destacam, e constituem assim os Pilares da Quarta Revolução Industrial, apresentados nos capítulos abaixo.

2.6.1 BIG DATA

Big Data também pode ser definido como um conjunto de tecnologias de armazenamento e processamento de grande volume de informações. As informações que dão corpo ao Big Data são oriundas de diversas fontes, tais como: redes sociais, sensores de máquinas, sensores meteorológicos, bancos de dados, GPS, transações bancárias etc. (CANALTECH, 2016)

2.6.2 ROBOTIZAÇÃO

A robótica autônoma inspira uma nova geração de robôs capazes de sentir o ambiente em sua volta e operar por longas horas sem a supervisão direta de humanos. Estes equipamentos poderão aprender novas funções e se auto programarem o que permitirá o seu uso em processos de produção flexível (GARCIA, 2016).

2.6.3 SIMULAÇÃO

Esta tecnologia permite que os processos e produtos sejam testados e ensaiados durante a fase de concepção, reduzindo custos com falhas e o tempo de projeto (VITALLI, 2018).

2.6.4 INTEGRAÇÃO HORIZONTAL E VERTICAL DO SISTEMA

Integração horizontal está relacionada com a conexão entre a fábrica e toda a cadeia de valor externa à planta, indo além da própria organização conectando-se aos parceiros externos para entregar um melhor serviço ao cliente. Já a integração vertical trata da integração de sistema de Tecnologia da Informação (TI) em vários níveis de produção e fabricação, além da integração da estrutura interna da empresa (ROMANO, 2017)

2.6.5 INTERNET DAS COISAS - IOT

De acordo com Vermulm (2018), são sistemas, compostos por *hardware* e *software* que viabilizam a interligação e a comunicação entre objetos, podendo ser máquinas e equipamentos conectados entre si ou bens de consumo conectados com outros produtos.

2.6.6 SISTEMAS FÍSICOS CIBERNÉTICOS - CPS

O aumento da conectividade e o uso de protocolos de comunicação padrão, aumenta a necessidade de proteção contra ameaças de segurança cibernética. O gerenciamento sofisticado de identidade e acesso de máquinas e usuários são essenciais. (DIAS e THOMÉ, 2018)

2.6.7 CLOUD

Segundo Vitalli (2018), é um modelo que permite o acesso ao banco de dados, bem como a interação de aplicações, possa ser feito de qualquer lugar, permitindo a integração de sistemas e plantas em locais distintos, da mesma forma o controle e o suporte podem ser efetuados de maneira global.

2.6.8 MANUFATURA ADITIVA

Segundo Pasquini (2018), com alto nível de eficiência e flexibilidade, a manufatura aditiva atende as linhas de produção, propiciando a fabricação sob demanda de peças, em locais otimizados, para entrega direta nas linhas de montagem. Melhora também, o custo-benefício, devido ao menor desperdício de materiais em comparação com os métodos de manufatura convencionais.

2.6.9 TECNOLOGIAS DIGITAIS

De acordo com o Portal da Indústria – CNI (2021), consiste no uso de tecnologias digitais para transformar processos de produção, de desenvolvimento de produtos e/ou modelos de negócios, visando a otimização e eficiência nos processos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa para o desenvolvimento deste artigo, foi realizada por meio de pesquisas bibliográficas referente aos temas *Lean Manufacturing* e Indústria 4.0, onde foram consultados livros, artigos, teses, monografias, revistas, e sites conceituados na *internet*, afim de proporcionar uma visão clara sobre os temas, seus conceitos, ferramentas, e a interação entre eles.

Os documentos selecionados durante a pesquisa, serviram como base para a fundamentação e o desenvolvimento deste artigo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Buer et al. (2018), após o estudo embasado na fundamentação conceitual do *Lean Manufacturing* e da Indústria 4.0 foi possível verificar que ambos são modelos distintos de gestão da produção, mas que apresentam complementaridades e compartilham os mesmos objetivos gerais de aumento de produtividade e flexibilidade.

A Indústria 4.0 e o *Lean* possuem como relação a automatização dos processos (por meio de recursos diferentes), em que é possível fazer mais com menos, e assim evitar o desperdício. Sendo que na Produção Enxuta há a presença de uma tecnologia mais baixa e simples. E a

Indústria 4.0, conta com uma integração da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), visando uma produção mais autônoma e dinâmica. Vale destacar que os dois conceitos caminham juntos e, portanto, são complementares (SILVA et al., 2019).

Prinz et al. (2018), demonstram a necessidade da *Lean Manufacturing* como requisito para a Indústria 4.0, pois, as empresas estão sob influência de vários fatores de transformação que representam maiores desafios. Além da globalização que desafia a competitividade das empresas em países com altos salários, a busca pela personalização de produtos com lotes de produção cada vez menores e a alta exigência para adaptar-se aos novos sistemas de produção como a Indústria 4.0 são desafios extremamente complexos.

Com o surgimento da Indústria 4.0 é comum imaginar que esta será a grande e única solução no bom andamento produtivo das chamadas “fábricas do futuro”, porém ao contrário do que se pensa a utilização intensa de tecnologias e equipamentos avançados não será suficiente para garantir a eficiência necessária. Ou seja, um modelo complementa o outro (DOMINGUES et al., 2019).

Segundo Domingues (2019), a indústria sempre passou por inovações técnicas e organizacionais. Vale ressaltar que a inovação técnica implica na revisão da organizacional. Foi assim com a Revolução Industrial, com o *Lean Manufacturing* e será também com a Indústria 4.0.

5. CONCLUSÃO

A Indústria 4.0 é uma recente etapa na história das revoluções e apresenta mudanças significativas na cadeia

produtiva. O *Lean* é uma técnica de gestão de ampla aplicabilidade que mesmo sendo desenvolvida a mais tempo será sempre utilizada como base para tomadas de decisão e planejamento de processos. Em suma, com base no artigo desenvolvido, a integração da Indústria 4.0 com a filosofia *Lean* representa uma grande oportunidade de desenvolvimento na estrutura das organizações permitindo colocar em prática a melhoria contínua com processos mais ágeis e flexíveis e atingir uma boa performance do processo produtivo.

A tecnologia avançada e a filosofia enxuta perfeitamente combinadas apresentam uma clara visão das necessidades e demandas, auxiliam na redução de desperdícios e colaboram diretamente com o aumento da produtividade; otimizando a gestão da execução e garantindo maior eficiência dos processos. Os dois conceitos, *Lean* e Ind.4.0, se complementam e buscam os mesmos objetivos finais de eliminar custos, garantir a qualidade do produto, valor ao cliente, aumentar a produtividade e flexibilidade nas operações industriais ou de serviços.

Essa união, destaca uma nova era da gestão tecnológica e as empresas que vão se manter no mercado são aquelas que conseguirem se adaptar a esse cenário, certamente vão se destacar garantindo a sua competitividade empresarial.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir que tivéssemos saúde e determinação e por nos permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

Aos familiares, por todo o apoio e pela ajuda, que muito contribuíram.

Ao professor por todos os conselhos, ajuda e orientação desempenhada com muita dedicação.

A todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo nosso processo de aprendizado.

Referências

ALCÂNTARA, M. **Análise do Desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil em Relação as Principais Potencias Industriais**. 2019. Disponível em: <https://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep.php?e=14>. Acesso em: 08 novembro 2021.

ALMEIDA, L. M. de L. **O Modelo de Gestão da Toyota: Uma Análise do Lean Manufacturing ou Manufatura Enxuta Baseada na Teoria Marxiana do Valor Trabalho**. 2010. 100 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/5047>>. Acesso em: 10 novembro 2021.

ARTO, J. R. V. **Fundamentos Del Lean Manufacturing – Direccions de Operaciones**. Madrid, España: EOI - Escuela de Organizacion Industrial, 2010. Traduzido para português. Disponível em: <https://static.eoi.es/savia/documents/eoi_m_bapt_leanmanufacturing.pdf>. Acesso em: 08 novembro 2021.

BAIERLI, I. **Conceitos do Sistema Toyota de Produção Propostos por Shingo e Ohno e sua Aplicabilidade Atual nas Organizações**. 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/327634491_Conceitos_do_Sistema_Toyota_de_Producao_propostos_por_Shingo_e_Ohno_e_sua_aplicabilidade_atual_nas_ororganizaco>. Acesso em: 08 novembro 2021.

BOETTCHER, M. **Revolução Industrial – Um Pouco da História da Indústria 1.0 até a**

Indústria 4.0. LinkedIn. 2015. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/revolu%C3%A7%C3%A3o-industrial-um-pouco-de-hist%C3%B3ria-da-10-at%C3%A9-boettcher/?originalSubdomain=pt>>. Acesso em: 10 novembro 2021

BORNIA, A. C. **Análise dos Princípios do Método das Unidade de Esforço de Produção.** 1988. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/75452>>. Acesso em: 10 novembro 2021.

BUER, S. V.; STRANDHAGEN, J. O.; CHAN, F. T. S. **The Link Between Industry 4.0 and Lean Manufacturing: Mapping Current Research and Establishing a Research Agenda.** International Journal of Production Research, v. 56, n. 8, p. 2924-2940, 2018.

CAMPOS, V. F. **Controle da Qualidade Total (no estilo Japonês).** Editora FALCONI, 2014. Disponível em: <<https://pdfcoffee.com/qdownload/tqc-controle-da-qualidade-total-vicente-falconi-campospdf-2-pdf-free.html>>. Acesso em: 09 novembro 2021.

CANALTECH. **“O que é Big Data”.** 2016. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/big-data/o-que-e-big-data/>>. Acesso em: 10 novembro 2021.

COSTA, C. **Indústria 4.0: O Futuro da Indústria Nacional.** 2017. Disponível em: <<http://seer.spo.ifsp.edu.br/index.php/posger/article/view/82>>. Acesso em: 10 novembro 2021.

DALENOGARE, L. S.; BENITEZ, G. B.; AYALA, N. F.; FRANK, A. G. **The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance.** 2018. International Journal of Production Economics, 204, 383-394. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/a/eee/proeco/v204y2018icp383-394.html>>. Acesso em: 09 novembro 2021.

DENNIS, P. **Produção Lean simplificada: Um guia para entender o Sistema de produção mais poderoso do mundo.** 2ª Ed. São Paulo: Bookman, 2008. Disponível em: <https://www.academia.edu/40161431/Livro_Produ%C3%A7%C3%A3o_Lean_Simplificada_Um_Guia_Para_Entender_o_Sitemad_e_Prod%C3%A7%C3%A3o_mais_Poderoso_do_Mundo>. Acesso em: 09 novembro 2021.

DIAS, B. C.; THOMÉ, A. M. T. **A Indústria 4.0 no Contexto da Economia Circular – Uma Revisão.** 2018. Disponível em: <https://www.simpep.feb.unesp.br/abrir_arquivo_pdf.php?tipo=artigo&evento=13&art=1159&cad=31065&opcao=com_id>. Acesso em: 08 novembro 2021.

DOMINGUES, A.; BUENO, M. J. C.; LOPES, M. R. **Análise Comparativa: Lean Manufacturing e Indústria 4.0.** 2019. Disponível em: <<https://fateclog.com.br/anais/2019/AN%c3%81LISE%20COMPARATIVA%20LEAN%20MANUFACTURING%20E%20IND%20aSTRIA%204.0.pdf>>. Acesso em: 10 novembro 2021.

FILHO, E. D.; MARTINS, N. O.; HERRERA, V. E. **Análise do Sistema Toyota em uma Indústria de Embalagens Plásticas da Região de Marília – SP.** 2020. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/5061/4424>>. Acesso em: 09 novembro 2021.

FISHER, F. **Essa tal Logística 4.0. Tecnológica,** São Paulo, v. 246, n. 1, p.44-52, out. 2016.

GALLARDO, C. A. **Princípios e Ferramentas do Lean Thinking na Estabilização Básica: Diretrizes para Implantação no Processo de Fabricação de Telhas de Concreto Pré-Fabricadas.** 2007. Campinas - SP: Dissertação de Mestrado. Disponível em: <http://www.fec.unicamp.br/~adgranja/index_arquivos/Gallardo,CarlosAntonioSamaniego.pdf>. Acesso em: 10 novembro 2021.

GARCIA, P. **“Robôs Autônomos”.** 2016. Disponível em: <<https://pedrogarcia12av1.wordpress.com/about/robos-autonomos/>>. Acesso em: 10 novembro 2021.

- GHINATO, P. **Publicado como 2º cap. Do Livro Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações**, Ed.: Adiel T. de Almeida e Fernando M. C. SOUZA, Edit da EFPE, Recife, 2000. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/5884/1/arquivo7423_1.pdf>. Acesso em: 11 de novembro 2021.
- JASTI, N. V. K.; KODALI, R. **Lean production: Literature review and trends**. International Journal of Production Research. 2015. pp. 867-885.
- LIKER, J. K.; Meier, D. **The Toyota Way – 14 Management Principles From the World’s Greatest Manufacturer**. 2004. MacGraw-Hill.
- LIMA, N. F. G. M. de. **Metodologia Kaizen-Lean e Indústria 4.0 na Manutenção**. 2019. Disponível em: <<https://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/15645>>. Acesso em: 09 novembro 2021.
- LYDON, B. **Industry 4.0: Should You Bet on It?** 2015. Disponível em: <<https://www.automation.com/en-us/articles/2015-1/industry-40-should-you-bet-on-it>>. Acesso em: 09 novembro 2021.
- MORAES, C. P. de. **Aplicação do Lean Manufacturing em plantas de recapagem de pneus**. 2011. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO. Disponível em: <http://www.excelenciaemgestao.org/portals/2/documents/cneg7/anais/t11_0383_2142.pdf>. Acesso em: 08 novembro 2021.
- NASSER, M. **O Método de Gestão Lean Manufacturing e a Indústria 4.0**. 2021. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/214137>>. Acesso em: 09 novembro 2021.
- PASQUINI, T. C. DE S. **Proposta de Ferramenta para Relacionar os Princípios da Gestão de Qualidade aos Pilares da Indústria 4.0: Influência da Indústria 4.0 na Área da Qualidade**. 2018. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/23211/1/ENG_QUALI_2018_17.pdf>. Acesso em: 10 novembro 2021.
- POMPEU, A. E.; RABAIOLI, V. **A Filosofia Lean Manufacturing: Seus Princípios e Ferramentas de Implementação**. 2014. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/275617812/A-Filosolia-Lean-Manufacturing-Seus-Principios-e-Ferramentas-de-Implantacao-Pompeu-A-M-e-Rabaioli-V-2014>>. Acesso em: 10 novembro 2021.
- Portal da Indústria – CNI. **Desafios para Indústria 4.0 no Brasil**. 2016. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2016/8/desafios-para-industria-40-no-brasil/>>. Acesso em 11 novembro 2021.
- Portal da Indústria – CNI. **Indústria 4.0: Entenda seus Conceitos e Fundamentos**. 2021. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/industria-4-0/>>. Acesso em: 10 novembro 2021.
- PORTO, B. S.; ALMEIDA, P. R. V. DE. **Lean Manufacturing como Base para Implantação das Tecnologias Emergentes no Contexto da Indústria 4.0**. 2021. Disponível em: <<http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/16806/1/BRUNA%20PORTO.pdf>>.
- PRINZ C.; KREGGENFELD, N.; KUHLENKÖTTER, B. **Lean Meets Industrie 4.0 – A Practical Approach to Interlink the Method World and Cyber-Physical World**. Procedia Manufacturing, v. 23, p. 21-26,2018.
- REZENDE, D. M.; SILVA, J. F. da; MIRANDA, S. M.; BARROS, A. **Lean Manufacturing: Redução de Desperdícios e a Padronização do Processo. (Engenharia de Produção Automotiva)**. Faculdade de Engenharia de Resende. Resende, 2013. Disponível em: <<https://www.aedb.br/wp-content/uploads/2015/05/104157.pdf>>. Acesso em: 08 novembro 2021.
- RIBEIRO, L.; SILVA, P. **Impacto da Indústria 4.0 nas Organizações, na Perspectiva do Brasil e Portugal**. 2020. Disponível em: <<https://revistas.rcaap.pt/uiips/article/download/21994/17101/85396>>. Acesso em: 09 novembro 2021.
- ROCHA, E; SILVA, B. **Análise do**

Desenvolvimento e Princípios do Lean Manufacturing. 2020. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_ST_P_342_1751_41268.pdf>. Acesso em: 10 novembro 2021.

ROMANO, M. **Integração na Indústria 4.0. logiquesistemas.** 2017. Disponível em: <<http://www.logiquesistemas.com.br/blog/integracao-na-industria-40/>>. Acesso em: 08 novembro 2021.

SAKURAI, R.; ZUCHI, J. D. **As Revoluções Industriais até a Indústria 4.0.** Revista Interface Tecnológica, [S.l.], v. 15, n. 2, p. 480-491, 2018. Disponível em: <<https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/386>>. Acesso em: 09 novembro 2021.

SANTOS, B. **Interação Entre Filosofia Lean e Indústria 4.0: Estudo Exploratório.** 2017. Disponível em: <https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/7840/1/5597_11559.pdf>. Acesso em: 09 novembro 2021.

SCHWAB, K. **A Quarta Revolução Industrial.** 1ª. ed. São Paulo: Edipro, v. 1, 2016.

SILVA, L. A. S. DE; RODRIGUES, T. A.; TAMMELA, I. **Lean Manufacturing e Indústria 4.0: Uma Revisão Sistemática da Literatura.** 2019. Disponível em: <https://www.simpep.feb.unesp.br/abrir_arquivo_pdf.php?tipo=artigo&evento=14&art=1004&cad=36510&opcao=com_id>. Acesso em: 09 novembro 2021.

SMITH, R.; HAWKINS, B. **Lean Maintenance: Reduce Costs, Improve Quality, and Increase Market Share.** 2004. Elsevier Butterworth-Heinemann.

TEECE, D. J. **Explicating Dynamic Capabilities: The Nature And Microfoundations Of (Sustainable) Enterprise Performance.** 2007. Strategic Management Journal, 28 (13), p. 1319–1350. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/smj.640>>. Acesso: 10 novembro 2021.

TEMPLE, N. **The Smart Factory and the Converging Roles of IT, Production and Engineering.** 2016. in: Smart IoT. London, UK: Excel.

VERMULM, R. **Políticas Para o Desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil.** 2018. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/15486/1/POL%3%8dTICAS%20PARA%20O%20DESENVOLVIMENTO%20DA%20IND%3%9aSTRIA%204.0%20NO%20BRASIL_2018.pdf>. Acesso em: 08 novembro 2021.

VITALLI, R. **Indústria 4.0. 2018.** Disponível em: <<https://www.industria40.ind.br/artigo/16751-os-10-pilares-de-industria-40>>. Acesso em: 09 novembro 2021.

WERKEMA, M. C. C. **Criando a Cultura Seis Sigma.** Belo Horizonte: Editora Poisson Vol.1, 2010. Disponível em: <<https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/553945/2/Seis%20sigma%20vol1>>. Acesso em: 10 novembro 2021.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. A. **Mentalidade Enxuta nas Empresas Lean Thinking: Elimine o Desperdício e Crie Riqueza.** Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2004. 408 p.

YAMADA, V. Y.; MARTINS, L. M. **Indústria 4.0: um Comparativo da Indústria Brasileira Perante o Mundo.** Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa, [S.l.], v. 34, n. esp., p. 95-109, abr. 2019. ISSN 2596-2809. Disponível em: <<http://periodicos.unifil.br/index.php/Revistateste/article/view/1011>>. Acesso em: 10 novembro 2021.

Gestão de Equipes: Uma Análise de Desempenho de Liderança em uma Empresa na Cidade de São Paulo

Team Management: A Leadership Performance Analysis in a Company in the City of São Paulo

Ana Beatriz da Silva Santos¹

ana.santos374@fatec.sp.gov.br

Giovana Andrade Tito¹

giovana.tito@fatec.sp.gov.br

Lukas de Paula Vasconcelos¹

lukas.vasconcelos@fatec.sp.gov.br

Lea Paz da Silva¹

lea.silva3@fatec.sp.gov.br

1 – Faculdade de Tecnologia da Zona Leste | Fatec Zona Leste

Recebido em
01 nov. 2023

Aceito em
15 fev. 2024

Publicado em
27 mar. 2024

<https://git.fateczl.edu.br>
e_ISSN
2965-3339
DOI
10.29327/2384439.2.2-7

@_GIT
Advances in Global
Innovation & Technology
Volume 2
Número 2
São Paulo
Março
2024



Resumo: A gestão de liderança é uma maneira de entender como é importante as pessoas estarem relacionadas entre si em um clima organizacional positivo, sendo influenciado em grande parte pelo líder da empresa que demonstra suas atitudes, habilidades e conhecimento para a sua equipe. Sendo assim, é importante o líder estar preparado para qualquer tipo de situação em sua empresa com seus conhecimentos adquiridos para agir de forma correta em qualquer ensejo. Neste trabalho, fizemos uma pesquisa utilizando um relatório com questões referentes a cultura organizacional. Analisando um líder de uma empresa para identificar seu comportamento diante de várias situações dentro da organização. Este questionário foi retirado do livro “Liderança de Equipes” que discorre sobre arquétipos; explica os perfis comportamentais referente aos Deuses da Mitologia Grega (Atena, Afrodite, Hera, Poseidon e Zeus) e sua relação com a cultura organizacional. Logo, obtivemos respostas relacionadas ao líder aos perfis pesquisados, analisando o seu modo de liderança de acordo com as teorias de Charles Handy (1994) e de Damaris Novo, Chernicharo e Barradas (2008).

Palavras-chave: Liderança, Gestão, Arquétipos.

Abstract: Leadership management is a way of understanding how important it is for people to relate to each other in a positive organizational climate, being influenced largely by the company leader who demonstrates his attitudes, skills, and knowledge to his team. Therefore, it is important that the leader is prepared for any type of situation in his company with his acquired knowledge to act correctly in any direction. In this work, we carried out research using a report with questions relating to organizational culture. Analyzing a company leader to identify his behavior in various situations within the organization. This questionnaire was taken from the book “Team Leadership” which disagrees about archetypes; explains the behavioral profiles referring to the Gods of Greek Mythology (Athena, Aphrodite, Hera, Poseidon, and Zeus) and their relationship with organizational culture. Therefore, we obtained answers related to leaders to the profiles researched, analyzing their leadership style according to the theories of Charles Handy (1994) and Damaris Novo, Chernicharo and Barradas (2008).

Keywords: Leadership, Management, Archetypes.

1. INTRODUÇÃO

O clima organizacional se mostra de extrema importância para a boa qualidade de produtividade dos funcionários, e a postura de líder de uma equipe é um dos principais fatores que determinará o clima que aquela empresa se encontra, dessa forma entender como um líder se comporta, fornecerá as informações necessárias para identificar o clima de uma organização e se necessário, assim mudá-lo.

O estilo de liderança afeta diretamente a produtividade da equipe, pois, um líder com características motivadoras faz com que os funcionários encontrem outras fontes de motivação, como, realização pessoal e orgulho do trabalho bem-feito, já um líder com características desmotivadoras, oprime os funcionários, fazendo com que a rotatividade de colaboradores aumente, e dessa forma aumentando os custos da empresa. Então, para melhor gerir um negócio é importante identificar qual estilo de liderança existe na organização e essa análise pode ser fundamentada em qualquer teoria existente atualmente.

Nesse sentido, esta pesquisa tem como objetivo pesquisar o estilo de liderança de um líder escolhido dentro de uma empresa situada na cidade de São Paulo, utilizando a teoria de Charles Handy, com a finalidade de identificar qual o tipo de arquétipo de deus grego mais se acentua nesse líder e analisar como esse comportamento afeta a equipe.

Conhecer o estilo predominante de liderança nesta organização é de extrema importância, pois, se a empresa quer além de identificar, resolver, um problema que muitas vezes é considerado “invisível” deve conhecer todos os elementos envolvidos

dentro da cultura organizacional. Tudo isso se dá pela razão de que o fator humano tem se mostrado uma questão de extrema importância para a competitividade de uma empresa, logo, entender como esse fator afeta o negócio e o seu clima organizacional, determinará seu lugar no mercado.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A gestão de equipes é um componente fundamental dentro das organizações contemporâneas, uma vez que as atividades empresariais se tornaram cada vez mais complexas e interdependentes. O escritor Mario Sergio Cortella (2021) define a gestão de equipes como um movimento, onde nada na gestão é corretamente ordenado, e sim sendo qualificado durante o tempo.

O sucesso de uma empresa muitas vezes está diretamente ligado à habilidade de seus gestores em liderar e coordenar equipes de trabalho de forma eficaz e eficiente. “A tarefa fundamental da liderança é dar sustentação a uma Atividade. A ponte para a perenidade se dá pela capacidade dos Líderes de formar pessoas que elevem o nível de vitalidade da Organização” (CORTELLA, 2021, p, 27)”.

Segundo Cortella, um líder é diferente de um chefe. Chefiar é apenas fazer funcionar, garantir a condição de operação, caracterizada pelo poder de mando sustentado pela posição que a pessoa ocupa em determinada organização. Já liderar, tem o propósito de conduzir a empresa para o futuro, que entende que não conseguirá motivar alguém, mas sim capaz de estimular.

Quando pensamos em liderança, vemos pessoas com qualificações, graduações, pós-graduações e doutorados, no que se

refere ao fator acadêmico. Mas, talvez essa pessoa que se denomina como líder pode ser somente um “chefe”, que não entende os conceitos básicos de liderança de uma equipe; as formas de motivação de maneira certa, ou que não detém os conhecimentos necessários para entender seus colaboradores.

Nesta perspectiva, a gestão de equipes envolve o planejamento, organização, direção e controle das atividades desempenhadas por um grupo de colaboradores, com o objetivo de alcançar metas e objetivos previamente estabelecidos pela organização.

2.1. O Que é Liderança

Segundo NOVO et al (2008, p. 29), “a liderança pode ser definida como um fenômeno tipicamente social, é o esforço que se efetua para influir no comportamento dos outros com o intuito de que se atinjam os objetivos organizacionais, individuais e pessoais.” Ou seja, liderança é o ato de interferir no agir de outra pessoa, fazendo com que ela evolua tanto na sua área profissional quanto pessoal.

De acordo com os mesmos autores, para ser um bom líder é necessária uma estrutura específica de competência, sendo ela formada por três aspectos: Conhecimentos, Habilidades e Atitudes, conhecido também como CHA.

Segundo BOOG (2001, p.39), “o conhecimento (...) se adquire estudando, seja em sala de aula, em casa, sozinho ou em grupo. A única maneira de adquirir um conhecimento é pelo estudo”. Podendo-se entender que o conhecimento é um dos aspectos com menos complicação para se adquirir, dependendo apenas do indivíduo.

Já as habilidades se desenvolvem por meio de exercício “isto vale tanto para habilidades motoras (por exemplo, dirigir uma empilhadeira) como para intelectuais (...) e afetivas (como negociar, atender um cliente, incentivar pessoas etc.)” (BOOG, 2001, p.40). Logo, uma habilidade está relacionada à capacidade de aplicar um conhecimento adquirido, ou seja, de colocá-lo em prática.

Completando o tripé, a atitude é concebida, segundo DORON e PAROT, (1991, p.90) como uma “estrutura tridimensional que tem caráter ao mesmo tempo cognitivo (julgamento, crenças e saberes), afetivo (sentimentos favoráveis ou desfavoráveis) e conativo (tendência de ação).” Ou seja, a atitude é o ato de querer fazer, usando suas habilidades e conhecimentos.

Portanto, para ser reconhecido como líder, deve-se em diferentes situações, ser coerente com suas atitudes, inspirar confiança e apoio entre as pessoas de cuja competência e compromisso depende o desempenho.

Dentre as diversas teorias que permeiam a gestão de equipes, destacam-se algumas abordagens clássicas e contemporâneas que fornecem *insights* valiosos para a compreensão e aplicação prática dessa disciplina, entre elas podemos citar:

a) Teoria da Hierarquia das Necessidades de Maslow (2017) - onde as necessidades humanas estão organizadas em uma hierarquia, que inclui necessidades fisiológicas, de segurança, sociais, de estima e de autorrealização. Os gestores devem reconhecer e atender às diversas necessidades dos membros da equipe para promover um ambiente de trabalho produtivo e motivador.

b) Teoria X e Teoria Y de McGregor (1965) - Douglas McGregor propôs duas visões contrastantes sobre a natureza humana e a gestão de pessoas. A Teoria X assume que os indivíduos são naturalmente preguiçosos, desmotivados e necessitam de controle rígido. Em contrapartida, a Teoria Y parte do pressuposto de que as pessoas são naturalmente motivadas, autogeridas e buscam responsabilidade. A aplicação dessas teorias na gestão de equipes influencia diretamente o estilo de liderança adotado.

A gestão de equipes é um campo de estudo crucial para o sucesso organizacional. Ao compreender as diferentes teorias e abordagens que permeiam este tema, os gestores podem desenvolver habilidades e estratégias eficazes para liderar e coordenar equipes de forma a atingir os objetivos da organização. A aplicação consciente desses conhecimentos proporciona um ambiente de trabalho mais produtivo, motivador e propício à inovação.

2.2. Arquétipos de Deuses e Tipos de Liderança

Para tornar a análise e o estudo da liderança mais acessíveis, alguns autores e estudiosos desenvolveram teorias que estabelecem conexões entre estilos de liderança e arquétipos de deuses da mitologia. Essa abordagem oferece uma perspectiva única que torna a compreensão dos princípios de liderança mais cativante, permitindo aos indivíduos explorar a riqueza simbólica por trás de diferentes estilos de liderança e aplicá-la de forma mais eficaz no mundo real.

2.2.1. Tipos de Lideranças

Segundo NOVO, CHERNICHARO E BARRADAS (2008) existem cinco tipos de liderança e cada um desses tipos estão ligados a um arquétipo de um deus mitológico, possuindo suas características e abordagens distintas. Levando em consideração o contexto e as necessidades específicas de uma determinada situação, são eles:

a) Zeus: o deus do trovão e do raio. Sendo poderoso e dominante, esperando que os seus seguidores obedeçam sem questionar. Ele também é visto como o pai provedor, porém sua generosidade se dá pelo desejo de controlar sua prole. Típico de uma liderança autocrática, conhecido por tomar decisões de forma unilateral, sem consultar ou envolver seus seguidores no processo decisório. Podendo ser eficaz em situações em que decisões rápidas e precisas são necessárias, como em emergências ou ambientes altamente regulamentados. No entanto, ser autoritário e controlador pode afetar negativamente o moral e a motivação de seus seguidores.

b) Hera: é apresentada por NOVO, CHERNICHARO E BARRADAS (2008) como esposa e irmã de Zeus, sendo neutra e justa, sua atitude é de consultar seus seguidores antes de tomar alguma decisão. Seu papel pode ser visto como uma liderança democrática, que é caracterizada pela consulta e envolvimento ativo dos seguidores no processo de tomada de decisão. Eles reconhecem a importância das opiniões e contribuições de sua equipe, e isso pode resultar em vários benefícios, como, maior comprometimento e a satisfação dos seguidores. No entanto, pode ser menos eficaz em situações que exigem decisões rápidas.

c) Poseidon: o deus do mar, não é muito presente, logo não se envolve na administração do dia a dia, dando

liberdade para que seus seguidores tomem suas próprias decisões. Poseidon é um deus das ações inesperadas, pois pode sacudir as terras e os mares, provocando calamidades, podendo ser afetuoso e opressor. Semelhante a um tipo de liderança conhecida por "deixar fazer", em que os líderes oferecem aos seguidores uma grande autonomia e liberdade para tomar decisões e conduzir suas atividades sem intervenção direta.

d) Afrodite: a deusa do amor e da beleza, é carismática e inspiradora, sendo capaz de inspirar o amor e a beleza, mas também causar dor e sofrimento. Pode ser caracterizada pela sociedade como um estilo de liderança que se destaca pela capacidade de inspirar e motivar seus seguidores a alcançar objetivos significativos e superar desafios.

e) Atena: a deusa da guerra, sabedoria, indústria e das artes, demonstra o domínio da lei e da misericórdia. Segundo Hersey e Blanchard (1986), Atena tem as características de uma liderança situacional, que se concentra na ideia de que o estilo de liderança mais eficaz pode variar de acordo com a situação e as necessidades dos liderados. Portanto, um líder situacional deve ser capaz de adaptar seu estilo de liderança de acordo com as circunstâncias específicas.

Sendo assim, podemos dizer que a eficácia de um estilo de liderança depende do contexto e das características da equipe. Líderes eficazes são flexíveis e capazes de adaptar seus estilos de liderança para atender às necessidades específicas, combinando elementos de diferentes abordagens, conforme apropriado. O reconhecimento das forças e limitações de cada estilo de liderança é fundamental para a tomada de decisão em equipes de forma eficaz.

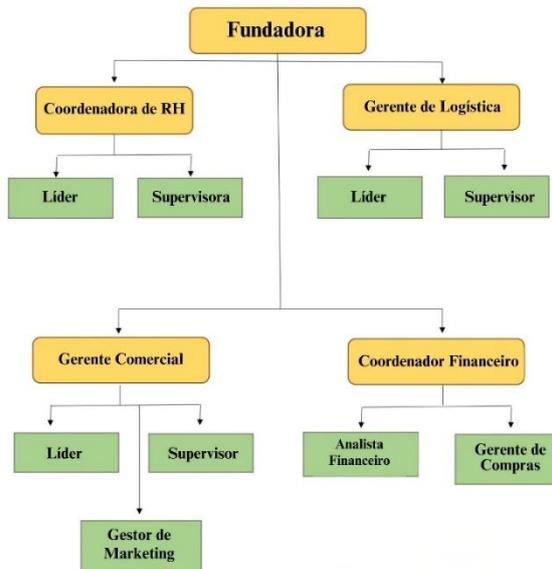
3. MATERIAL E MÉTODOS

A instituição escolhida nesta pesquisa, é uma empresa focada em cosméticos, perfumes e higiene pessoal e foi fundada em 1985 com o início de suas atividades na primeira loja inaugurada no bairro do Tatuapé na zona leste de São Paulo. Três anos depois, estreou-se mais duas lojas franquizadas no bairro Vila Formosa e São Miguel Paulista, também em São Paulo. Hoje, a franquia conta com 38 unidades de lojas físicas, com atendimento ao cliente final e três espaços do revendedor, tendo cerca de 16.000 revendedoras cadastradas. Há também um setor de venda por ligação, a Força de Venda Local e um escritório, uma central com equipes bem definidas entre os departamentos de Comércio, Financeiro, Compras, Administrativo, Departamento Pessoal, Fiscal, Logística e Diretoria.

A empresa tem como missão ser referência na rede de franquias, através do desenvolvimento pessoal e profissional de seus colaboradores e da fidelização de seus clientes, assim buscando crescimento e rentabilidade acima da rede. Sua Visão como empresa, é ser um grupo empresarial com espírito familiar, ser rentável e confiável em seu segmento. Credibilidade é o valor da organização. Manter uma relação ética, transparente e respeitosa com seus parceiros e colaboradores.

Para melhor visualizar a disposição de cada setor com seus respectivos cargos, apresentamos a seguir o organograma da empresa, que é composta por sua Fundadora (CEO), uma coordenadora de RH e um Gerente de Logística, além de um gerente comercial e um coordenador financeiro.

Figura 1. Organograma da Empresa



Fonte: Autores, 2023

3.1. O Líder Analisado

O líder a ser analisado é do gênero masculino, atualmente com 40 anos de idade e que ocupa na empresa aproximadamente dois anos no cargo de Supervisor de Logística. Nossa percepção inicial é de que ele é muito experiente no cargo, pois veio de uma multinacional. O mesmo nos responde que todos seus conhecimentos e habilidades foram adquiridos de forma prática e também por meio de sua formação acadêmica, como técnico em Logística e bacharel em Administração. Este líder tem uma personalidade forte e fala calma, mas consegue migrar entre a gentileza e uma posição mais firme. Tem a capacidade de identificar as particularidades dos colaboradores para os tratar da melhor forma possível para levar a um objetivo comum, quando necessário, usa da linguagem informal para se aproximar mais dos funcionários ou reforçar algum ponto. Se preocupa com o desenvolvimento de seus colaboradores, e deseja que eles se tornem líderes um dia. Tem o costume de dar feedbacks positivos e negativos,

individualmente, mas quando necessário também apresenta um feedback geral para a equipe. Como características marcantes, é um líder extremamente habilidoso em Relações Interpessoais, sabe parar para escutar seus membros de equipe, e costuma permitir que os colaboradores trabalhem de forma livre, contudo, quando necessário, é rígido com suas ideias para que o setor “não saia de seu controle”.

3.2. Estudo de Caso

Nesta pesquisa, utilizamos a metodologia quantitativa usando um questionário sobre liderança e cultura organizacional, do autor Charles Handy como base principal. O questionário é dividido em 9 grupos de perguntas em que, em cada grupo há perguntas com afirmativas de “A” a “D”, que devem ser respondidas em uma escala de 1 a 4, em que “1” representa o mais correto, “2” medianamente correto, “3” razoavelmente correto e “4” aquém, é o menos correto. As perguntas foram respondidas pelo líder da empresa analisada e pelo colaborador da empresa e que faz parte dos autores deste estudo.

De acordo com o questionário de Charles Handy (1994), dependendo da quantidade de alternativas respondidas pelo líder questionado, podemos relacionar com o deus grego, segundo a teoria apresentada em seu livro Deuses da Administração.

Segundo Charles Handy (1994), as escalas de 1 a 4 representam um Deus grego descrito no livro Deuses da Administração. A escala número 1, representa uma cultura do clube de Zeus. Já a escala número 2 retrata a cultura da função de Apolo. O grau 3 reflete a cultura de tarefa de Atena. E por fim, a medida número 4 significa uma cultura existencial de Dionísio.

Tabela 1 – Respostas do Líder da Empresa Estudada

Questão	A	B	C
1	3	2	1
2	1	3	3
3	4	1	1
4	3	3	3
5	2	2	3
6	1	3	3
7	4	1	2
8	4	1	1
9	3	3	3
TOTAL	25	19	20

Fonte: Autores, 2023

Como visto na Tabela 1, as nove questões onde eram dadas 4 alternativas de A à D, descritas situações em que o líder responde com escalas dito acima de 1 a 4 representando o mais correto ao menos correto. Apresentamos nesta tabela, somente os três primeiros colocados, como suas respectivas somas, em que observamos que o item B equivale à característica que mais se assemelha ao líder, com um total de 19 pontos.

Tabela 2 – Respostas do Colaborador da Empresa

Questão	A	B	C	D
1	3	1	1	1
2	3	3	1	1
3	4	1	1	3
4	4	2	2	1
5	3	2	2	1
6	3	3	1	4
7	1	3	3	4
8	1	1	1	2
9	4	3	2	3
TOTAL	26	19	14	20

Fonte: Autores, 2023

Na Tabela 2, segue-se o mesmo intuito da Tabela 1. O questionário com as mesmas 9

questões e dentro delas 4 alternativas de A à D descrevendo situações, que desta vez, o colaborador respondeu de acordo com as escalas representadas no texto acima.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os resultados das Tabelas 1 e 2 acima, podemos analisar que as respostas entre o líder e o colaborador são parecidas, porém pode afetar o resultado entre a visão de ambos os questionados.

Portanto, diante dos resultados da Tabela 3, podemos dizer que na visão do líder, a empresa tem uma prevalência maior de seguir a cultura de existência de Dionísio com o apoio da cultura de função de Apolo.

Tabela 3 – Resultados e Análise

Questão	Líder	Colaborador
1	11	14
2	7	6
3	15	11
4	3	5
TOTAL	36	36

Fonte: Autores, 2023

Visto que os resultados não tiveram grande diferença em comparação as respostas do líder e do colaborador, podemos dizer que na visão do funcionário, prevalece também na cultura de existência de Dionísio e na cultura de função de Apolo (HANDY, C. 2012).

Em geral, podemos concluir que na visão do colaborador e na visão do líder ambos veem a liderança de uma mesma forma.

5. CONCLUSÃO

Ao decorrer do trabalho pode-se comprovar que realmente o líder afeta os

colaboradores de sua empresa, gerando um clima organizacional de qualidade ou não, que motiva seus funcionários e gera produtividade ou um clima calamitoso que engole as qualidades de seus colaboradores, fazendo com que fiquem infelizes dentro da empresa diminuindo a sua produtividade.

As discussões sobre teorias de liderança e motivação, como a hierarquia das necessidades de Maslow, as Teorias X e Y de McGregor, demonstram a complexidade e a diversidade de abordagens que os líderes podem adotar. Além disso, a conexão entre arquétipos de deuses mitológicos e tipos de liderança oferecem uma perspectiva única para entender e aplicar esses conceitos.

É crucial que as organizações reconheçam a importância de desenvolver líderes eficazes, capazes de se adaptar às necessidades e contextos específicos. A liderança não é uma abordagem única e infalível, mas sim um conjunto de habilidades que requer flexibilidade e adaptação.

Portanto, para melhor gerir uma empresa e identificar um problema muitas vezes considerado "invisível", é fundamental compreender como o estilo de liderança afeta o clima organizacional. Logo, ter realizado uma pesquisa quantitativa, dedicando-se a um estudo de caso usando o questionário proposto por Charles Handy, foi de extrema importância, pois, se pode mostrar que o líder estudado tem a visão que a empresa tem uma tendência a seguir a cultura de existência de Dionísio com apoio da cultura de função de Apolo, enquanto o colaborador acaba tendo a mesma visão.

A gestão de equipes é um desafio contínuo, e a liderança desempenha um papel central nesse processo. Ao reconhecer a

importância do clima organizacional e o impacto do líder sobre ele, as organizações podem posicionar-se de forma mais competitiva no mercado e promover um ambiente de trabalho mais produtivo e motivador para seus colaboradores. A liderança eficaz é uma peça-chave no quebra-cabeça do sucesso empresarial e no desenvolvimento de uma cultura organizacional saudável.

Referências

BOOG, Gustavo. **Manual de treinamento e desenvolvido da ABTD**. São Paulo: Makron Books, 2001.

CORTELLA, Mario Sergio. **Quem sabe faz a hora! Iniciativas decisivas para gestão e liderança**. 1ª edição. São Paulo: Planeta, 2021.

DORON, R. ; PAROT, R (Org). **Dicionário de psicologia**. São Paulo: Ática, 1991.

HERSEY, P; BLANCHARD, K.H. **Psicologia para administradores: a teoria e as técnicas da liderança situacional**. São Paulo: EPU, 1986.

HANDY, Charles. **Deuses da Administração: Como enfrentar as constantes mudanças da cultura empresarial**. .5ª edição. São Paulo: Saraiva, 2012 (p. 81).

MASLOW, Abraham H. **A Theory of Human Motivation**. Nova Iorque: www.bnpublishing.com, 2017.

MCGREGORM, Douglas. **Os Aspectos Humanos Da Empresa**. Lisboa: Livraria Clássica Editora, 1965.

NOVO, Damáris V. **Liderança de equipes**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2008.

Estudo e Análise da Ergonomia no Ambiente *Home Office* *Study and Analysis of Ergonomics in the Home Office Environment*

Geicy Ellen de Aguiar Veiga Souza¹
geicy.veiga@fatec.sp.gov.br

Vinicius Rodrigues da Silva¹
vinicius.silva383@fatec.sp.gov.br

Lea Paz da Silva¹
lea.silva3@fatec.sp.gov.br

Jose Abel de Andrade Baptista¹
abel@fatec.sp.gov.br

1 – Faculdade de Tecnologia da Zona Leste | Fatec Zona Leste

Resumo: A pesquisa foi realizada em uma empresa multinacional, com parte de um setor para verificação e análise da aplicação do sistema de ergonomia no escritório home office dos colaboradores da empresa, onde visa saber onde eles têm errado e se tem ou não aplicado a verba designada pela empresa para aquisição dos materiais necessários para a montagem do escritório seguindo todas as normas do código ergonômico. Visto isso, foi feito um questionário pelo aplicativo *forms*, onde obtivemos a resposta de 21 colaboradores de um determinado setor da empresa, para ser aplicada a análise e obtermos as respostas necessárias para o relatório a ser apresentado. Dadas todas as informações conseguimos concluir que o aproveitamento e utilização dela no geral, é de ótima resolução, pois poucos são os aspectos que necessitam de melhoria. Concluindo que no geral a empresa tem feito um excelente trabalho na orientação de seus funcionários diante do aspecto ergonômico. Ao findar, ainda sugerimos um modelo padrão de escritório que não traria danos à saúde do colaborador, como forma de maquete exemplificado pelo aplicativo *SketchUp*.

Palavras-chave: Ergonomia, *Home Office*, Escritório, Funcionários, Afastamento.

Abstract: *The research was carried out in a multinational company, with part of a sector to verify and analyze the application of the ergonomics system in the home office of the company's employees, where it aims to find out where they have gone wrong and whether or not they have applied the designated amount by the company to acquire the materials necessary to set up the office following all the rules of the ergonomic code. Given this, a questionnaire was carried out using the forms application, where we obtained responses from 21 employees from a specific sector of the company, to apply the analysis and obtain the necessary answers for the report to be presented. Given all the information, we were able to conclude that the use and use of it in general is excellent, as there are few aspects that require improvement. In conclusion, in general, the company has done an excellent job in guiding its employees regarding the ergonomic aspect. At the end, we still suggested a standard office model that would not harm the employee's health, as a model exemplified by the SketchUp application.*

Keywords: *Ergonomics, Home Office, Office, Employees, Leave of absence.*

Recebido em
06 nov. 2023

Aceito em
15 fev. 2024

Publicado em
27 mar. 2024

<https://git.fateczl.edu.br>
e_ISSN
2965-3339
DOI
10.29327/2384439.2.2-8

@_GIT
Advances in Global
Innovation & Technology
Volume 2
Número 2
São Paulo
Março
2024



1. INTRODUÇÃO

A relação entre o ambiente de trabalho e a Ergonomia não vêm dos dias de hoje, as primeiras definições e ideias acerca do assunto datam de 1857, segundo o cientista polonês Jarsyembowsky (1857) A ergonomia como ciência do trabalho requer que entendamos a atividade humana em termos de esforço, pensamento, relacionamento e dedicação (apud Vidal (2000)), já que consiste diretamente na maneira que trabalhadores executam suas funções dentro de seu ambiente de trabalho. A empresa com a qual trabalharemos é uma multinacional que atua no ramo de produtos e serviços voltados para as residências, produtos de higiene e limpeza em geral. A empresa possui marcas muito conhecidas em nosso dia a dia. Como toda empresa que tem seu mercado voltado para o público geral, existem processos e áreas que exigem uma grande mobilização de funcionários, seja numa linha de produção ou em suas partes mais internas, administração, marketing etc. Observando este fato, temos que a Ergonomia se faz presente em boa parte da empresa e afeta grande parte dos colaboradores, senão todos, pois a mesma pode ser aplicada de diversas maneiras, ao observar-se um grande desgaste, seja físico ou mental em determinada atividade.

Sendo assim, Ergonomia não se aplica à apenas um ou dois funcionários, mas sim a toda empresa, já que trata do bem-estar de todos, da segurança em realizar suas tarefas e funções sem que haja um enorme desgaste. E aí que se encontra o maior problema, como garantir que todos dentro da empresa conheçam o conceito de Ergonomia, que o apliquem corretamente em suas funções, como evitar a sobrecarga de atividades, o desgaste em excesso e um possível e quase iminente afastamento por

motivos médicos e psicológicos, e como analisar se o ambiente de trabalho fornece e garante que existam condições favoráveis para a realização das funções de modo seguro.

A pesquisa tem por objetivo, a análise das condições de trabalho tanto presencial, como home office da empresa, observando que ela já possui técnicas de manutenção da ergonomia de seus funcionários, inclusive fornecendo uma ajuda de custo e auxiliando com equipamentos para colaboradores que realizam suas funções de suas casas, além de soluções para possíveis adversidades. Utilizando o estudo sobre a ergonomia de trabalho, apresentaremos um plano onde o ambiente de trabalho como móveis, ambientação e iluminação; serão analisados e adaptados para melhores condições, além de toda carga e demanda de trabalho para que assim não haja desconforto nem sobrecarga entre os colaboradores, não prejudicando sua postura, saúde física, ocular e mental. Tendo de fato comprovação científica de que, executando todos os pontos apresentados acima, conseguiremos não só uma saúde mais elevada dos trabalhadores, como também teremos uma melhoria positiva em relação à qualidade na produção, influenciando diretamente na demanda a ser produzida.

Esta estabelece a relevância do tema da ergonomia no ambiente de trabalho, destacando sua história e importância, sendo necessária sua aplicação. Além disso, ela ressalta a ampla aplicabilidade da ergonomia em diversos aspectos da empresa e como isso afeta o bem-estar e a produtividade dos colaboradores. Também se identifica um problema crucial: a necessidade de garantir que todos na empresa compreendam e apliquem os

princípios da ergonomia, evitando sobrecargas e afastamentos por motivos de saúde física e mental. Portanto, a pesquisa busca solucionar esse problema e avaliar se os métodos já aplicados estão sendo seguidos corretamente, propondo um plano de melhoria das condições de trabalho, com base em evidências científicas, visando não apenas a saúde dos trabalhadores, mas também a qualidade da produção.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Ergonomia

Como tema principal e fundamental, apresentamos a Ergonomia, ciência que busca avaliar as condições físicas e mentais do ser humano ao desempenhar quaisquer atividades, sejam estas dentro de seu ambiente de trabalho, ou até mesmo realizando atividades básicas em sua casa. Voltando-nos diretamente para a situação problema proposta, analisar se os colaboradores da empresa GTEX mantém uma relação harmônica com esta ciência e se aplicam corretamente os recursos proporcionados pela empresa para o bem-estar dos mesmos, Vidal (2000, p.4):

Em sua atividade de trabalho o ser humano interage com os diversos componentes do sistema de trabalho: com os equipamentos, instrumentos e mobiliários, formando interfaces sensoriais, energéticas e posturais, com a organização e o ambiente formando interfaces ambientais, cognitivas e organizacionais. O ser humano, com seu organismo, sua mente e sua psiquê realiza essas interações de forma sistêmica, cabendo à Ergonomia modelar essas interações e buscar formas de adequação para o desempenho confortável, eficiente e seguro face às capacidades, limitações e demais características da pessoa em atividade.

Pode-se observar a importância de boas políticas relacionadas a Ergonomia, além do mais, a empresa com a qual estamos trabalhando possui funcionários tanto presencialmente como em home office, o que torna esta situação ainda mais delicada, já que diversos problemas de saúde podem vir a ocorrer, como por exemplo, disfunções posturais, perdas de audição, visão, táteis, cognitivas etc.

2.2 Análise Ergonômica do Trabalho (AET)

Tendo em vista, a solução da situação problema, podemos aplicar uma AET (Análise Ergonômica do Trabalho), segundo os Professores e Doutores FERREIRA. Mário S. e RIGHI. Carlos Antônio Ramires, notas de aula da PUCRJ, Ponto 02, (2009). “A Análise Ergonômica do Trabalho - AET é uma intervenção, no ambiente de trabalho, para estudo dos desdobramentos e consequências físicas e psicofisiológicas, decorrentes da atividade humana no meio produtivo.” Ou seja, tem por objetivo, analisar a situação problema, observar as irregularidades e buscar métodos e ajustes que levem a uma melhora nas condições presentes e que evitem da melhor forma o desgaste dos colaboradores ao realizarem suas tarefas.

Sendo assim, os objetivos desta pesquisa se apresentam com uma importância significativa para uma melhora na qualidade de vida dos funcionários da empresa, fiscalizar se os mesmos aplicam seus recursos de maneira correta e buscam corrigir suas falhas, sejam físicas ou mentais, pode garantir uma evolução significativa nas condições de trabalho e na produção e entrega de resultados, já que ambos caminham de mãos dadas.

Pode-se pontuar uma linha de raciocínio na qual devemos seguir para obtermos uma maior eficácia nesta avaliação, observando por exemplo, a demanda de cada funcionário, a tarefa que o mesmo realiza, se é repetitiva ou não, se o mesmo possui as aptidões físicas necessárias para a realização das mesmas, neste caso específico, se os colaboradores procuraram adquirir equipamentos que possuam certificação ergonômica, no caso de utilizarem os recursos disponibilizados para montarem seus escritórios em suas casas, e se têm noção dos danos e riscos que podem estar correndo caso não sigam as prescrições indicadas para seguimento de normas relacionadas a Ergonomia.

2.3 Ergonomia no Trabalho

Conforme destacado no "*Manual de Ergonomía y Seguridad*" de ORTIZ. Maury Javier Rueda (2018, p.8),

As intervenções ergonômicas no âmbito da saúde ocupacional visam prevenir e corrigir as causas de acidentes e doenças, incluindo doenças músculo-esqueléticas, eliminando o esforço físico excessivo devido a posturas forçadas, movimentação de cargas e controle de gestos repetitivos; adequar o cargo ou elemento de trabalho às condições físicas e mentais do trabalhador, gerando sensação de conforto e bem-estar ao utilizar máquinas, ferramentas, elementos, equipamentos ou vestimenta de trabalho.

Esta citação enfatiza a importância da ergonomia do trabalho como uma disciplina essencial para garantir tanto o bem-estar dos colaboradores quanto a eficácia operacional das empresas. Ela destaca a necessidade de adequar o ambiente de trabalho às necessidades e características dos trabalhadores, ressaltando que a ergonomia não apenas

visa prevenir problemas de saúde, mas também contribuir para um desempenho eficiente e seguro no trabalho. Portanto, a aplicação de políticas e práticas ergonômicas é fundamental para promover um ambiente de trabalho saudável e produtivo, especialmente em um cenário em que o trabalho remoto se torna cada vez mais comum.

A AET envolve a observação minuciosa de todas as interações entre os trabalhadores e seu ambiente de trabalho. Ela busca entender como essas interações impactam a saúde e o desempenho dos funcionários, levando em consideração suas capacidades, limitações e características individuais.

Além disso, como mencionado no texto, a situação atual em que muitos colaboradores trabalham tanto presencialmente quanto em home office torna a ergonomia ainda mais crítica. A falta de atenção à ergonomia em ambientes de trabalho remoto pode levar a uma série de problemas de saúde, como dores musculares, lesões por esforço repetitivo, fadiga visual e mental, entre outros.

Portanto, ao analisar a situação problema proposta, é crucial considerar as seguintes etapas:

Identificar as demandas de trabalho de cada funcionário: Para entender as tarefas que cada um realiza, se há movimentos repetitivos ou não, e qual é o grau de exigência física e mental para executar essas tarefas; Adequar as condições de trabalho: Verificar se os colaboradores possuem equipamentos e mobiliários adequados para realização de suas tarefas de maneira ergonômica. Como a utilização de cadeiras, mesas e monitores que estejam de acordo com a política de

ergonomia; Conscientizar os funcionários e promover treinamento: Saber se eles estão cientes dos riscos ergonômicos e das recomendações para evitar problemas de saúde. Isso pode envolver treinamentos e palestras sobre ergonomia; Monitorar continuamente a execução da política ergonômica no meio de trabalho: Implementar um sistema de monitoramento que permita verificar regularmente as condições de trabalho e a satisfação dos funcionários. Isso pode incluir pesquisas de satisfação, observações periódicas e análises ergonômicas recorrentes; Intervir e ajustar: Caso sejam identificados problemas ergonômicos, é fundamental agir rapidamente para corrigi-los. Fazendo assim a adaptação do ambiente de trabalho, a compra de equipamentos ergonômicos ou a reorganização das tarefas.

A abordagem ergonômica para melhorar as condições de trabalho dos colaboradores da empresa é fundamental para garantir o bem-estar, a saúde e a produtividade. A AET é uma ferramenta valiosa nesse processo, permitindo uma análise profunda das interações entre os funcionários e seu ambiente de trabalho, e a implementação de medidas corretivas necessárias para criar um ambiente mais saudável e eficiente. Investir em ergonomia não apenas beneficia os funcionários, mas também contribui para o sucesso da empresa como um todo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa seguirá uma abordagem multidisciplinar, combinando métodos qualitativos e quantitativos para obter uma compreensão abrangente da situação ergonômica. O plano metodológico será

dividido em duas etapas principais: coleta de dados para análise ergonômica e desenvolvimento de plano de melhoria ergonômica.

Será realizada uma coleta detalhada de dados por meio de um questionário *Forms* da plataforma Microsoft, incluindo observações no local de trabalho. Com base nos dados coletados, será desenvolvido um plano abrangente de melhoria ergonômica.

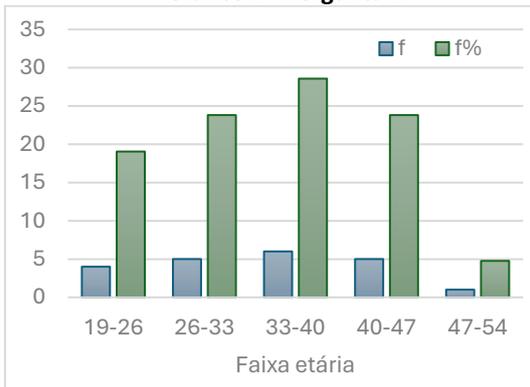
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo em vista a obtenção de resposta dos funcionários em relação ao uso devido ou não do valor pago pela empresa para a obtenção dos materiais para escritório em home office, elaboramos um questionário com 13 perguntas, e enviamos para o setor da empresa que há maior incidência de cargas horárias em trabalho à distância. Essa pesquisa foi feita através de um questionário de pesquisa online pela plataforma do *Google Forms*, onde ele foi dividido em três seções: Estudo de Caso - Ergonomia no Ambiente de Trabalho Home Office; Saúde e Bem-Estar; Home Office. Com essa separação de seções pôde-se responder com base no que foi solicitado, diminuindo assim a chance de erro de interpretação. Visando também a privacidade e obtenção de respostas sinceras, aplicamos o questionário de forma anônima, sem obtenção de nomes ou endereços de e-mail, sendo enviado um link pelo e-mail corporativo de cada funcionário e reforçado pela plataforma WhatsApp. Com ela coletamos 21 respostas, a qual disponibilizamos abaixo, gráficos e tabelas para análise de resultados.

4.1.1 Estudo de Caso - Ergonomia no Ambiente de Trabalho Home Office

Na primeira pergunta foi questionada a idade dos funcionários, sendo assim, podemos observar a partir da Frequência Relativa (FR) que a maior parte possui idade superior a 33 anos, totalizando em 57,14% dos entrevistados.

Gráfico 1 – Pergunta 1



Nesta, visando a análise de um modo geral do trabalho desenvolvido dentro da empresa, obtivemos a análise conforme mostrado nos gráficos 2 e 3:

Podemos observar que a concentração maior de funcionários, trabalham no modelo híbrido, ou seja, alternam entre desenvolver suas respectivas atividades dentro da empresa e em casa. Sendo assim analisado que 76,2% dos trabalhadores deste setor recebem o auxílio da empresa para a compra dos materiais necessários, diminuindo assim as chances de acidente de trabalho devido à más condições de uso.

Na pergunta a seguir, apesar da iniciativa da empresa e do comprometimento da mesma com a saúde e bem-estar dos colaboradores, ainda podemos analisar que de fato apenas 14 de 21 dos mesmos já ouviram falar sobre ergonomia e realmente sabem do que se trata.

Gráfico 2 – Pergunta 2

Como funciona sua carga horária de trabalho?

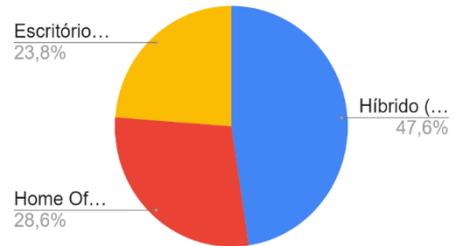
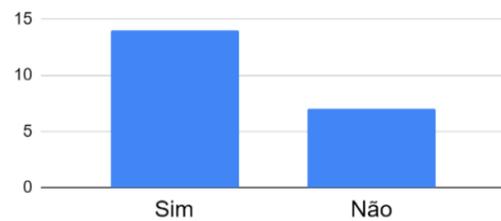


Gráfico 3 – Pergunta 3

Contagem de Você sabe o que é Ergonomia no ambiente de trabalho?



4.1.2 Saúde e Bem-Estar

A partir daqui, já conseguimos ver mais detalhadamente o baixo desconforto de 6 dos 21 colaboradores da empresa durante a execução das tarefas em sua carga horária de trabalho. Apontando que não há tantos problemas durante elas, mas que podem ser implantadas algumas melhorias a respeito, onde analisaremos este quesito nas demais perguntas para saber como podemos evoluir para excelente o conforto, reduzindo ainda mais os danos.

Na quinta pergunta, apenas 28,6% do público entrevistado sente desconforto na visão durante o trabalho, esse desconforto pode ser dado pela tela de computador não estar adequada à altura da visão, a má iluminação do local ou possíveis problemas de visão a serem desenvolvidos, tudo isso de acordo com o “Manual de Ergonomia do Trabalho” já citado anteriormente.

Gráfico 4 – Pergunta 4



Gráfico 5 – Pergunta 5



Analisando o gráfico da sexta questão, podemos concluir que, apesar da baixa porcentagem de desconforto no ambiente de trabalho, ainda assim o número de colaboradores com dores frequentes nas costas é razoavelmente alto, chegando a 47,6% dos entrevistados. Podendo ter relação com a má postura durante a execução das tarefas, ou até mesmo pela mobília inadequada para horas de trabalho.

O local de trabalho também é algo que pode influenciar e muito na saúde mental dos funcionários. Sendo assim um ambiente acolhedor e motivacional, é o ideal para ser desenvolvido e aplicado para prevenção de riscos à saúde. De acordo com o nosso gráfico da pergunta número sete, isso vem sendo aplicado de uma maneira muito eficaz pela empresa.

Com base nos dados, podemos desenvolver quais as melhorias necessárias para serem executadas e onde está a falha em relação à aplicação do dinheiro

disponibilizado pela empresa para a obtenção de materiais e mobílias para o trabalho home office.

Gráfico – Pergunta 6

Contagem de Sente dores frequente nas costas?

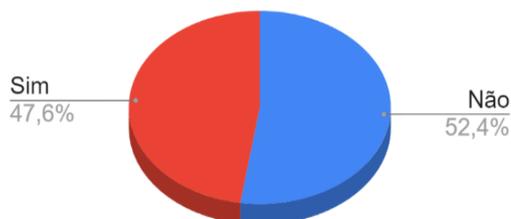
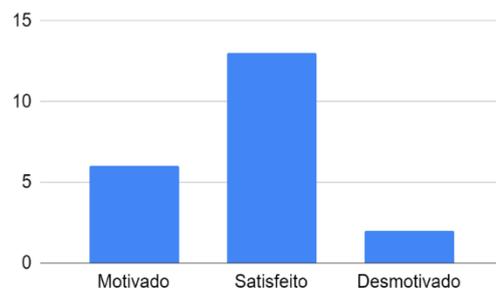


Gráfico 7 – Pergunta 7

Como se sente no seu ambiente de trabalho?



Em geral de acordo coma oitava questão, na pesquisa executada os colaboradores sentem que não há problemas com baixa iluminação no ambiente onde é realizado o trabalho, assim não impactando de maneira geral no seu rendimento, pois apenas 9,5% dos colaboradores reclamaram de má iluminação.

As plantas aumentam a produção de oxigênio, deixando o ar mais limpo, elas diminuem o estresse no ambiente trazendo calma e maior produtividade deixando assim mais aconchegante o ambiente de trabalho. Todos esses benefícios já foram comprovados cientificamente por uma pesquisa feita na “Universidade de Hyogo no Japão”.

Com base na análise do gráfico da nona pergunta, cerca de 42,9% dos

colaboradores não possuem nenhum tipo de planta no seu ambiente home office, posto isso, conclui-se ser um número muito grande dos que ainda não aderiram a melhora do ar ambiente. Mesmo não sendo algo tão trivial e não sendo óbvio muitas das vezes, é algo que consegue trazer melhorias significativas nos benefícios.

Gráfico 8 – Pergunta 8

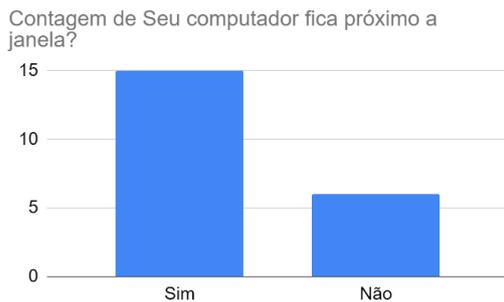


Gráfico 9 – Pergunta 9



Na décima questão, de acordo com o estudo da ergonomia, o computador próximo à janela, não é considerado uma boa opção na hora de montar seu escritório, pois o forte brilho da luz do sol pode comprometer significativamente a sua visibilidade, tendo também como problema os ruídos que podem atrapalhar a concentração causados por fatores externos. Visto isso analisamos que cerca de 15 dos contratados não se atentaram a essas falhas na hora de montar o escritório, o que pode contribuir e muito para o desconforto posterior.

Com uma mesa de altura favorável, onde permita que seu computador fique à altura de seus olhos e que você não fique curvado ou esticado demais, impacta diretamente na maneira em que você irá lidar com a sua saúde futuramente, evitando a curto prazo, dores nas costas, na nuca e no corpo, e mais adiante problemas na coluna e cervical. Logo na décima primeira pergunta, apenas 6 dos contratados não possuem a mesa na altura ideal para a realização da tarefa a ser executada em home office.

Gráfico 10 – Pergunta 10

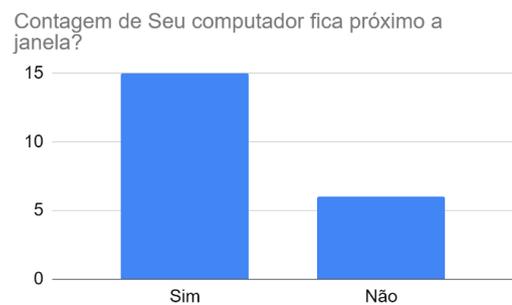


Gráfico 11 – Pergunta 11



Dado o gráfico da décima segunda pergunta, cerca de 38,1% dos entrevistados, ainda não adquiriram uma cadeira ergonômica para escritório, dificultando assim o seu desempenho nas ações a serem feitas por ele e prejudicando assim a sua postura, sendo um forte aliado para a contribuição das dores frequentes nas costas.

As pausas, até mesmo aquelas para tomar o famoso “cafezinho” já ajudam na questão da exercitação. Elas contribuem positivamente para que haja a circulação sanguínea, melhorando a disposição e evitando desconfortos como formigamento, má circulação sanguínea e desconforto nas pernas, braços e abdômen.

Aqui já pode ser analisado que dentre a pesquisa, foi apontado que cerca de 47,6% dos funcionários não fazem essa pausa e que apenas 9,5% seriam por falta de tempo, sendo analisado que a maior parte do todo, não contribui para melhoras significativas na circulação sanguínea e não evitam o desconforto de estar várias horas na mesma posição, mesmo sendo permitido essas pausas pela empresa.

Gráfico 12 – Pergunta 12

Utiliza de cadeiras apropriadas para escritório? (Modelo ergonômico)

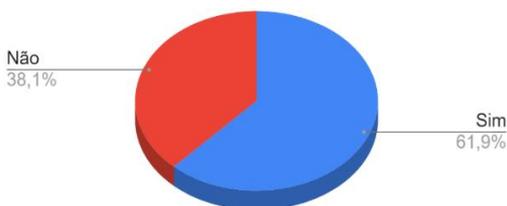
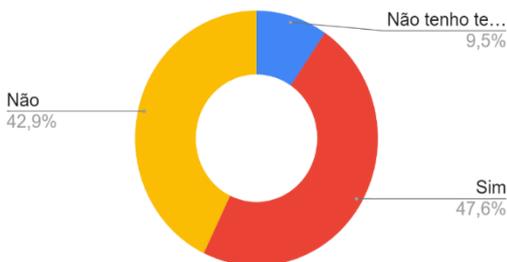


Gráfico 13 – Pergunta 13

Faz pausas regularmente para se exercitar? (Alongar, esticar as pernas, tomar café)



4.2 Desenvolvimento de Plano de Melhoria Ergonômica.

Com base nas informações coletadas, dos dados apurados e após análise deles, apresentamos uma lista com equipamentos ergonomicamente testados e aprovados ideais para uso em escritórios, auxiliando assim os funcionários na aplicação correta dos fundos disponibilizados pela empresa para aquisição destes produtos.

a) Cadeira Presidente Anima

Este modelo se apresenta como um dos que possui uma qualidade excelente e é super indicado para trabalhos em Home Office, possuindo uma estrutura ergonômica completa.

Marca: Anima; **Dimensões:** 75 x 40 x 65 cm; **Peso máximo:** 100 kg; **Preço:** a partir de R\$745,90.

b) Mesa Escrivaninha Industrial

Este modelo de mesa se encaixa dentro dos padrões ergonômicos, os quais dizem que uma mesa ergonômica deve possuir no mínimo 70cm de altura e no máximo 74cm, além de possuir ótima avaliação e ótimas recomendações.

Marca: Trevalla; **Forma:** Retangular; **Design de mesa:** Escrivaninha; **Dimensões do produto:** 60 x 135 x 74 cm; **Preço:** a partir de R\$ 276,90.

c) Iluminação: Lâmpadas Led

As melhores lâmpadas e as indicadas ergonomicamente para escritórios são as lâmpadas Led, pois não afetam as capacidades cognitivas dos funcionários e mantém o ambiente bem iluminado, trazendo diversos benefícios. As mesmas podem ser associadas a luminárias do gosto do funcionário. **Preço:** a partir R\$ 9,70 cada.

d) Plantas no ambiente de trabalho

Uma pesquisa realizada pela Universidade de Hyogo, no Japão apontou que as plantas não servem apenas como decoração num ambiente de trabalho, mas podem até mesmo diminuir o stress e reduzir os batimentos cardíacos, além de filtrarem o ar, a seguir estão algumas das plantas listadas na pesquisa: Clorofito, Babosa, Samambaia, Suculentas, Palmeira-Leque. **Preço:** varia de acordo com tamanho, espécie e tipo de plantas. Mas temos no mercado plantas a partir de **R\$ 3,00** unidade.

e) Suporte para Notebook

Estes equipamentos são essenciais na composição de um escritório baseado em políticas ergonômicas, já que é justamente utilizado para regular a posição do principal instrumento de trabalho dos funcionários, o Notebook. Existem uma série de suportes, dos mais variados tipos e tamanhos, ou seja, deve-se escolher um suporte que seja compatível com seu equipamento. **Preço:** a partir de R\$ 24,90.

Figura 1 – Sugestão de Equipamentos



Fonte: Amazon (2023)

Listados os materiais acima, também desenvolvemos um pequeno projeto em 3d para a melhor visualização de como seria um escritório home office "ideal" de acordo

com o Manual de Ergonomia do Trabalho. Utilizamos do programa *SketchUp* para a realização desse projeto, e dentro dele desfrutamos de todas as ferramentas básicas para a produção de uma sala simples de escritório para um ambiente mais calmo, aconchegante e acolhedor. Visando não comprometer a saúde e bem-estar dos colaboradores da empresa, este projeto foi elaborado e executado com esquemas em 3d de mobília existente no mercado, certificada e aprovada nos quesitos ergonômicos. Assim facilitando o entendimento e possível compra dos materiais utilizados no esquema projetado, dando ampla visão e compreensão do que está sendo apresentado como solução ao problema e facilitando assim, a vida no trabalho, saúde física e mental do contratado. Segue em anexo para compreensão como figura 6.

Figura 2 – Projeto 3d Escritório Home Office Ergonômico



Dado os elementos catalogados acima, temos descritos na imagem a iluminação do ambiente, que se encontra em um ambiente amplo e com janelas que facilitam a entrada de luz, sem comprometer a visão ou atenção do funcionário; temos também as luminárias de led, posicionadas logo acima do computador facilitando a claridade necessária para não danificar a visão por ficar exposto ao computador por longos períodos em ambiente mal iluminado; e a iluminação já padrão do local.

Logo, junto à iluminação, também possui uma mesa de modelo ergonômico em formato de L, dando mais espaçamento ao ambiente a ser executada as tarefas de trabalho e com altura ideal, evitando que o corpo fique curvado. Agregado à cadeira ergonômica, que facilita o encaixe do corpo e que, por longos períodos, não comprometeria a coluna e cervical do efetivo colaborador, podemos oferecer um maior conforto ao mesmo. Sobreposto a mesa, temos o suporte para notebook, onde facilita a visão do contratado, fornecendo a ele que o notebook esteja na altura ideal para a visão correta do indivíduo. E por fim, temos as plantas que farão a fotossíntese no ambiente, produzindo mais oxigênio e trazendo mais aconchego ao ambiente.

5. CONCLUSÃO

A ergonomia se apresenta como uma ciência que está presente em nosso cotidiano, apresentamos um estudo de caso baseado em uma empresa em específico, porém, ao avaliarmos as condições de trabalho dos funcionários, temos consciência de que esta rotina se faz presente em praticamente todas as empresas, o Home Office e os trabalhos híbridos se solidificaram no mercado após a pandemia, além de que esta ciência aborda o comportamento das pessoas sejam quais forem as atividades, dentro ou fora do âmbito de trabalho, analisando maus hábitos e costumes por parte dos colaboradores.

Mostramos a importância do conhecimento da Ergonomia e os impactos que sua não aplicação causam, problemas crônicos de saúde podem vir a aparecer ao longo do tempo, o que não é vantajoso nem para o funcionário, pois o mesmo irá

perder dias de trabalho, que certamente virão a ser descontados de sua folha salarial, e muito menos para as empresas, já que irão sentir falta da mão de obra e uma queda na produção devido à ausência do mesmo e analisamos o investimento dos fundos disponibilizados pela empresa para a aquisição dos equipamentos ergonômicos, que garantem o bem estar do funcionário.

Conforme nosso estudo apontou, não são todos os funcionários que conhecem o conceito de Ergonomia, e nem todos possuem equipamentos adequados e que estão dentro das especificações ergonômicas adequadas, mesmo orientados e recebendo auxílio financeiro da empresa, a preocupação aumenta quando observamos que é grande o número de pessoas que não realizam as pausas ao menos para estimular a circulação sanguínea, sendo assim, apresentamos nosso estudo de caso e análise destas condições, visando auxiliar a empresa como um todo, exemplificando a necessidade de melhorias na divulgação da ciência ergonômica e relacionamos os equipamentos ideais que atendem as políticas voltadas à ergonomia.

Nesta pesquisa foram apresentados estes resultados, porém, sugerimos que sejam realizados novos estudos e pesquisas para discussão de novos dados, melhorias e estratégias, visando sempre o bem-estar dos funcionários e da empresa, auxiliando na relação entre eles no dia a dia.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus por dar-nos a dádiva da vida, a nossas famílias por todo apoio incondicional, troca de informações e por toda ajuda e amparo nos momentos mais difíceis. Queremos

agradecer também a nossa professora orientadora, por todos os ensinamentos, dicas, orientações, correções e apoio incondicional para chegarmos ao desenvolvimento de fato deste artigo. A Fatec por nos proporcionar esta grande oportunidade de expressarmos nossos conhecimentos por meio do Encontro de Gestão e Tecnologia (EnGeTec) e assim gerar uma grande troca de ideias e ensinamentos entre os colegas e professores acerca dos mais variados temas, ocasionando um grande brainstorm.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Leandro. **Qual a melhor cadeira para home office.** Disponível em: <https://leandroabreu.com.br/melhor-cadeira-para-home-office/>. Acesso em 12 out. 2023.
- ALONZA. **Melhores mesas de trabalho para home office.** Disponível em: <https://alonza.com.br/melhor-mesa-de-trabalho-home-office/>. Acesso em 12 out. 2023.
- ATEC ORIGINAL DESIGN. **Luminárias para escritório:** Qual é o tipo ideal para cada ambiente. Disponível em: <https://www.atec.com.br/blog/escritorio/luminarias-para-escritorio-tipo-ideal-para-cada-ambiente/>. Acesso em 12 out. 2023.
- EXAME. **5 motivos para que você tenha plantas no escritório.** Disponível em: <https://exame.com/casual/5-motivos-para-que-voce-tenha-plantas-no-escritorio/>. Acesso em: 12 out. 2023.
- FERREIRA, Amanda Aparecida; SILVA, Edvan da; RODI, Felipe Almeida; ROQUE, Lucas Bernardo; LIMA, Roberta Cariri; ROQUE, Tayna Bernardo. **Ergonomia no Ambiente de Trabalho – Home Office.** (Monografia de Especialização). ETEC Prof.^a Anna de Oliveira Ferraz, Araraquara, 2021.
- FERREIRA, Leda Leal. Sobre a Análise Ergonômica no Trabalho ou AET. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, SP, v. 40 (131), p. 8 – 11, 2015.
- FERREIRA, Mario S.; RIGHI, Carlos Antônio Ramires. **Análise Ergonômica no Trabalho.** 2009. Rio Grande do Sul. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=ergonomia+no+trabalho&oq=ergonomia+no+. Acesso em 29 ago. 2023.
- KROEMER, Karl H. E.; GRANDJEAN, Etienne. **Manual de ergonomia:** Adaptando o trabalho ao homem. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- METRÓPOLES. **Estudo Mostra que ter plantas no ambiente de trabalho pode reduzir o estresse e aumentar a produtividade.** Disponível em: <https://www.metropoles.com/dino/estudo-mostra-que-ter-plantas-no-ambiente-de-trabalho-pode-reduzir-o-estresse-e-aumentar-a-produtividade>. Acesso em 12 out. 2023.
- ORTIZ, Maury Javier Rueda; Vélez, Mónica Zambrano. **Manual de Ergonomía y Seguridad.** 2ªed. Colombia. Alfaomega Columbiana S.A. 2018. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=f6FxEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR6&dq>manual+de+ergonomia&ots=1x-q18rmW2&sig=5uf3ryUiNnXAFcaUPTzfoDMbVaA#v=onepage&q>manual%20de%20ergonomia&f=false>. Acesso em 12 out. 2023.
- RICARDO, Hott Marina. Os Impactos da Ergonomia no *Home Office*: Uma Revisão Sistemática de Literatura. Monografia de Especialização. **Universidade Federal de Ouro Preto** – UFOP, 2022.
- SETUP. **Fatos Importantes ao Colocar seu PC de Frente pra Janela.** Disponível em: <https://setupbrasil.com.br/blog/fatos-importantes-ao-colocar-seu-pc-de-frente-para-janela/>. Acesso em: 12 out. 2023.
- VIDAL, Mario Cesar. Introdução à Ergonomia. 2000. Pós-graduação Lato Sensu. Fundação **COPPETEC (Grupo de Ergonomia e Novas Tecnologias)**, Rio de Janeiro, 2000. Disponível em

https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=ergonomia+&btnG=
Acesso em 29 ago. 2023.

Gestão do Transporte de Cargas e a Inteligência Artificial

Cargo Transport Management and Artificial Intelligence

Fernando Stival Hintze¹

Joao Pedro Miranda Ierardi¹

Renan Lima Costa¹

Victor Tadeu Vulcano¹

Roberto Giro Moori¹

roberto.moori@mackenzie.br

Roberto Gardesani¹

roberto.gardesani@mackenzie.br

Recebido em
03 out. 2023

Aceito em
15 fev. 2024

Publicado em
27 mar. 2024

<https://git.fateczl.edu.br>
e_ISSN: 2965-3339
DOI
10.29327/2384439.2.2-9

@_GIT
Advances in Global
Innovation & Technology
Volume 2
Número 2
São Paulo
Março
2024



1 - Universidade Presbiteriana Mackenzie

Resumo: Este estudo teve como objetivo explorar a integração da gestão de transporte de cargas e aplicativos desenvolvidos em inteligência artificial para atender às demandas de mercado. Para tanto, realizou-se uma pesquisa de natureza exploratória, com dados coletados por meio de um roteiro junto a cinco gestores de empresas de transportes de cargas e usuárias de aplicativos em inteligência artificial. Em um esforço para obter resultados mais acurados, a amostra de cinco gestores foi submetida ao método da reamostragem, com reposição, para 500 médias da amostra original, para a obtenção de erros padrão, intervalos de confiança e realização de testes de significância. A distribuição da reamostragem obtida, foram submetidos à regressão linear múltipla para prever um modelo teórico empírico para a gestão de transporte de cargas. Os resultados revelaram que todas as empresas que fizeram parte da pesquisa se utilizavam de tecnologias digitais para a operação de suas atividades, a gestão de transporte de carga e a inteligência artificial impactaram no desempenho, todavia, a inteligência artificial não moderou, em significância ($\alpha 0,05$), a relação entre gestão de transporte de cargas e o desempenho. Diante desses resultados pôde-se concluir que, nas redes complexas onde fabricante, modais de transporte, terminais de distribuição, entre outros, atuavam de forma fragmentada, e que existem janelas de oportunidades, por meio do uso de tecnologias digitais, gerar processos estratégicos inovadores de inteligência coletiva de mobilidade em transportes de cargas.

Palavras-chave: Gestão de transportes de cargas. Inteligência artificial. Desempenho de transporte de cargas.

Abstract: *This study aimed to explore the integration of cargo transport management and applications developed using artificial intelligence to meet market demands. To this end, exploratory research was carried out, with data collected through a script from five managers of cargo transport companies and users of artificial intelligence applications. In an effort to obtain more accurate results, the sample of five managers was subjected to the resampling method, with replacement, for 500 means of the original sample, to obtain standard errors, confidence intervals and carry out significance tests. The resampling distribution obtained was subjected to multiple linear regression to predict an empirical theoretical model for cargo transport management. The results revealed that all the companies that took part in the research used digital technologies to operate their activities, cargo transport management and artificial intelligence had an impact on performance, however, artificial intelligence did not moderate in significance ($\alpha 0.05$), the relationship between cargo transport management and performance. Given these results, it was possible to conclude that, in complex networks where manufacturers, modes of transport, distribution terminals, among others, acted in a fragmented way, and that there are windows of opportunities, through the use of digital technologies, to generate innovative strategic processes of collective mobility intelligence in cargo transport.*

Keywords: *Cargo transport management, Artificial intelligence, Cargo transport performance.*

1. Introdução

A *transformação digital* é um processo que envolve a utilização de tecnologias digitais para criar ou modificar modos de funcionamento dos negócios. A transformação digital aborda uma série de ferramentas eletrônicas que provoca mudanças comportamentais no interior da empresa (Sebrae, 2022) com a finalidade de solucionar problemas em arranjos organizacionais, de forma semelhante a um ecossistema de negócios, relacionados a planos estratégicos, processos produtivos e de gestão administrativa, cujas conexões se dão por meio de plataformas que potencializam a produtividade e a competitividade organizacional, de forma a tornar os planejamentos da empresa de forma simplificada. Nesse contexto tem-se a inteligência artificial como uma ferramenta capaz de gerar insights, onde o próprio sistema promove a capacidade cognitiva para responder perguntas, cujo algoritmo se retroalimenta de dados e, a partir deles, aprendem, cruzam informações e formulam respostas. Atua como um ser humano que, para se tornar especialistas em um assunto, estuda tudo sobre os problemas e soluções e armazenam as experiências, constituindo numa das principais aliadas da transformação digital das empresas.

A gestão do transporte de cargas envolve uma grande quantidade de informações diárias, em que a transformação digital, incluindo a inteligência artificial. Por meio do acesso às informações disponíveis em plataformas online e integradas em arranjos de ecossistema logístico (Lamberjohann & Otto, 2014), a inteligência artificial torna-se um recurso indispensável no cotidiano das transportadoras de cargas visto o notável crescimento de relacionamentos entre as

empresas de comércio eletrônico e as de transporte de cargas, para que a mercadoria adquirida online chegue ao consumidor com mais rapidez e tarifa o mais próximo de zero.

A empresa de transporte de cargas em arranjo de ecossistema logístico, pode-se obter soluções em eficiência e produtividade, que na prática se traduz em lucros. A inteligência artificial entra nesse cenário, uma vez que, empresas dotadas de ferramentas em inteligência artificial são capazes de absorver informações, interagir, decidir e aprender, sem a necessidade de programação.

Assim, partindo-se da premissa básica de que as empresas de transportes que se utilizam de recursos tecnológicos para ganhar tempo e eficiência na logística, este estudo teve como problema de pesquisa responder a seguinte questão: a inteligência artificial modera a relação entre a gestão de transporte de cargas e o desempenho?

O objetivo foi o de, inicialmente, testar o efeito da gestão de transporte de cargas sobre o desempenho de transporte de cargas e, posteriormente, avaliar o efeito moderador da inteligência artificial na relação entre gestão de transporte de cargas e o desempenho de transporte de cargas, de modo a evidenciar o protagonismo da interação da inteligência artificial com a gestão de transporte de cargas.

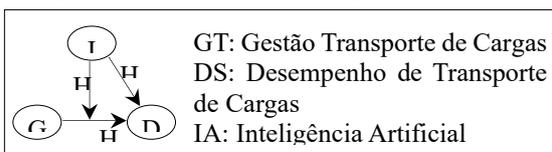
O artigo está estruturado da seguinte forma. A próxima seção é desenvolvida uma revisão da literatura e a lógica das relações substantivas do modelo teórico-empírico e as hipóteses. Na seção 3 são descritos os procedimentos metodológicos da pesquisa. Em seguida são mostrados a análise dos dados e resultados. Na última

seção são descritas as conclusões, implicações dos resultados, contribuições, delimitações do estudo e sugestões para pesquisas futuras.

2. Fundamentação teórica

A estrutura conceitual e as suposições (Vergara, 2016) foram baseando-se na teoria dos custos de transação (Coase, 1937; Williamson, 1985), na visão relacional da interorganização para a vantagem competitiva (Dyer e Singh 1998). O modelo conceitual que conecta a gestão de transporte de cargas, às técnicas da inteligência artificial e o desempenho de transporte de carga é mostrado na Figura 1. O modelo também é fundamentado na teoria da administração estratégica que enfatiza o desenvolvimento de vantagem colaborativa (Kanter 1994; Dyer 2000), como oposição à vantagem competitiva. Dentro do paradigma da colaboração, o mundo dos negócios é composto por uma rede de relacionamentos interdependentes desenvolvidos e fomentados com o objetivo de obter benefícios mútuos e crescentes (Paulraj & Chen, 2007).

Figura 1: Modelo teórico-empírico do estudo



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Nas seções seguintes, o artigo apresenta um breve suporte da literatura para os constructos teóricos, e a lógica das suposições entre as relações substantivas entre os constructos.

2.1 Gestão de transportes de cargas e o desempenho de transportes

O transporte é crucial para o desempenho logístico. Os departamentos de transportes comprometem e administram em torno de 60% dos custos logísticos de uma empresa comum. Os gerentes de transportes são responsáveis pelos arranjos referentes aos produtos a serem movidos de maneira econômica e em tempo hábil. A responsabilidade fundamental é determinar quais serviços de transportes deveriam ser desempenhados utilizando-se capacidade interna própria ou terceiros especializados. O ponto de partida é que os custos de transação é a consideração de que a empresa não possui apenas os custos de transportes e manuseio da carga, mas também os custos, de transação, decorrentes dos contratos e dos oportunismos em obter vantagens em benefício próprio, não se preocupando com questões éticas ou morais (Williamson, 1985).

As decisões sobre o uso de transportes próprios ou terceirizados não são totalmente diferentes das demais enfrentadas por outras áreas operacionais. Nos transportes, a diferença está no enorme impacto que suas operações têm sobre o desempenho logístico. À medida que as expectativas operacionais se tornam mais precisas, que os ciclos de desempenho ficam mais compactos em que as margens de erro são reduzidas a zero, as empresas de sucesso percebem que “não existe transporte de baixo custo”. Caso o transporte não seja administrado de maneira eficiente e eficaz, o desempenho dos setores de compras, produção e distribuição fracassarão no atendimento às expectativas (Bowersox et al., 2014).

Embora as decisões sobre transportes se manifestem automaticamente em uma variedade de formatos, as principais são a seleção do modal, a roteirização dos

embarques, a programação dos veículos e a consolidação dos fretes. Quando os serviços de transporte não são utilizados de maneira a proporcionar vantagem competitiva, a melhor opção é aquela obtida mediante a compensação do custo da utilização de um serviço de transporte com o custo indireto do estoque ligado ao desempenho do modal selecionado. Ou seja, a rapidez e confiabilidade afetam os níveis de estoques do embarcador e comprador (estoque de pedido e estoque de segurança) tanto quanto o nível dos estoques em trânsito entre as sedes do embarcador e do comprador. Quando se escolhem serviços menos ágeis e de menor confiabilidade, mais estoques aparecerão no canal. O custo de manutenção dos estoques pode estar compensado com o menor custo do serviço de transporte. Dadas as alternativas, o serviço preferido será aquele que oferecer os menores custos totais compatíveis com os objetivos dos serviços aos clientes e, ao mesmo tempo, se mostrar capaz de concretizar tais objetivos (Ballou, 2006).

Até certo volume é possível fazer operações manualmente ou com recursos tecnológicos básicos. Mas, quando a demanda aumenta, a tecnologia entra para resolver o problema e melhorar a operação. O nível de exigência aumenta. O prazo de três a cinco dias, que antes era bom, está ultrapassado. Hoje, o consumidor quer receber o produto no dia seguinte ou, no mesmo dia. Isso tem exigido novas fórmulas das empresas para atender aos novos requisitos (Pereira, 2022).

Diante de um cenário cada vez mais competitivo, as empresas de transporte de cargas têm que lidar com o aumento da produtividade, alcançar a eficiência e satisfazer clientes sem desperdiçar

recursos. A equação não é simples, mas soluções já começam a aparecer. O próximo desafio das empresas é transformar dados em informações – hoje ferramentas valiosas para os negócios. Segundo OESP (2017a), cerca de 50% de todos os dados mundiais foram criados no último ano, e menos de 0,5% foi analisado ou utilizado. Todos os dias, 5,5 milhões de novos equipamentos são conectados, e estima-se que serão 27 bilhões até 2025 (Pacete, 2022).

Não obstante acrescenta Krugman (2023), dados de produtividade mostram apenas os custos, não os benefícios, das regulações de segurança. O mesmo é verdadeiro em relação a regulações ambientais. Muitos, parte da redução na produtividade durante os anos 70, provavelmente, não representou uma perda de dinamismo, como mudança em prioridades – escolhas deliberadas para tornar locais de trabalho mais seguros e o ar mais limpo, mesmo em detrimento da produção. Portanto, medir a produtividade não é a única coisa que importa. O objetivo é melhorar a vida das pessoas. Isso com frequência é alcançado aumentando o PIB per capita, mas o PIB é um indicador, não um objetivo final. Uma economia maior poderia ser obtida desde que a disposição para respirar ar sujo e ter muito mais trabalhadores feridos não fosse empecilho – mas não se aceita essas contrapartidas (Krugman, 2023).

Diversas empresas brasileira oferecem soluções de gestão de frota por meio de plataformas online que geram economia como a gestão de suprimentos, permitir descontos na negociação direta entre o cliente e o posto, escolher o melhor caminho (roteirização) para cortar custos, gestão de frete, centralização de documentos e até gestão de multas e de segurança como monitorar as revisões e

manutenções preventivas dos veículos, seja de grande ou pequeno porte, evitando assim custos maiores com a reparação (OESP, 2022a).

Na perspectiva do desempenho, Hall (2002) argumenta que ele varia de acordo com a posição do gestor na empresa. Enquanto o gestor da produção privilegia o volume fabricado, o de vendas a variedade, e o de finanças produtos de alta lucratividade. Esta contradição de desempenhos resulta em desequilíbrio inerente ao modelo gerencial adotado. Em termos de empresas de transporte de carga, a manutenção de equilíbrio entre os elementos de gestão, processos e do ambiente em que a empresa opera é fundamental para a obtenção de desempenhos estabelecidos. Assim é de se supor:

H₁: Gestão de transporte impacta no desempenho de transporte

2.2 Inteligência artificial e o desempenho de transportes

As tecnologias digitais, entre elas a inteligência artificial, têm mudado as estruturas dos transportes de cargas brasileira, acompanhando a tendência mundial. Se no passado o diferencial estava no tamanho da frota de caminhões e na área atendida, hoje as empresas precisam apostar em sistemas sofisticados e automação para dar conta de uma demanda crescente e, ao mesmo tempo, garantir maior eficiência para os clientes (Pereira, 2022).

Isso porque o setor virou peça-chave dentro do planejamento estratégico das companhias na redução de custos – os custos logísticos representam 12% do faturamento bruto das empresas, dos quais 60% referem-se aos transportes de cargas.

Além disso, com as transformações digitais e o avanço do e-commerce, a velocidade na entrega tornou disputa no mercado para ver quem consegue chegar primeiro ao consumidor final. Para isso é preciso muita tecnologia no rastreamento do produto e na separação dos produtos, dando maior agilidade no processo.

O hábito das compras online ganhou forte impulso entre os brasileiros, é a maior importância dada à eficiência na logística (OESP, 2022b).

O prazo das entregas – ou de atendimento, no caso de serviços em domicílio – passou a exercer um peso bem maior no nível de satisfação dos clientes. Nesse sentido, recursos como big data, inteligência artificial e internet das coisas ajudam as empresas a ganhar maior eficiência.

Para as empresas, um transporte racional representa não apenas a perspectiva de vantagem financeira, mas também ganhos de sustentabilidade, já que envolve a redução da poluição provocada pelo uso de combustíveis. É um avanço bem-vindo numa época em que os parâmetros de sustentabilidade têm sido cada vez mais monitorados pelo mercado, em sintonia com as políticas ambiental, social e governança (ESG, 2023).

Quando se busca por maior eficiência nos transportes de cargas, a aliada principal das empresas é a tecnologia. Diante das demandas atuais e dos recursos disponíveis, lidar com uma série de informações simultâneas é uma tarefa que certamente precisa ir além das planilhas tradicionais. Ela deve ser vista como uma ferramenta chave no processo de facilitação dos fluxos de trabalhos.

A tecnologia não deixará de ser criada, o mundo não vai voltar para trás, mas não dá para ignorar que essa é uma máquina

aceleradora da concentração de riqueza. As nações precisarão se unir para entender como regular esse espaço e, muito provavelmente, sobretaxar a indústria digital para garantir melhor distribuição do bem-estar que a tecnologia constrói. Se o trabalho será menos necessário, que não seja à custa da miséria (Doria, 2022).

A inteligência artificial, que depende de dados, é hoje uma das principais aliadas da transformação digital para moldar-se as jornadas dos clientes com base em suas necessidades e preferências. Segundo Costa (2022) não basta mais ser *omnichannel*, é preciso de fato integrar os canais isolados – web, social, mobile, e-commerce, CRM e outras fontes de dados – para ter uma visão única do consumidor.

Não obstante, um grande obstáculo para a transformação digital diz respeito à parte humana. Por exemplo, o uso de aplicativo de locomoção em substituição do ‘guia’ é um processo que envolve tempo e aceitação. Atualmente, dificilmente um motorista de uma transportadora de carga, ou mesmo motorista de táxi, que conhece a distância e a topologia da cidade, para se movimentar pela cidade, deixaria de consultar um aplicativo de rotas (Getschko, 2023).

Não são só os canais e dados que precisam ser integrados dentro de uma empresa, mas também as pessoas que nelas trabalham. Assim, presume-se que a gestão estratégica de transporte tenha sido formulada, considera o problema de estrutura organizacional, o ambiente econômico, social e tecnológico em que a empresa opera. Esse método se enquadra na avaliação formal de Chandler (1962) de que a estrutura segue a estratégia, e a administração da empresa é o mecanismo por meio do qual a estratégia é concretizada.

Para a integração de fluxos de informação, equipes de logística, da cadeia de suprimentos e de comércio exterior passam muito tempo executando tarefas repetitivas, que envolvem preenchimento de planilhas de Excel, trocas de *emails*, ligações telefônicas e mensagens de *whatsapp*. Desenha-se o fluxo para integrar e automatizar todo o fluxo de informação, buscando-as direto da fonte (OESP, 2022c). Assim é de se supor:

H₂: Inteligência artificial impacta no desempenho de transporte

As empresas têm-se tornados sofisticadas com múltiplos produtos e múltiplos canais de distribuição (*omnichannel*) e a tecnologia tem se tornado um instrumento importante para ajudar as empresas para a produtividade e competitividade. Nesse sentido, as empresas tendem a não comprar tecnologias, mas resultados, diante dos problemas complexos envolvidos nos processos administrativos e operacionais. Assim é de se supor:

H₃: Inteligência artificial modera a relação entre gestão de transportes e desempenho de transportes.

3. Material e métodos

Pesquisas científicas, na maioria dos casos, são embasadas em dados coletados em documentos, registros em arquivos, entrevistas e observação diretas. Não obstante, alguns dados podem ser difíceis de serem coletados, são muito dispendiosas ou tempo é exíguo. No contexto do tempo exíguo e falta de recursos para a coleta de dados, este estudo foi baseado em um projeto de pesquisa para conclusão de curso de graduação em administração realizado no período de agosto de 2021 e junho de 2022.

3.1 Natureza e tipo de pesquisa, instrumento de coleta de dados e sujeito da pesquisa

A pesquisa foi considerada de natureza exploratória do tipo quantitativo. Como recomenda (Vergara, 2016), em se tratando de pesquisa exploratória, deveria ter sido usado o termo suposição. Entretanto, ao se utilizar de reamostragem (500 replicações) foi adotado o termo hipóteses, permitindo assim, que a amostra seja representativa da população.

Para interrelacionar a teoria com a prática, foram coletados dados junto a gestores de transporte de cargas, numa amostragem, por acessibilidade, de tamanho pequeno (menos de 30 respondentes). Não obstante, robusta, pelo fato de a pesquisa ser caracterizada quase como uma auditoria (Malhotra, 2009), dado que os pesquisadores (alunos) tinham habilidade considerável para interagir diretamente com os gestores de transportes de carga responsáveis pelas decisões.

O instrumento de coleta foi constituído em três blocos. O primeiro referiu-se aos dados dos respondentes e da empresa; o segundo referiu-se a perguntas abertas sobre as práticas relacionados aos constructos gestão de transporte de cargas, inteligência artificial e desempenho operacional do transporte de cargas; e o terceiro referiram-se às assertivas em que foram solicitados aos entrevistados que assinalasse com um 'x' o grau de concordância que variava de discordo totalmente (DT = 1) a concordo totalmente (CT = 6) em relação às medidas dos constructos apresentadas.

Após a definição do instrumento foi definida a população-alvo em termos de elementos, unidades amostrais, alcance e tempo. Desejava-se avaliar a resposta de

gestores de empresas de transportes de carga quanto ao uso da inteligência artificial. Assim, a entrevista com o gestor (elemento), que tinha a informação desejada pelo pesquisador, também seria uma unidade amostral (elemento da população-alvo), ou seja, a unidade amostral foi a mesma que o elemento. Assim, foram selecionados para participar da entrevista gestores experientes de empresas do ramo de transporte de cargas que usavam, de alguma maneira, dispositivos dotados de tecnologias de inteligência artificial em suas atribuições diárias.

3.2 Tratamentos dos dados, limitações do método da pesquisa

Por se tratar de uma amostra de tamanho pequeno ($n = 5$), os dados coletados para usufruir das técnicas estatísticas usadas nas amostras de tamanho grande ($n \geq 30$) foram tratados pelo método de reamostragem (*bootstrap*) o que permitiu quantificar incerteza por meio dos cálculos de erros padrões e intervalo de confiança. Moore et al. (2006), apresentam um resumo das vantagens do uso da reamostragem: menos suposições (não requerem que as distribuições sejam normais), maior precisão (são mais precisos, na prática, que os métodos clássicos), generalidade (não exigem novas fórmulas para cada estatística), e função pedagógica (aprimoram a intuição do pesquisador).

Limitações do método da pesquisa. Basicamente, as principais limitações foram: a) Aquiescência. Em decorrência da proximidade ou cultura coletivista, ao responder uma assertiva por meio de uma escala discordância / concordância, uma parte das respostas do sujeito da pesquisa

pode estar, naquele momento, à tendência de responder positivamente às assertivas, ou seja, sob viés de aquiescência (Hinz, et al., 2007); b) Amostra. A credibilidade é considerada conceito central na metodologia de um trabalho da ciência social e aplicadas. A significância estatística, o tamanho e a variabilidade da amostra são aspectos importantes a serem considerados, que neste caso, foi contornada pelo uso da técnica da reamostragem (*bootstrap*); c) Unidade amostral. Alternativamente, a unidade amostral poderia ser empresas em geral, ao invés de empresas exclusivas de transportes de cargas. Neste caso as empresas seriam selecionadas, aleatoriamente ou por acessibilidade, isto é, a unidade amostral e o elemento poderiam ser diferentes.

4. Resultados e Discussão

A coleta de dados ocorreu no período de fevereiro a abril de 2022. Foram entrevistados cinco gestores de transportes de cargas, representadas pelos codinomes E1, E2, E3, E4 e E5. Para melhor compreensão, a análise dos dados e resultados foram divididos em seis etapas: perfis demográficos, uso da inteligência artificial, estatística descritiva dos constructos, reamostragem, testes de validade das medidas e escalas e, aplicação da regressão linear múltipla.

a) Perfis demográficos da amostra (respondentes e empresas)

Observa-se pela Tabela 1 que a maioria dos respondentes tinham o cargo de liderança e com formação superior, tempo na função com mais de 5 anos e tempo na empresa com menos de 5 anos. Com relação às empresas a maioria estavam sediadas na região metropolitana do município de São

Paulo, de porte variado, todas vinculadas ao ramo de transporte de cargas e clientes variados.

Em resumo. Os resultados apontaram que os respondentes, em decorrência de seu perfil, não tiveram grandes dificuldades em responder o questionário e, as empresas foram representativas para o objetivo do estudo. Salienta-se, em todas as empresas utilizavam de tecnologias digitais para a operação de suas atividades.

b) O uso da inteligência artificial

As principais ferramentas digitais utilizadas pelas empresas de transportes de cargas são mostradas na Tabela 2.

O que se observa é a transformação digital, que segundo os argumentos de Getschko (2023) é um processo contínuo que pode se prolongar ao longo de vários anos.

Portanto, a inteligência artificial, como um elemento da transformação digital, já faz parte da vida dos gestores, e quanto mais conhecimento tiverem e souberem extrair o melhor da ferramenta, estarão mais bem preparados. É fundamental se orientar e ter o preparo sobre o uso e aplicações corretas nas tarefas diárias.

c) Estatística descritiva dos constructos: gestão de transporte de carga, inteligência artificial e desempenho do transporte de carga

Os resultados são mostrados na Tabela 3.

Observam-se pela Tabela 3 que: a) as médias aritméticas das medidas da gestão de transporte variaram entre 3,80 e 5,80 e desvios padrão entre 0,40 e 2,00, com médias e desvio padrão geral iguais a 5,08 e 0,675, respectivamente; b) as médias aritméticas das medidas da inteligência artificial variaram entre 4,80 e 6,00 e desvios padrão entre 0,00 e 1,55, com média e desvio padrão geral iguais a 5,46 e 0,366, respectivamente e; c) as médias

aritméticas das medidas do desempenho de transporte variaram entre 2,80 e 5,40 e desvios padrão entre 0,40 e 1,20, com

médias e desvio padrão geral iguais a 4,68 e 0,773, respectivamente.

Tabela 1: Perfil demográfico da amostra (respondentes e empresas)

ENTREVISTADOS				
E1	E2	E3	E4	E5
Data da Entrevista				
12/03/2022	22/03/2022	29/03/2022	22/02/2022	03/04/2022
Função				
diretora	Gerente de projetos logísticos	Analista de Logística	Ceo & Founder	Supervisor Regional de Operações Last Mile
Formação				
Administração	Administração de empresas, MBA em gestão de negócios	Teologia	Administração de Empresas com ênfase em Comércio Exterior	Engenheiro de Produção
Tempo na função				
acima de 5 anos	acima de 5 anos	acima de 5 anos	acima de 5 anos	até 2 anos
Tempo na empresa				
entre 2 e 5 anos	até 2 anos	entre 2 e 5 anos	acima de 5 anos	até 2 anos
Município (sede)				
São Paulo (SP)	Cajamar (SP)	Santo André (SP)	Campinas (SP)	Osasco (SP)
Mercados (Município/Estado)				
São Paulo - SP, Rio de Janeiro - RJ, João Pessoa - PB	São Paulo - SP	Todo o Brasil	Campinas - SP	Em todos os estados brasileiros
Ramo de atividades				
Tecnologia para varejo	Logística omnichannel	Transporte de produtos químicos e perigosos	Transporte internacional de carga e logística de transportes	Transporte rodoviário de carga, exceto produtos perigosos e mudanças, intermunicipal, interestadual e internacional
Tempo no mercado				
acima de 5 anos	acima de 5 anos	acima de 5 anos	acima de 5 anos	acima de 5 anos
Número de empregados (em 2022)				
500 e mais empregados	500 e mais empregados	até 99 empregados	até 99 empregados	500 e mais empregados
Faturamento anual da empresa em 2022 (classificação do BNDES)				
acima de R\$ 300,0 milhões	entre R\$ 90,0 milhões e R\$ 300,0 milhões	menor ou igual a R\$ 90,0 milhão	menor ou igual a R\$ 90,0 milhão	acima de R\$ 300,0 milhões
Principais consumidores (classe A, B, C, D, E, ...)				
A e B	Todas as classes	Indústria Química	B2B – business to business	Todas as classes

Tabela 2: Transformação digital

ENTREVISTADOS				
E1	E2	E3	E4	E5
Uso de aplicativos de Inteligência artificial na gestão de transportes de cargas				
-Rastreamento de pedidos e mensagens para cliente final - Rastreamento de pedidos - Mensagens para consumidor final sobre status da entrega.	-Tracking de pedidos, -Tracking de Nfs, mapeamento de Nfs de entrega e etc. - Rastreamento de Pedidos - Mensagens para consumidor final sobre status da entrega - Tracking de mercadorias no HUB	- Controle de transportadoras - Cobrança - Certificado digital NF-e-prático MDF- e- prático Transportadoras Integrações/EDI	-Em contratos, prospecção digital e ERP de serviços. -B2B – business to business.	-Roteirização, na seleção e ranking por histórico dos motoristas, no envio automático de status das rotas para os clientes, na gestão de risco contra fraudes/roubos e/ou riscos junto às rotas. -Atender a todas as classes sociais e ser referência no mercado eletrônico.
Tempo de uso de aplicativos				
entre 2 e 5 anos	entre 2 e 5 anos	Acima de 5 anos	Entre 2 e 5 anos	entre 2 e 5 anos

Tabela 3: Estatística descritiva

CONSTRUCTOS / MEDIDAS	ENTREVISTAS					Média	Desvio Padrão
	1	2	3	4	5		
Gestão de Transporte de Carga em minha empresa							
GT1 Foca no atendimento ao cliente	6	6	5	6	6	5,80	0,40
GT2 Foca na segurança da carga	1	6	6	6	6	5,00	2,00
GT3 Atende mais de um cliente por vez	5	6	6	6	6	5,80	0,40
GT4 Tem o diferencial de agilidade de entrega	4	4	6	6	6	5,20	0,98
GT5 Possui seguro da carga da coleta até a entrega	1	6	6	6	5	4,80	1,94
GT6 Utiliza frota própria quando não tem restrição de quilometragem	4	6	4	2	3	3,80	1,33
GT7 Possui o melhor custo/benefício do mercado	4	3	5	4	5	4,20	0,75
GT8 Conduzida por equipe treinada	5	5	5	6	5	5,20	0,40
GT9 Atende a flexibilidade de entrega	5	5	5	6	5	5,20	0,40
GT10 Contribui para empresas de pequeno porte	6	6	6	6	5	5,80	0,40
TOTAL						5,08	0,675
IA em minha empresa							
IA1 É ferramenta para agregar valor no processo de entrega	6	6	6	6	6	6,00	0,00
IA2 Ajuda para atingir a agilidade no transporte	5	5	6	6	6	5,60	0,49
IA3 Garante segurança na rota do transporte	2	6	6	6	5	5,00	1,55
IA4 Facilita o controle dos produtos a serem transportados	6	6	6	6	4	5,60	0,80
IA5 Facilita o planejamento do processo	5	4	6	6	5	5,20	0,75
IA6 Auxilia o controle do estoque	5	6	5	6	6	5,60	0,49
IA7 Dispõe informações para a gerência estratégica	5	5	6	6	6	5,60	0,49
IA8 Diferencial em relação aos concorrentes	5	5	5	6	6	5,40	0,49
IA9 Facilita a conferência das cargas a serem entregues	6	6	5	6	6	5,80	0,40
IA10 Elimina a sobreposição de tarefas da equipe	4	4	5	6	5	4,80	0,75
TOTAL						5,46	0,366
Desempenho de transporte em minha empresa nos últimos dois anos							
DS1 Reduziu os roubos de carga	2	5	5	5	5	4,40	1,20
DS2 Reduziu os custos de entrega	5	5	5	6	6	5,40	0,49
DS3 Reduziu o número de acidentes de colisão	4	6	5	5	4	4,80	0,75
DS4 Aumentou o número de clientes	6	6	4	6	5	5,40	0,80
DS5 Melhorou o rastreamento e controle de velocidade dos veículos	4	4	5	5	4	4,40	0,49
DS6 Melhorou a monitoração de carga	5	5	5	6	5	5,20	0,40
DS7 Reduziu o número de acidentes pessoais	4	6	4	6	4	4,80	0,98
DS8 Reduziu o número de avarias na carga durante o transporte	4	4	4	6	4	4,40	0,80
DS9 Diminuiu o tempo de entrega	5	5	4	6	6	5,20	0,75
DS10 Aumentou o número de Frota própria	4	1	3	3	3	2,80	0,98
TOTAL						4,68	0,773

Escala de Discordância / Concordância (1 = Discordo Totalmente / 6 = Concordo Totalmente)

d) Reamostragem

Com replicação com reposição, foi realizada 500 reamostragem (Tabela 4 e Figura 2)

Tabela 4: Reamostragem de 500 replicações

GT		IA		DS	
R	F	R	F	R	F
3,80	0	3,80	0	3,80	0
4,00	0	4,00	0	4,00	1
4,20	0	4,20	0	4,20	9
4,40	28	4,40	0	4,40	36
4,80	120	4,80	0	4,80	231
5,00	155	5,00	0	5,00	96
5,20	85	5,20	5	5,20	27
5,40	10	5,40	125	5,40	1
5,60	3	5,60	233	5,60	0
5,80	0	5,80	38	5,80	0
6,00	0	6,00	0	6,00	0

R = Reamostragem e F = Frequência

Comparando-se as médias aritméticas e desvios padrão da amostra original (n = 5) com a reamostragem (n = 500 replicações), verificam-se que: a) para a média aritmética da gestão de transporte da amostra original foi de 5,08 e da reamostragem foi de 5,08; com desvios padrão de 0,675 e 0,212 para a amostra original e reamostragem, respectivamente; b) para a média aritmética da inteligência artificial da amostra original foi de 5,46 e da reamostragem foi de 5,45; com desvios padrão de 0,366 e 0,110 para a amostra original e reamostragem, respectivamente; c) a) para a média aritmética do desempenho da amostra original foi de 4,68 e da reamostragem foi de 4,70; com

desvios padrão de 0,773 e 0,230 para a amostra original e reamostragem, respectivamente.

Em resumo. A distribuição obtida pela reamostragem (n = 500 replicações), tiveram médias aritméticas muito próximas da média da amostra original, enquanto os

desvios padrão, na reamostragem foram menores que na amostra original. Esses valores obtidos mostram que por meio do bootstrap permite obter aproximações das distribuições amostrais quando a teoria (ou tamanho da amostra) não seja capaz de dizer que forma das distribuições dos dados.

Figura 2: Reamostragem de 500 replicações



e) Testes de validade das medidas e escalas

Com os resultados da reamostragem (n = 500 replicações), os testes de validade das medidas e escalas foram direcionados para a aplicação a análise fatorial. Assim, o primeiro passo foi realizar um exame visual das correlações, identificando as que eram estatisticamente significantes. A inspeção revelou que 462 (22 x 22 – 22) das 870 (30 x 30 – 30 = 870) correlações eram significantes em níveis 0,01 e 0,05. Em seguida foi avaliada a significância geral da matriz de correlação com o teste de Bartlett. Entretanto o teste de Bartlett avalia apenas a presença de correlações não-nulas, e não o padrão dessas correlações. Assim, Hair et al. (2014) sugerem outro teste geral, a medida de adequação da amostra (KMO/MSA). Assim, prosseguiu-se avaliar o KMO/MSA, utilizando-se da matriz anti-imagem (HAIR, et al., 2014). Sucessivas execuções (rodadas) foram realizadas, para validar a adequação dos dados à aplicação

da análise fatorial, das medidas dos constructos: gestão do transporte de carga, inteligência artificial e desempenho do transporte, conforme são mostradas na Tabela 5.

Tabela 5: Execução da análise fatorial confirmatória

	RODADAS					
	Original	1	2	...	9	10
n. rodada	0	1	2	...	9	10
n. assertivas	30	22	13	...	7	6
Proporção (GT/IA/DS)	10/10/10	5/8/9	5/4/4	...	3/2/2	2/2/2
KMO/MAS > 0,500	0,480	0,476	0,527	...	0,561	0,565
Teste Bartlett	431,721	264,529	91.354	...	32,626	26,228
df	435	231	78	...	21	15
Significância < 0,05	0,535	0,064	0,143	...	0,051	0,036
n. fatores	14	11	6	...	3	3
Medidas que saem	8	9	5	...	1	-

A Tabela 6 mostra as seis medidas, GL5, GL10, IA1, IA7, DS5 e DS7, consideradas adequadas à aplicação da técnica da análise fatorial (KMO/MAS = 0,565 e significância $\chi^2 = 0,036$). Essas medidas apresentaram média, desvio padrão e

correlações conforme são mostradas na Tabela 6.

Em resumo. As avaliações indicaram que o conjunto reduzido de medidas era inadequado à aplicação da análise fatorial. O total de medidas originais composta de 30 assertivas, sendo 10 para cada

constructos restaram apenas uma assertiva para cada constructos. Resultado semelhante pode ser observado no estudo de Swink et al. (2007) em que as relações entre os constructos foram não significantes, no entanto, houve significância estatística entre as assertivas dos constructos.

Tabela 6: Média, Desvio Padrão e Correlação Bivariada entre as medidas

Medidas	Média	D. P.	Correlação Bivariada					
			GT5	GT10	IA1	IA7	DS5	DS7
GT5	5,12	1,250	-					
GT10	5,02	1,261	0,060 (0,177)	-				
IA1	5,45	0,847	0,048 (0,285)	0,054 (0,232)	-			
IA7	5,41	0,920	0,013 (0,779)	0,080 (0,075)	0,082 (0,067)	-		
DS5	4,61	1,088	-0,085 (0,058)	-0,036 (0,427)	-0,049 (0,277)	-0,067 (0,133)	-	
DS7	4,63	1,063	0,097* (0,030)	0,060 (0,178)	0,014 (0,763)	0,076 (0,088)	-0,036 (0,425)	-

* Significância 0,05 Valores entre parênteses () corresponde a significância estatística

Assim, prosseguiu-se na busca de outro método para a testar a hipótese da moderação da inteligência artificial na relação entre a gestão de transportes e o desempenho do transporte de cargas. Após a detecção da inadequação dos dados para a análise fatorial, optou-se pela regressão linear múltipla.

f) Aplicação da regressão linear múltipla e testes de validade preditiva

As estatísticas da regressão são mostradas na Tabela 7. Observam-se que as variáveis independentes conseguem explicar em média 1,5% a variação da variável dependente. Em geral, quanto maior o R², melhor o modelo se ajusta aos seus dados. Não obstante, o R² não indica se um modelo de regressão é adequado. É possível ter um valor baixo de R² para um bom modelo ou um valor alto de R² para um modelo que não se ajusta nos dados.

O R² não pode determinar se as estimativas e predições dos coeficientes são tendenciosas. Entretanto, o teste F para significância global determina se esta

relação é estatisticamente significativa. Os valores observados do erro padrão residual está variando em média 22,85% em torno dos valores previstos pelo modelo conforme são mostrados na Tabela 7.

Tabela 7: Avaliação geral do ajuste

Estatística da regressão		Estatística da regressão	
Valor de F	2,561*	Erro padrão residual (%)	22,85
R ²	0,015	Change R ²	0,015
R ² Ajustado	0,009	VIF (n. variáveis)	3
Erro padrão residual (estimativa)	1,058	VIF mínimo	1,003
Y (médio)	4,63	VIF máximo	1,005

Número de reamostragem (*bootstrap*) = 500

Notas: (*) p < 0,01; (**) p < 0,05

Com base na Tabela 8, observa-se que GT5 = 0,082; IA7 = 0,086; GT5xIA7 = 0,013 e b₀ = 4,634. Portanto, a melhor linha reta correspondentes aos dados é dada pela equação:

$$\hat{Y} = 4,634 + 0,082*GT5 + 0,086*IA7 + 0,013*GT5*IA7$$

A intersecção de Y, b_0 foi calculada como sendo 4,634. A intersecção de Y representa o valor médio de Y quando GT5, IA7 e GTxIA7 são iguais a zero. Ainda, o efeito linear de GT5 = 0,082 com valor-p = 0,031; o efeito linear de IA7 = 0,086 com valor-p = 0,096 e o efeito moderador de IA7 sobre GT5 é igual a 0,013 com valor-p = 0,756.

Portanto, os dados suportaram as hipóteses H_1 e H_2 em níveis de significância ($\alpha \leq 0,05$) e ($\alpha \leq 0,10$), respectivamente. Todavia, a hipótese H_3 foi rejeitada em nível

de significância ($\alpha \leq 0,10$), ou seja, não houve evidência de que IA modera a relação entre GT e DS. Segundo Hair et al. (2014), se a interação ou efeito moderador tivesse sido significativa, IA7, mudaria a forma da relação entre [GT5 – DS5], e a equação de melhor linha reta é dada por:

$$\hat{Y} = 4,634 + 0,082*GT5 + 0,086*IA7$$

Em nível de significância estatística de valor-p = 0,031 e 0,096 para a GT5 e IA7, respectivamente.

Tabela 8: Coeficientes da regressão

Modelo	Coeficientes Não padronizados		Coeficientes Padronizados	valor-p	Intervalo de Confiança (95%)	
	B	Erro padrão	Beta		inferiores	superiores
Efeitos Diretos						
Constante	4,634	0,047	-	0,000	4,541	4,727
GT5 → (H_1)	0,082	0,038	0,097	0,031	0,008	0,157
IA7 → (H_2)	0,086	0,052	0,074	0,096	-0,015	0,187
Efeito Moderador (Interação)						
(GT5 x IA7) → (H_3)	0,013	0,041	0,014	0,756	-0,068	0,094

Variável dependente: medida de desempenho do transporte de carga (DS7)

5. Conclusão

Decisões estratégicas devem estar apoiadas em procedimentos metodológicos ou processuais que permitam inferir a real existência de uma condição favorável de forma clara e precoce. Para que se possa atingir tais objetivos, pesquisas que desenvolvam novos procedimentos metodológicos são fundamentais. A cadeia, muitas vezes, envolve fabricante, transporte aéreo, marítimo e terrestre, sistema integrado de comércio exterior (Siscomex, 2023), terminais portuários. Essa rede é extremamente complexa e cada um trabalha com sistemas diferentes. Essas informações que eles geram são muito importantes, mas não são integradas, são fragmentadas ou intermitentes. Não se trata apenas de digitalizar os processos que já fazem parte das empresas. É preciso

envolver funcionários, diretores, gestores de áreas e todos da organização (OESP, 2017b).

Implicações do estudo: O desafio de qualquer empresa para se manter competitiva tem como valor a capacidade de absorver tecnologias e inovações que integram conhecimento humano, visão estratégica e flexibilidade para potencializar o futuro das empresas necessitam entender a integração de dados, como ela funciona na gestão de transportes, quais os seus benefícios, entre outras são informações importantes relativas ao assunto. Atender às demandas de mercado com produtividade e agilidade é o desafio de qualquer empresa para se manter competitiva. O design, as políticas de apoio a pequenos negócios são importantes, mas precisam ser bem desenhadas. Se forem mal concebidas,

reduzem o potencial de crescimento e têm elevado custo para a sociedade, beneficiando apenas pessoas de alta renda via tributação. O efeito trade-off – eliminar o problema e ter o cuidado que ele não foi deslocado para outro ponto do sistema (Barbosa, 2022). Todavia, ainda há desafios. Existe a crença de que a tecnologia só está ao alcance de grandes empresas. Isso não é verdade, porque tem-se formas diferentes de digitalização.

A análise de dados é uma importante aliada no desenvolvimento de uma inteligência coletiva de mobilidade de pessoas ou cargas. Ações automáticas, como ajustes constantes nos tempos de um semáforo, podem fazer toda a diferença no fluxo do trânsito e nos níveis de congestionamento de uma cidade. Isso exige uma revisão dos processos para quem precisa entregar mercadorias, incluindo a decisão entre desenvolver estratégias próprias ou contratar terceiros.

Complementarmente ao transporte de cargas, relacionado ao redespacho, para rapidez de atendimento ao cliente, em que há a necessidade de considerar todo o percurso, a chamada “última milha” requer atenção especial, pois costuma envolver dificuldades e obstáculos tipicamente urbanos. Hoje, há diversas opções que podem ser combinadas: caminhões, carros, motos, *bikes* elétricas, bicicletas convencionais e até mesmo o uso de transporte público. Há ainda, uma série de novos personagens que já foram anunciados para fazer parte desse elenco: drones, veículos autônomos e táxis voadores (OESP, 2022c).

Investimentos requerem melhor infraestrutura na área de tecnologia da informação, especialmente em transmissão de dados, e aumentam a demanda por regulação adequada

(normas, padrões técnicos e demais regras que propiciem maior integração e colaboração entre governo, população e empresas). Outro ponto importante é o deslocamento para os investimentos em intangíveis aumenta a necessidade das empresas por profissionais adequadamente preparados para exercerem funções de liderança, de pesquisa e desenvolvimento e de treinamento, o que ressalta o papel fundamental da educação.

As principais contribuições do estudo foram:

- a) para a academia. O resultado do trabalho preenche lacuna de conhecimento com o desenvolvimento do modelo teórico-empírico que relaciona a gestão do transporte de cargas com uma tecnologia inovadora, ainda incompreensível para muitos gestores, e com amplas possibilidades de pesquisas e sobretudo na compreensão, difusão e popularização na aplicação em sistemas produtivos complexos, que necessitam de um transporte de cargas atuantes nas cadeias de suprimentos enxutos, podendo ser estendida para outras cadeias como as ágeis, inovadoras, etc.
- b) para as práticas gerenciais. O estudo demonstrou que o uso da inteligência artificial tem impacto na gestão de transporte. O fato da moderação do uso da inteligência artificial na relação entre gestão de transporte e o desempenho de transporte, não ter sido evidenciado em nível de significância estatística ($\alpha \leq 0,05$), reforça ser uma tecnologia ainda em processo de compreensão para muitos administradores, com tendência positiva de crescimento

Portanto, diante dos resultados obtidos e das implicações, e das contribuições para

as práticas gerenciais e acadêmicas, pode-se concluir que o estudo foi relevante por se tratar de um tema envolvendo uma tecnologia disruptiva, que certamente serão absorvidas, na sua plenitude, pelos gestores de transportes de cargas. A transformação digital é um processo contínuo, etapa por etapa, assimilando big data, internet das coisas, computação em nuvem, entre outras soluções. Aos poucos, é possível adequar o modo de trabalho à evolução tecnológica em todos os departamentos.

Segundo Miguel (2017), a tecnologia não é o fim, mas o meio. Não se pode criar um grupo de inovação dentro de uma empresa e mantê-lo em um ambiente hermético ou fechado. É preciso que a transformação digital seja uma mudança forte de cultura da organização. A inteligência artificial será capaz de substituir a mente humana, ainda é uma questão em aberto. O uso da inteligência artificial é bem-vindo na medida que acelere e amplie a geração de conhecimentos. Nunca para pular etapas indispensáveis à validade do método científico (OESP, 2023).

Não obstante, a esta conclusão o estudo apresenta delimitações conforme descrito a seguir.

Delimitações do estudo. O estudo foi delimitado à região metropolitana do município de São Paulo, e a execução do projeto se deu no período de agosto de 2021 a abril de 2022. Ainda, o estudo teve a concepção transversal. Por se tratar de um estudo exploratório, os resultados obtidos devem ser vistos com ressalvas.

Proseguimento da pesquisa. Diante dos resultados obtidos são necessários mais estudos, para tornar os achados mais robustos, conforme sugestões a seguir: a) considerar outros modos de gestão como

os arranjos do tipo ecossistema, em que os recursos que auxiliam na produtividade, como o melhor computador, demais acessórios e também o ambiente de infraestrutura estão integrados digitalmente por meio de plataformas. Paulatinamente, as empresas de pequeno porte podem se iniciar fazendo uso da quantidade de dados disponível, promovendo pequenas aplicações em nuvem e à medida que o negócio cresce, a necessidade de internalizar aplicações em nuvens torna-se mais fácil e de maior produtividade, ou mesmo atuando em ambiente híbrido, em nuvem e armazenagem interna. Fazer a gestão de todos esses recursos é fundamental para o desempenho de uma empresa nessa jornada tecnológica (Dalmolin, 2021). A tecnologia está intrínseca aos negócios; b) ampliar o tamanho da amostra; b) analisar outros setores de atividades; c) observar a utilização da tecnologia em um maior número de empresas que estejam na fase de maturidade e; d) relacionar outros constructos e tecnologias como big data analytics e internet das coisas para examinar se elas contribuem para melhor entendimento para facilitar a aplicação procurou-se utilizar da regressão logística para testar as suposições H_1 e H_2 . Todavia, verificou-se que a variável dependente, de natureza dicotômica ou binária, não fora coletada, o que visualiza um grande passo para a geração de novos conhecimentos, por exemplo, utilizando-se da técnica da regressão logística (Moore et al., 2006).

Referências

BALLOU, R. H. (2006). **Gerenciamento da cadeia de suprimentos / logística empresarial**. Porto Alegre: Bookman.

- BARBOSA, F. (2022). **Problema de uma unidade não pode afetar a outra.** OESP. Negócios, 16 de junho de 2022, p. B10.
- BOWERSOX, D. J., CLOSS, D. J., COOPER, M. B., & BOWERSOX, J. C. (2014). **Gestão logística da cadeia de suprimentos.** Bookman, 4ª. Edição, 455p.
- CHANDLER, A. (1962). **Strategy and structure.** Cambridge: MIT Press.
- Coase, R. H. (1937). **The nature of the firm.** Economica, v. 4, n. 16, p. 386-405.
- COSTA, F. (2022). **A jornada da transformação digital é uma jornada em direção aos clientes.**
- DALMOLIN, L. (2021). **Empreendedoras precisam de planejamento tecnológico.** OESP. Blue studio, 26 de novembro de 2021. p. 7.
- DORIA, P. (2022). **A transformação silenciosa de 2023.** OESP. Negócios. 23 de dezembro de 2022, p. B7.
- DYER, J. H. (2000). **Collaborative Advantage: Winning Through Extended Enterprise Supplier Networks.** Oxford University Press, New York, NY
- DYER, J. H., & Singh, H. (1998). The relational view: **Cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage.** Academy of Management Review, 23(4), 660-679.
- ESG. (2023). **Environmental, social and governance.** IPEA-Governança ambiental no Brasil. Organizadora: Adriana Maria Magalhães de Moura. 352p.
- GETSCHKO, D. (2023). **Dói ver como o nosso idioma é tratado nas redes sociais.** OESP. Coluna Estadão, 31 de janeiro de 2023. <https://www.estadao.com.br/link/demi-getschko/por-que-a-tecnologia-nos-tirou-a-palavra-deliveri-e-nos-fez-falar-ingles/>
- HAIR, J. F., Hult, G. T., & Ringle, C. M. (2014). **A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM).** Los Angeles: Sage Publications.
- HALL, R. H. (2002). **Organizations: structures, processes, and outcomes. (8th).** Person Education, Inc. 324p.
- HINZ, A., D., Schwarz, R., & Herzberg, P. Y. (2007). **The acquiescence effect in responding to a questionnaire.** GMS Psycho-Social-Medicine, v. 4, ISSN 1860-5214.
- KANTER, R., 1994. **Collaborative advantage: the art of alliances.** Harvard Business Review. July–August, pp. 96–108.
- KRUGMAN, P. (2023). **A queda da produtividade da economia americana.** OESP. 8 de fevereiro de 2023.
- LAMBERIOHANN, M., & Otto, B. (2014). **A systematic literature review of ecosystems: an approach to introduce logistics ecosystems into academia.** Austin, TX USA: 2014. Disponível em: <http://web.a.ebscohost.com>
- MALHOTRA, N. K. (2009). **Marketing Research: An Applied Orientation,** Prentice Hall, Upper Saddle River.
- MIGUEL, M. (2017). **Porque as empresas devem abraçar a transformação digital.** OESP, Metrópole, 23 de novembro de 2017. p. A19.
- MOORE, D. S., MCCABE, G. P., DUCKWORTH, W. M., & SCLOVE, S. L. (2006). **Estatística empresarial.** LTC editora, 952p.
- OESP (2017a). **Mindsphere conecta infraestruturas físicas ao mundo digital.** Este material foi produzido pelo Media Lab Estadão com apoio da Siemens. 8 de junho de 2017.
- OESP. (2017b). **Porque as empresas devem abraçar a transformação digital.** OESP. Metrópole, 23 de novembro de 2017. p. A19.
- OESP. (2022a). **Tecnologia transformará a logística.** 22 de abril de 2022
- OESP. (2022b). **Economia & Negócios,** p. B3, 25 de setembro de 2022.
- OESP. (2022c). **Startups ganham espaço na cadeia logística.** Estadão Blue Studio. Guia do Frotista Veloe, 29 de junho de 2022.
- OESP. (2023). **Inteligência artificial desafia a educação.** OESP. Notas & Informações, 9 de fevereiro de 2023.

PAULRAJ, A., & Chen, I. J. (2007). **Strategic buyer/supplier relationships, information technology and external logistics integration.** The Journal of Supply Chain Management, 43(2), 2–14. <https://doi.org/10.1111/j.1745-493X.2007.00027.x>

PACETE, L. G. (2022). **IoT: até 2025, mais de 27 bilhões de dispositivos estarão conectados.** Forbes-Tech, 11 de agosto de 2022. Acessado em: <https://forbes.com.br/forbes-tech/2022/08/iot-ate-2025-mais-de-27-bilhoes-de-dispositivos-estarao-conectados/>

PEREIRA, R. (2022). **Novas tecnologias a serviço da logística.** OESP. Economia & Negócios, 22 de abril de 2022, p. B1.

SEBRAE (2022). **Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Guia sobre transformação digital.** chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.sebraeatende.com.br/system/files/guia_sobre_transformacao_digital_para_micro_e_pequenas_empresas.pdf

Siscomex (2023). **Sistemas de Comércio Exterior.** <https://www.gov.br/siscomex/pt-br>

SWINK, M., Narasimhan, R. and Wang, C. (2007). **Managing beyond the factory walls: effects of four types of strategic integration on manufacturing plant performance.** Journal of Operations Management. v. 25, n. 1, pp. 148-164.

VERGARA, S. C. (2016). **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** 16. ed. Campos Elísios: Atlas, 2016. *E-book*. Disponível em: <https://www.grupogen.com.br/e-book-projetos-e-relatorios-de-pesquisa-em-administracao>. Acessado em: 11 fev. 2022.

WILLIAMSON, O. E. (1985). **The economic institutions of capitalism.** New York: Free Press.

Diretrizes Básicas de Acessibilidade à Web Aplicadas ao Site de uma Faculdade de Tecnologia

*Basic Web Accessibility Guidelines Applied to a College of
Technology's Website*

Edson Company Colalto Junior¹
ecolaltojunior@gmail.com

Celio Daroncho²
c179401@dac.unicamp.br

João Roberto Maiellaro³
Joao.maiellaro@unip.br

1 - Universidade de Araraquara | UNIARA

2 - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp | FECFAU-Unicamp

3 - Programa de Doutorado em Engenharia de Produção | Unip

Resumo: O presente trabalho trata a acessibilidade na rede global de computadores word wide web. Desenvolver websites acessíveis é de extrema importância, pois facilita o acesso à internet não apenas para portadores de algum tipo de deficiência, mas sim, para qualquer usuário. O objetivo desse trabalho é apresentar formas e técnicas de desenvolvimento que favoreçam e facilitem a universalização do acesso a ambientes web, analisando e aplicando as normas de usabilidade de Interação Humano Computador, e de acessibilidade, da World Wide Web Consortium e do Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico a um protótipo de site para uma faculdade de tecnologia. O embasamento teórico se deu por intermédio de pesquisas bibliográficas e em meio eletrônico. Para desenvolver o protótipo, foi aplicado questionário de avaliação do site atual da faculdade, com a finalidade de analisar e colher requisitos necessários para melhoria. Com o protótipo pronto, foi aplicado um outro questionário para avaliar a usabilidade e a acessibilidade, além de submeter o site a uma avaliação automática de acessibilidade, obtendo resultados satisfatórios e atingindo o objetivo de desenvolver um site acessível.

Palavras-chave: Acessibilidade. Usabilidade. Internet. Site.

Abstract: This study is a brief study on accessibility on the web. Developing accessible websites is extremely important because it facilitates access to the Internet not only for people with some type of disability, but for anyone. The purpose here is to present developmental forms and techniques that favor and facilitate the universalization of access to web environments by analyzing and applying the Human Computer Interaction usability standards, and World Wide Web Consortium and the Government Accessibility Model Electronic accessibility standards to a website prototype for a technology college. The theoretical basis was given through bibliographical research and in electronic media. To develop the website prototype, an evaluation questionnaire was applied to the current college site, in order to analyze and collect requirements. With the prototype ready, another questionnaire was applied to assess usability and accessibility, as well as to submit the site to an automatic accessibility assessment, obtaining satisfactory results and reaching the goal of developing an accessible website.

Keywords: Accessibility. Usability. Internet. Site.

Recebido em
03 out. 2022

Aceito em
15 fev. 2023

Publicado em
27 mar. 2024

<https://git.fateczl.edu.br>
e_ISSN
2965-3339
DOI
10.29327/2384439.2.2-10

@_GIT
Advances in Global
Innovation & Technology
Volume 2
Número 2
São Paulo
Março
2024



1. INTRODUÇÃO

Decreto 3298/99, que regulamenta a Lei 7853/89, diz que deficiência é “toda perda ou anormalidade de uma estrutura ou função psicológica, fisiológica ou anatômica que gere incapacidade para o desempenho de atividade, dentro do padrão considerado normal para o ser humano;” (BRASIL, 1999, p.10 col-1).

Segundo a Fundação Dorina Nowill, no Brasil, 23,9% da população (cerca de 45,6 milhões de pessoas) declara ter algum tipo de necessidade especial. Entre as necessidades, a mais declarada foi a deficiência visual, que atinge 3,5% da população, seguida por problemas motores - 2,3%, intelectuais - 1,4% e auditivos - 1,1%. Das mais de 6,5 milhões de pessoas que se declaram com algum tipo de deficiência visual, 528.624 são incapazes de enxergar (cegos) e 6.056.654 possuem baixa visão ou visão subnormal (grande e permanente dificuldade de enxergar).

Benyon (2011) explica que o acesso a espaços físicos para pessoas com deficiência é um requisito ético e legal de suma importância e que isso é cada vez mais verdadeiro, também, para os espaços de informação.

Para Freire, Castro e Fortes (2009), é do interesse de todos que a web ofereça possibilidades para que seus serviços estejam ao alcance dos diversos cidadãos, e que, “nesse quesito, a acessibilidade se apresenta como um aspecto essencial para promover a inclusão na sociedade da informação.” (FREIRE; CASTRO; FORTES, 2009, p.397).

Para Silva (2012), a internet cria uma forma de relacionamentos sociais, pessoais e profissionais, sendo, assim, utilizada também como elemento de inclusão. Nesse sentido, as pessoas com

necessidades especiais precisam de qualificação para utilizar as tecnologias adequadamente.

O objetivo deste trabalho é apresentar formas e técnicas de desenvolvimento que favoreçam e facilitem a universalização do acesso a ambientes web para quaisquer pessoas, principalmente as portadoras de deficiência. Os objetivos específicos desse estudo são:

- Verificar as principais técnicas de interação humano computador (IHC) aplicáveis a pessoas portadoras de deficiência;
- Verificar as especificações das Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG) 2.0 da W3C (*World Wide Web Consortium*);
- Analisar as especificações do Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (eMAG) do governo brasileiro;
- Analisar as inconformidades de IHC do site da Faculdade de Tecnologia da Zona Leste;
- Aplicar as técnicas e especificações de IHC, da WCAG 2.0 da W3C e eMAG ao protótipo de um novo site para a Faculdade de Tecnologia da Zona Leste.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. INTERAÇÃO HUMANO COMPUTADOR

A IHC é definida como uma disciplina focada no projeto, implementação e avaliação de sistemas interativos para uso humano, junto com os fenômenos relacionados a esse uso (HEWET et al. 1992, apud BARBOSA; SILVA, 2010). Para Benyon (2011), entende-se por sistemas interativos, todas as coisas que lidam com transmissão, exibição, armazenamento ou

transformação da informação. São sistemas que respondem dinamicamente às ações das pessoas.

Conforme Barbosa e Silva (2010), existem três elementos básicos envolvidos na interação do usuário com o sistema: Interação, Interface e *Affordance*, que são descritos abaixo conforme os autores supracitados e Benyon (2011):

- **Interação:** tudo que acontece quando uma pessoa e um sistema se unem para realizar tarefas, visando um determinado objetivo;
- **Interface:** toda peça do sistema com a qual o usuário interage por meio físico, perceptivo ou conceitual (Benyon, 2011).
- **Affordance:** conjunto de características de hardware e software, que são perceptíveis pelo usuário e apontam para um conjunto de operações que podem ser realizadas junto ao sistema interativo.

Percebe-se nas definições de cada elemento, que o desenvolvimento de sistemas interativos, tais como, os sites, deve ser centrado no humano, ou seja, nas pessoas que utilizam o sistema.

A IHC, segundo Barbosa e Silva (2010), possui quatro critérios essenciais para alcançar a qualidade de uso dos sistemas interativos: usabilidade e experiência do usuário, acessibilidade e comunicabilidade. Os mesmos autores descrevem como experiência do usuário, o estudo das emoções e sentimentos dos usuários durante o uso de sistemas interativos em diferentes ambientes de trabalho.

E a comunicabilidade como a responsabilidade do designer de comunicar aos usuários sobre suas intenções de design e da lógica do comportamento da interface. “Esse critério se pauta no

pressuposto de que, se o usuário tiver acesso à lógica do design, ele terá condição de fazer um uso produtivo e criativo do apoio computacional oferecido pelo sistema.” (BARBOSA; SILVA, 2010, p.28). Os critérios da usabilidade e acessibilidade serão detalhados a seguir, cada um em um tópico específico, pois atendem diretamente ao foco deste trabalho.

2.2. USABILIDADE

“Usabilidade é o termo usado para descrever a qualidade da interação dos usuários com uma determinada interface.” (BEYAN, 1995 apud WINCKLER; PIMENTA, 2002, p.4).

Nielsen e Loranger (2007), também definem usabilidade como um atributo de qualidade, o qual está relacionado à facilidade de uso de algo. Esta qualidade refere-se, especificamente, à rapidez com que o usuário aprende a usar alguma coisa, sua eficiência ao usá-la, o quanto são eficientes ao usá-la, se gostam de utilizá-la, seu grau de propensão a erros ou a lembrança que possuem daquilo.

Winckler e Pimenta (2002) consideram como problema de usabilidade algum tipo de dificuldade ao realizar tarefas em uma interface. Essas dificuldades podem ter origens variadas e podem ocasionar perda de dados, diminuição da produtividade, ou rejeição total do Os autores também afirmam que grande parte dos problemas relacionados a interfaces web, diz respeito a navegação.

Para encontrar e solucionar problemas de usabilidade em páginas web, são realizadas avaliações de usabilidade. Conforme explicam Winckler e Pimenta (2002), muitos métodos de avaliação de usabilidade têm sido utilizados nos últimos anos em projetos web, alguns com pequenas adaptações e outros

desenvolvidos especificamente para este tipo de ambiente. Esses métodos de avaliação são classificados em: métodos de inspeção - que se caracterizam por empregarem especialistas em interface, que a utilizam em busca de possíveis problemas de usabilidade, tendo como exemplo deste método a avaliação heurística - e testes empíricos com a participação de usuários. Esses testes se caracterizam pelo uso de questionários ou observação direta ou indireta da experiência dos usuários durante a utilização da interface, como fonte de informações que possam levar à identificação de problemas, tendo como exemplos desse método de avaliação, os ensaios de interação (ou teste com usuário), questionários, entre outros. Estes métodos de avaliação serão detalhados a seguir.

2.2.1. AVALIAÇÃO HEURÍSTICA

É um método tradicional de avaliação de usabilidade, desenvolvido por Nielsen e Molich (Nielsen, 1993) que consiste na inspeção sistemática da usabilidade da interface do usuário, onde o avaliador interage com a interface e a julga comparando com princípios de usabilidade, conhecidos como heurísticas. Nielsen sugere um conjunto de dez heurísticas para guiar a avaliação que serão enumeradas a seguir da forma colocada por Winckler e Pimenta (2002).

1- Diálogos simples e naturais - as interfaces devem combinar de maneira simples as tarefas do usuário com os conceitos computacionais. Deve-se apresentar exatamente a informação que o usuário precisa na hora e lugar exatos onde ela é necessária. A informação que será usada em conjunto deve ser exibida em conjunto, ao menos na mesma tela. As

opções de operações a serem realizadas pelos usuários, devem ser acessadas em uma sequência compatível com suas tarefas.

- 2- Falar a linguagem do usuário - a interface deve ser baseada na linguagem dos usuários, e não orientada ao sistema, portanto, é preciso verificar os termos mais comuns utilizados por eles.
- 3- Minimizar a sobrecarga de memória do usuário - o sistema deve exibir elementos de diálogo ao usuário, permitindo que ele faça escolhas sem necessidade de lembrar de um comando específico.
- 4- Consistência - é um dos princípios básicos de usabilidade. Se os usuários souberem que um mesmo comando ou ação terá sempre o mesmo efeito, terão mais confiança no uso do sistema e serão encorajados a fazerem novas descobertas. A mesma operação deverá estar no mesmo local em todas as telas e ter a mesma formatação para facilitar o reconhecimento.
- 5- Feedback - o sistema deverá informar constantemente ao usuário sobre o que ele está fazendo ou onde ele está. O tempo de resposta influi diretamente no tipo de retorno que deve ser dado ao usuário, por exemplo, um décimo de segundo é tempo suficiente para o usuário compreender que o sistema está respondendo instantaneamente, portanto, sem necessidade de feedback. Um segundo é o limite de tempo para que o pensamento do usuário não seja interrompido, mesmo que ele perceba uma certa demora e, dez segundos, é o limite para manter a atenção do usuário. Com base nesses limites de tempo, muitas vezes são necessários feedbacks especiais para indicar ao

- usuário uma tarefa mais demorada.
- 6- Saídas claramente marcadas – para fazer com que o usuário sinta que pode controlar o sistema, de modo que consiga sair das mais variadas situações possíveis, como por exemplo, voltar à página inicial do site sem precisar clicar no botão ‘Voltar’ do navegador.
 - 7- Atalhos – além de ser possível operar a interface do site ou sistema a partir de apenas algumas regras gerais, é necessário também que o usuário execute determinadas tarefas, de preferência as utilizadas com mais frequência, através de atalhos. Um exemplo claro de atalho em um site é o *breadcrumb* - trilha de migalhas de pão - utilizado sempre abaixo da barra de menu de navegação, que serve para o usuário saber o caminho que ele trilhou até chegar àquela página e, serve também, como um atalho de saída. A Figura 1 mostra um exemplo de *breadcrumb*. Outra amostra seria um atalho na página inicial para alguma informação que se encontra em uma profundidade maior da árvore de navegação.

Figura 1 - exemplo de *breadcrumb*

[Home](#) / [Pictures](#) / [Summer 15](#) / [Italy](#)

Fonte: captura feita da página

https://www.w3schools.com/howto/howto_css_breadcrumbs.asp.

- 8- Boas mensagens de erro – as mensagens de erro devem ser precisas, ter linguagem clara e sem códigos, além de ajudar o usuário a resolver o problema e, não, intimidá-lo ou culpá-lo pelo erro.
- 9- Prevenir erros – melhor do que possuir boas mensagens de erro, é evitar que eles aconteçam.

Conhecendo as situações que mais provocam erros, é possível adaptar a interface de maneira que se torne improvável que eles ocorram.

- 10- Ajuda e documentação – o esperado é que o sistema seja tão fácil de utilizar que não necessite de ajuda ou documentação, porém, caso seja realmente necessário, esta deve estar facilmente acessível online, além do que, é sabido que usuários raramente leem documentação.

Como certamente um só avaliador não encontrará todos os problemas de uma interface, Nielsen (1993) sugere que a melhor relação custo-benefício é alcançada quando são utilizados entre 3 e 5 avaliadores, onde cada um deve realizar a sua inspeção individualmente e, somente depois de todas as avaliações concluídas, é que podem novamente se comunicar. Este cuidado é importante para que as avaliações sejam independentes e sem influências.

Na segunda etapa da avaliação, os especialistas se reúnem para discutir sobre os problemas encontrados e as severidades aplicadas.

Após entrarem em acordo, elaboram um formulário de consolidação, com os problemas identificados, o local, a gravidade e recomendações para a resolução.

A Figura 2 ilustra um exemplo de formulário de avaliação heurística.

Figura 2 - Formulário de avaliação heurística
Nome do Avaliador:

Problema	Local	Heurística Violada	Severidade

Fonte: (captura de tela de RODRIGUES, s.d, p.9)

2.2.2. ENSAIOS DE INTERAÇÃO

Neste tipo de avaliação, os usuários participam interagindo com a interface, sob a observação de avaliadores em um laboratório de usabilidade (RUBIN, 1994 apud WINCKLER; PIMENTA, 2002). Estes laboratórios são salas equipadas com câmeras para a filmagem do teste, além de espelhos falsos que permitem que os avaliadores observem os usuários sem serem vistos. Porém, nem sempre são necessários laboratórios sofisticados. Em vez disso, se pode utilizar de uma sala comum, com uma ou duas câmeras filmadoras convencionais, ou até mesmo apenas um gravador de áudio.

Winckler e Pimenta (2002) pontuam ainda, que para a realização do teste, é desejável muitos usuários, e que de preferência sejam representativos, ou seja, que sejam usuários reais da interface, porém, por questões de custo e tempo, pode ser adotado um número reduzido em cada ciclo como forma de viabilizar a avaliação da interface. Entretanto, Nielsen (1993) afirma que apenas cinco usuários são suficientes para identificar aproximadamente 70% dos problemas da interface.

Durante o teste, será solicitado aos usuários realizarem tarefas pré-definidas pelo avaliador, responder perguntas ou apenas utilizar livremente a interface. Estimulados com perguntas feitas pelo avaliador, os usuários são instruídos a dizer

tudo o que estão pensando e fazendo durante a navegação pela interface, com perguntas do tipo “O que você está pensando?” ou “Existe algo nesta interface que você não goste?”. Desta maneira, os usuários são induzidos a verbalizar seus pensamentos, podendo assim o avaliador captar suas dificuldades, tendo em vista que é assim que os problemas de usabilidade são identificados (WINCKLER; PIMENTA, 2002).

2.2.3. QUESTIONÁRIOS

Outra maneira de se fazer avaliação de usabilidade de um site ou sistema, é a aplicação de questionários aos usuários. Segundo Winckler e Pimenta (2002), os questionários são ferramentas muito úteis na avaliação de interação, pois identificam o perfil do usuário da interface, coletando informações que podem ser de origem funcional ou pessoal. Também permitem determinar o grau de satisfação do usuário com relação à interface, além de identificar problemas e propor soluções de usabilidade.

A vantagem de se utilizar questionários para avaliação, é que é possível aplicá-los a diversos usuários ao mesmo tempo através do próprio ambiente web, utilizando formulários eletrônicos. Contudo, Winckler e Pimenta (2002) apontam que os resultados obtidos através dos questionários são muito subjetivos e devem ser sempre acompanhados de alguma outra forma de avaliação para complementar essas respostas dadas pelos usuários.

2.3. ACESSIBILIDADE

Acessibilidade, conforme Thatcher et al (2002), é a ideia de que todas as pessoas

possuem o direito de ser incluídas na sociedade, independente de deficiências, localização geográfica, barreiras de linguagem, dentre outros fatores.

A acessibilidade à web, segundo a WAI (*Web Accessibility Initiative*), significa que sites, ferramentas e outras tecnologias são desenvolvidos para que pessoas com deficiências possam perceber, interagir, navegar, entender e contribuir com a web. Ramos e Dantas (2017), afirmam que a acessibilidade está diretamente ligada à usabilidade do produto, seja ele um software ou um site, pois um sistema que não possibilita o acesso universal aos usuários, jamais será eficaz, eficiente e agradável a um determinado conjunto de indivíduos que, eventualmente, possam ser excluídos de seu contexto de uso. Para Freire, Castro e Fortes (2009), acessibilidade à web é possibilitar que qualquer pessoa possa interagir com os conteúdos disponíveis nos sites, independente do software ou hardware que utiliza.

Benyon (2011, p.50), afirma que “vencer essas barreiras ao acesso é uma consideração fundamental do design.”. O próprio Benyon (2011), também informa que duas das principais abordagens do design com relação à acessibilidade, são o que ele chama de design para todos, ou design universal, e o design inclusivo. Ele explica que o design para todos vai além dos sistemas interativos e aplica-se a todos os empreendimentos de design. Já o design inclusivo, é baseado em quatro premissas:

- Diferença nas habilidades não constituem uma condição especial de poucos, mas uma característica comum do ser humano e mudamos física e intelectualmente ao longo da vida.
- Se um design funciona bem para

pessoas com deficiências, funciona melhor para todo mundo.

- A qualquer momento da nossa vida, a autoestima, a identidade e o bem-estar são profundamente afetados pela nossa capacidade de funcionar em nosso ambiente físico, com uma sensação de conforto, independência e controle.
- Usabilidade e estética são mutuamente compatíveis[...] (BENYON, 2011, p.50).

As normas e técnicas para desenvolvimento de um site acessível a pessoas com deficiências são regulamentadas internacionalmente pela W3C, através da WCAG 2.0 e a nível nacional, pelo eMAG. Ambas serão abordadas com detalhes a seguir.

2.3.1 WCAG 2.0 – DIRETRIZES DE ACESSIBILIDADE PARA CONTEÚDO WEB

A WCAG propõe um conjunto de diretrizes para o desenvolvimento de sites acessíveis, dentre elas, segundo o Movimento Web para Todos, as principais são:

- Descrição das imagens: para que pessoas com deficiência visual severa, ou seja, portadoras de cegueira total ou parcial, tenham acesso ao conteúdo de uma página web, é necessário que as imagens e os demais conteúdos não textuais possuam uma descrição. Esse conteúdo em texto necessita seguir certas diretrizes pré-estabelecidas para que sejam apropriados à navegação por leitores de tela. Entretanto, uma imagem pode transmitir ou não uma informação. Desta maneira, podemos classificar as imagens exibidas em um site como: com conteúdo ou decorativas. Podem ser definidas como imagens com conteúdo, fotos, gráficos, organogramas, imagens que substituem

um botão ou link, entre outras. Para esse tipo de imagem, é necessária uma descrição textual, que no HTML é conhecida como texto alternativo, que é inserido no elemento *img*, no atributo *alt*. Um exemplo da aplicação desta descrição é exibido na Figura 3. Cabe ressaltar que este texto alternativo não aparece visualmente, este recurso somente será reconhecido por um leitor de tela quando o usuário, utilizando do teclado para navegar, passar pela imagem. As imagens decorativas são aquelas utilizadas para decorar a página ou parte dela, por exemplo, marcadores de lista estilizados, cantos arredondados, ícones utilizados para decorar ou enfatizar links, entre outras. As imagens decorativas não devem ser reconhecidas pelos recursos de tecnologia, portanto, devem ser inseridas através da folha de estilo – CSS – e o atributo *alt* não deve ser preenchido, colocando a instrução no código como *alt=""*.

Figura 3 - Exemplo de aplicação do texto alternativo no atributo *alt* do elemento *img* no HTML

```

```



Fonte: (captura de tela de RODRIGUES, s.d, p.10)

- **Hierarquia de cabeçalhos:** existe a possibilidade de navegar entre os cabeçalhos da página web a partir dos elementos *heading* (h1, h2, h3 e h4) do HTML. Esses elementos, se utilizados da maneira correta, melhoram a navegabilidade por leitores de tela. O elemento h1 é utilizado como cabeçalho principal e não deve se repetir em uma mesma página. A partir do elemento h2, é necessária uma organização hierárquica semântica, ou seja, que tenha um sentido lógico para

que se possa através da navegação por recursos tecnológicos, acessar seus elementos filhos, isto é, os elementos h3 e h4.

- **Links e atalhos de navegação:** os links de uma página devem ser navegáveis por teclado para possibilitar a acessibilidade de pessoas com deficiência visual ou mobilidade reduzida, que não utilizam dispositivos apontadores, como mouses, por exemplo. Para que isso seja possível, a navegação é feita através de teclas de atalho do teclado como TAB, ALT ou SHIFT + ALT, utilizadas para percorrer links que devem seguir uma ordem lógica, ressaltando que cada navegador de internet e cada tecnologia assistiva, possui seu próprio conjunto de teclas de atalho. Para definir essa ordem, é utilizado o atributo *tabindex*, como mostra a Figura 4.

Figura 4 - Aplicação do atributo *tabindex*

Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda

```
<!DOCTYPE HTML>
<html lang="pt-BR">
<head>
<title>Exemplo</title>
</head>
<body>

<a href="pagina.html" tabindex="1">Pagina</a>

</body>
</html>
```

Fonte: do autor.

- **Estrutura de formulários:** os formulários devem possibilitar o acesso às informações durante o preenchimento não apenas para leitores de tela, mas por pessoas que utilizam navegadores gráficos, principalmente pelo motivo de envolver a interação do usuário, seja para acesso restrito a uma determinada área, ou para envio de informações privadas. Para que os

formulários sejam acessíveis, deve-se acrescentar aos seguintes elementos *label*, *fieldset*, *legend* e *optgroup*, onde *label* é usado como uma etiqueta para identificar um determinado campo, o *fieldset* para agrupar campos por assunto, *legend* para rotular um grupo de campos e *optgroup*, para separar em grupos os *options* de uma lista feita a partir do elemento *select*. A Figura 5 e a Figura 6 mostram como esses elementos são aplicados em um formulário.

Figura 5 - aplicação dos elementos *label*, *fieldset*, *legend* e *optgroup* em um formulário *html*

```

10 <form name="acesivel" id="acesivel" metodo="post">
11 <fieldset>
12
13 <legend>Dados pessoais</legend>
14 <label for="nome">Nome</label><br>
15 <input type="text" name="nome" id="nome" required<br>
16 <label for="rg">RG</label><br>
17 <input type="text" name="rg" id="rg" required<br>
18 <label for="data_nascimento">Data de Nascimento</label><br>
19 <input type="date" name="data_nascimento" id="data_nascimento" required<br>
20
21 </fieldset>
22 <fieldset>
23 <legend>Dados de endereço</legend>
24 <label for="cep">CEP</label><br>
25 <input type="text" name="cep" id="cep" required<br>
26 <label for="logradouro">Logradouro</label><br>
27 <input type="text" name="logradouro" id="logradouro" required<br>
28 <label for="numero">Número</label><br>
29 <input type="number" name="numero" id="numero" required<br>
30 <label for="complemento">Complemento</label><br>
31 <input type="text" name="complemento" id="complemento" required<br>
32 <label for="cidade">Cidade</label><br>
33 <input type="text" name="cidade" id="cidade" required<br>
34 <label for="estado">Estado</label><br>
35 <input type="text" name="estado" id="estado" required<br>
36
37 </fieldset>
38 <fieldset>
39 <legend>Selecione uma opção</legend>
40 <select>
41 <optgroup label="Grupo 1">
42 <option>Opção 1.1</option>
43 </optgroup>
44 <optgroup label="Grupo 2">
45 <option>Opção 2.1</option>
46 <option>Opção 2.2</option>
47 </optgroup>
48 <optgroup label="Grupo 3" disabled>
49 <option>Opção 3.1</option>
50 <option>Opção 3.2</option>
51 <option>Opção 3.3</option>
52 </optgroup>
53 </select>
54
55 </fieldset>
56 <input type="submit" name="enviar" value="Enviar">
57 </form>

```

Fonte: do autor.

- **Uso dos padrões HTML e CSS:** a W3C recomenda usar o mínimo de folhas de estilo no site; recomenda também usar folhas de estilo externas em vez de incorporadas e, caso haja mais de uma, é necessário utilizar o mesmo nome de classe para o mesmo conceito presente em diferentes folhas de estilo.
- **Evitar uso de elementos descontinuados:** o uso destes elementos pode prejudicar a acessibilidade do site. No HTML 5, alguns elementos e atributos foram descontinuados, como por exemplo, o

atributo *border* no elemento *img*, *language* no elemento *script*, *name* no elemento *a* e *summary* no elemento *table*.

Figura 6 - modelo do formulário feito com o código mostrado na Figura 5

The screenshot shows a web form with three main sections:

- Dados pessoais:** Fields for 'Nome', 'RG', and 'Data de Nascimento' (with a date picker).
- Dados de endereço:** Fields for 'CEP', 'Logradouro', 'Número', 'Complemento', 'Cidade', and 'Estado'.
- Selecione uma opção:** A dropdown menu showing a list of options grouped into three categories: 'Grupo 1' (Opção 1.1), 'Grupo 2' (Opção 2.1, Opção 2.2), and 'Grupo 3' (Opção 3.1, Opção 3.2, Opção 3.3).

Fonte: do autor.

- Idioma principal usado na página: o idioma deve ser identificado nas páginas dos sites. No Brasil, o português é o idioma utilizado para linguagem falada e escrita, enquanto a Libras (Linguagem Brasileira de Sinais) é a gestual. Quando se utilizam leitores de tela, as palavras estrangeiras são pronunciadas da mesma forma que estão escritas, por isso, ao realizar a marcação de mudança de idioma para determinada palavra, esta é pronunciada como em seu idioma nativo. Para que isso seja possível, utiliza-se o atributo *lang* no elemento de abertura da página, a *tag html*, para definir o idioma principal da página, e no elemento *span*, caso seja para especificar algum idioma diferente do principal para um determinado trecho de texto ou palavra.
- Metadados HTML da página: os

metadados são definidos como dados sobre dados, utilizados para encontrar e descobrir recursos. A partir da indicação deles no cabeçalho da página, é possível descrever páginas web e encontrar elementos acessíveis presentes nelas, além de poder fazer a associação de versões alternativas de conteúdo.

Para validar essas instruções da WCAG 2.0, existem algumas ferramentas de avaliação automática que verificam se a página contém as diretrizes básicas para ser considerada como uma página acessível. Dentre as ferramentas, podemos citar a daSilva – www.dasilva.org.br - e a ferramenta do site do Movimento Web para Todos – www.mwpt.com.br. A ferramenta daSilva é a mais completa, pois avalia a estrutura da página por completo, e retorna o resultado informando possíveis erros conforme o seu grau de severidade. Já a ferramenta do Movimento Web para Todos, somente informa o nível de acessibilidade do site, classificando em ruim, regular ou bom.

2.3.2. EMAG – MODELO DE ACESSIBILIDADE EM GOVERNO ELETRÔNICO

O eMAG tem o compromisso de ser o norteador no desenvolvimento e adaptação de conteúdos digitais, garantindo o acesso de todos (BRASIL, 2014).

“As recomendações do eMAG permitem que a implementação da acessibilidade digital seja conduzida de forma padronizada, de fácil implementação, coerente com as necessidades brasileiras e em conformidade com os padrões internacionais.” (BRASIL, 2014, p.7).

Cabe ressaltar que o eMAG é uma versão

especializada da WCAG, não excluindo nenhuma boa prática de acessibilidade deste documento internacional. Portanto, neste tópico serão abordados apenas os elementos padronizados do eMAG para acessibilidade digital, que são:

- Atalhos do teclado: devem ser disponibilizados atalhos por teclado que permitam que os usuários possam ir diretamente a pontos estratégicos da página. Estes atalhos devem funcionar a partir de números, precedidos da tecla padrão do navegador, como por exemplo, Alt no Internet Explorer e Google Chrome, *Shift+Alt* no Firefox, *Shift+Esc* no Opera (BRASIL, 2014). Os atalhos que devem ser disponibilizados são:
 - o 1: Ir para o conteúdo;
 - o 2: Ir ao menu principal;
 - o 3: Ir para caixa de pesquisa ou ir para o rodapé.

“As dicas dos atalhos deverão ser disponibilizadas na barra de acessibilidade e na página sobre a acessibilidade do sítio [...]” (BRASIL, 2014, p.84).

- **Primeira folha de contraste:** a opção de alto contraste deve gerar uma página em que a relação de contraste entre o plano de fundo e os elementos de primeiro plano, seja otimizada (BRASIL, 2014). A folha principal de alto contraste deve obedecer a seguinte configuração de cores:

Cor de fundo: independentemente da cor utilizada, ela deve ser alterada para preto (#000000);

Cor de texto: independentemente da cor utilizada, ela deve ser alterada para branco (#FFFFFF);

Links: O modo normal do link deve ser sublinhado (para que ele se diferencie

do texto normal), assim como o modo *hover* e o modo *active*. O link deve ser alterado para amarelo (#FFF333);

Ícones: Todos os ícones devem ser brancos;

Linhas e Contornos: As linhas e os contornos de elementos devem ser alterados para branco. (BRASIL, 2014, p.85).

Figura 7 - aplicação de folha de alto contraste



Fonte: (BRASIL, 2014, p.85).

- Barra de acessibilidade: o site deverá conter uma barra de acessibilidade no topo de cada página, contendo os itens 'alto contraste', 'atalhos para conteúdo', 'menu' e 'busca' ou 'rodapé' e link para página que descreve os conteúdos de acessibilidade do site (BRASIL, 2014). A Figura 8 mostra um exemplo de barra de acessibilidade.

Figura 8 - descrição do código em *html* para criação da barra de acessibilidade e exemplo do modelo aplicado.

```
<div id="acessibilidade">
  <ul id="atalhos">
    <li><a href="#iniciodoconteudo">Conteúdo [1]</a></li>
    <li><a href="#iniciodomeno">Menu [2]</a></li>
    <li><a href="#busca">Busca [3]</a></li>
  </ul>
  <ul id="botoes">
    <li><a href="#" id="bt_contraste">alto contraste</a></li>
    <li><a href="acessibilidade.html">Página de acessibilidade </a></li>
  </ul>
</div>
```



Fonte: (BRASIL, 2014, p.86).

- **Apresentação do mapa do site:** O mapa do site deve ser disponibilizado em forma de lista hierárquica, utilizando os elementos de lista do *html*, podendo conter quantos níveis forem necessários (BRASIL, 2014). A Figura 9 ilustra um exemplo de mapa de site.

Figura 9 - exemplo de mapa de site



Fonte: (BRASIL, 2014, p.86).

- Página de descrição dos recursos de acessibilidade: esta página deve apresentar todos os recursos de acessibilidade presentes no site, como as teclas de atalho disponíveis, as opções de alto contraste, detalhes sobre testes de acessibilidade realizados no site, dentre outras informações pertinentes a respeito de sua acessibilidade. O link para esta página deve ser disponibilizado na barra de acessibilidade (BRASIL, 2014).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada pesquisa bibliográfica em livros, artigos científicos, documentos em meio eletrônico do governo brasileiro e da W3C, com foco em acessibilidade para a web.

O resultado foi apresentado em um protótipo de site acessível, aplicando as Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo

Web (WCAG) 2.0 da W3C e o Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (eMAG), para a Faculdade de Tecnologia da Zona Leste, uma instituição pública de ensino superior, localizada no bairro de Cidade Antônio Estêvão de Carvalho, na Zona Leste da cidade de São Paulo - SP. Foi realizada uma pesquisa através de um questionário para avaliar a situação de usabilidade do site atual e, um outro questionário para testar a usabilidade e acessibilidade do protótipo. O protótipo do novo site foi desenvolvido utilizando a linguagem HTML5 (*Hyper Text Markup Language – Linguagem de Marcação de Hipertexto – versão 5*), CSS3 (*Cascading Style Sheet – Folha em Estilo Cascata – versão 3*), *JavaScript* e *jQuery*.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como o site da Fatec Zona Leste já existe, foi feito um trabalho de *'redesign'*, ou seja, o novo protótipo foi desenvolvido com melhorias de design, usabilidade e acessibilidade em cima do que já existe. O desenvolvimento será detalhado em etapas a seguir, conforme a aplicação das normas da WCAG e do eMAG.

4.1. APLICAÇÃO DA NORMA EMAG

A Figura 10 ilustra a aplicação da barra de acessibilidade neste protótipo, localizada logo acima do topo do site.

A Figura 11 exibe parte da página específica de acessibilidade, que detalha todos os recursos que o site possui.

Figura 10 - aplicação da barra de acessibilidade



Fonte: do autor.

Figura 11 - página de acessibilidade



Fonte: do autor.

A Figura 12 mostra a página inicial em modo de alto contraste, seguindo as normas do eMAG:

Figura 12 - aplicação do alto contraste preto



Fonte: do autor.

A mudança de estilo para a folha de contraste se dá através de um script escrito em *jQuery* – biblioteca do *JavaScript* utilizada para desenvolvimento web – como se pode ver na Figura 13 a seguir:

Figura 13 - script *jQuery* para troca de folha de estilo

```
<script src="http://code.jquery.com/jquery-1.12.4.min.js"></script>
<script>
$(document).ready(function(){
  $("#contraste").click(function(){
    $('link').attr('href','contraste.css');
  });
  $("#semcontraste").click(function(){
    $('link').attr('href','site_fatec.css');
  });
});
</script>
```

Fonte: do autor.

Outra norma do eMAG aplicada para a barra de acessibilidade, foi o aumento de fonte, também feito através de um script *jQuery*, como se pode ver na Figura 14 e na Figura 15.

Figura 14 - JQuery para aumento e diminuição de fonte

```
<script>
$(document).ready(function(){
var fonte = 13;
$('#aumenta').click(function(){
if(fonte<17){
fonte=fonte+1;
$('body').css({'font-size': fonte+'pt'});
}
});
$('#diminui').click(function(){
if(fonte>9){
fonte = fonte-1;
$('body').css({'font-size': fonte+'pt'});
}
});
});
});
</script>
```

Fonte: do autor.

Figura 15 - página inicial com fonte aumentada

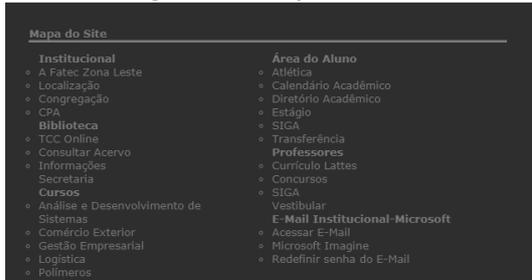


Fonte: do autor.

Pode-se observar nas duas figuras anteriores, que cada vez que se clicar no link 'A+', o script JQuery aumenta o tamanho da fonte até que este chegue ao tamanho 17 pt. E cada vez que se clicar no link 'A-', o script diminui o tamanho da fonte até que este chegue ao tamanho 9 pt.

Quanto à última norma eMAG, que se trata do mapa do site, este foi aplicado no rodapé da página, como ilustra a Figura 16.

Figura 16 - Mapa do site



Fonte: do autor.

4.2. APLICAÇÃO DAS NORMAS BÁSICAS DA

WCAG 2.0

A Figura 17 exibe um trecho do HTML da página 'A Fatec Zona Leste', que contém o elemento img com todos os requisitos de acessibilidade, como os atributos alt e title e a Figura 18, a exibição da imagem na página.

Figura 17 - Trecho destacado da descrição de imagens no protótipo do site

```
<img alt="Fotografia da Faculdade de Tecnologia da Zona Leste" data-bbox="560 285 890 360"/>
A Faculdade de Tecnologia da Zona Leste - FATEC-ZL, é uma instituição pública de ensino superior de tecnologia, localizada na cidade de São Paulo, no bairro Cidade Jardim Estádio de Carvalho (Cidade do Futebol). É mantida pelo Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CETEPS) que é vinculado a Secretaria do Desenvolvimento do Governo do Estado de São Paulo.
```

Fonte: do autor.

Figura 18 - Exibição da imagem na página



Fonte: do autor.

Na página inicial, assim como em todas as demais, pode-se notar a hierarquia de cabeçalhos, como mostra a Figura 19.

Figura 19 - Hierarquia de cabeçalhos

```
<h1>FACULDADE DE TECNOLOGIA DA ZONA LESTE</h1>
<h2>FATEC</h2>
<h3>16 anos fazendo a diferença na zona leste de São Paulo</h3>
<img alt="Imagem da Faculdade de Tecnologia da Zona Leste" data-bbox="560 660 890 800"/>
<h4>Mapa do Site</h4>
<ul>
<li>Institucional</li>
<li>Localização</li>
<li>CPA</li>
<li>Biblioteca</li>
<li>TCC Online</li>
<li>Informações</li>
<li>Secretaria</li>
<li>Cursos</li>
<li>Sistemas</li>
<li>Comércio Exterior</li>
<li>Logística</li>
<li>Polímeros</li>
<li>Área do Aluno</li>
<li>Atletica</li>
<li>Calendário Acadêmico</li>
<li>Estágio</li>
<li>SIGA</li>
<li>Transferência</li>
<li>Professores</li>
<li>Concursos</li>
<li>SIGA Vestibular</li>
<li>E-Mail Institucional-Microsoft</li>
<li>Acessar E-Mail</li>
<li>Microsoft Imagine</li>
<li>Redefinir senha do E-Mail</li>
</ul>
```

Fonte: do autor.

Percebe-se que após a indicação do elemento main, como parte principal do conteúdo da página, foi colocado o

cabeçalho h1 como título principal. Em seguida no elemento *section* de id #fotos, o cabeçalho utilizado foi o h2. Já na *section* de id #noticias o cabeçalho foi o h3, seguindo a hierarquia correta.

Quanto aos links e atalhos de navegação, a página de descrição de acessibilidade do protótipo do site contém a seguinte explicação de como utilizar a navegação pelo teclado:

Teclas de atalho por navegadores

- Internet Explorer e Google Chrome:

‘Alt’ + ‘1’ - ir para o conteúdo

‘Alt’ + ‘2’ - ir para o menu

‘Alt’ + ‘3’ - ir para o rodapé

- Firefox:

‘Alt’ + ‘Shift’ + ‘número’

- Opera:

‘Shift’ + ‘Escape’ + ‘número’

- Safari e OmniWeb:

‘Ctrl’ + ‘número’

- Navegação por tabulação

Use a tecla *Tab* para navegar por elementos que recebem ação do usuário no site, tais como links, botões, campos de formulário e outros na ordem em que eles são apresentados na página, e *Shift + Tab* para retornar. Use as setas direcionais para acessar as informações textuais. Para que essa navegação aconteça, é recomendado o uso do atributo ‘*tabindex*’, como se pode ver na Figura 20.

Figura 20 - Uso do atributo *tabindex*

```
<section id="noticias">
  <h3 <tabindex=99>Noticias/h3>
  <div class="news">
    <div class="container" <tabindex=88>
      
```

Fonte: do autor.

Para ilustrar a estrutura de formulários, a

Figura 21 mostra a aplicação das normas recomendadas pela WCAG 2.0, tais como uso dos elementos *fieldset*, *legend* e *label*.

Figura 21 - Formulário com o uso dos atributos *fieldset*, *legend* e *label*.

```
<form name="contato" id="contato" method="post" action="asi1.php">
  <fieldset>
    <legend>Dados pessoais</legend>
    <label for="nome" class="required">Nome</label><br>
    <input type="text" name="nome" id="nome" placeholder="Nome Completo" required<br>
    <label for="email" class="required">E-Mail</label><br>
    <input type="email" name="email" id="email" placeholder="nome@provedor.com.br"
    required<br>
    <label for="telefone">Telefone</label><br>
    <input type="text" name="telefone" id="telefone" placeholder="(99) 9999-9999"><br>
    <label for="celular">Celular</label><br>
    <input type="text" name="celular" id="celular" placeholder="(99) 99999-9999"><br>
    <label for="identifica_aluno" class="required">É aluno da unidade</label><br>
    <select name="identifica_aluno" id="identifica_aluno" required
    onChange="escondediv(oculta, identifica_aluno)">
      <option value="" selected disabled>Selecione uma opção</option>
      <option value="sim">Sim</option>
      <option value="nao">Não</option>
    </select>
  </fieldset>
```

Fonte: do autor.

A Figura 22 mostra a página do formulário.

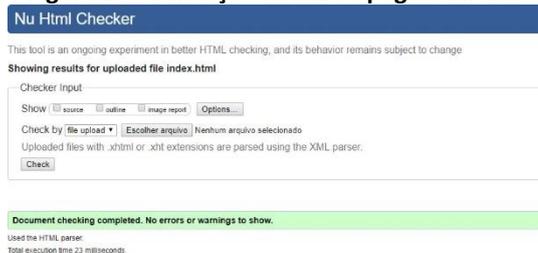
Figura 22 - Página do formulário



Fonte: do autor.

O uso correto dos padrões W3C de HTML e CSS é comprovado através da validação das páginas a partir das ferramentas de validação automática da própria W3C. A Figura 23 mostra a validação do HTML e a Figura 24, a validação do CSS, onde é gerado um selo que comprova que a folha de estilo da página foi validada sem erros. Este selo pode ser incorporado à página e, no caso deste protótipo, é exibido no rodapé da página.

Figura 23 - Validação HTML da página inicial.



Fonte: captura do site <https://validator.w3.org/>.

Figura 24 - Validação da folha de estilo



Fonte: captura do site <http://jigsaw.w3.org/css-validator/validator>.

O idioma principal da página foi indicado como português do Brasil, com a sigla pt-BR indicada no atributo *lang*, do elemento principal da página, o *html*. Como metadados da página, foram indicados o *charset*, para definir o grupo de caracteres padrão, além do *viewport*, para permitir que o protótipo do site seja acessado por diversos tipos de dispositivos. A Figura 25 ilustra a aplicação de ambos.

Figura 25 - Definição do idioma principal da página através do atributo lang e aplicação de metadados

```
<!doctype html>
<html lang="pt-BR">
<head>
<meta charset="utf-8">
<title>Faculdade de Tecnologia da Zona Leste</title>
<link rel="stylesheet" href="site_fatec.css" type="text/css">
<link rel="stylesheet" href="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/font-awesome/4.7.0/css/font-awesome.min.css">
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
```

Fonte: do autor.

4.3. OUTROS RECURSOS DE USABILIDADE APLICADOS

Todas as páginas do protótipo do site podem ser acessadas a partir de desktops, notebooks, smartphones e tablets. Todas as páginas de conteúdo, as quais podem ser chamadas de filhas, possuem uma área de *breadcrumbs* – trilha das migalhas de pão – que servem para mostrar ao usuário o caminho que ele fez para chegar até determinada página, bem como o caminho de volta para a página inicial. A Figura 26 e a Figura 27 mostram a aplicação destes recursos.

Figura 26 - Página inicial acessada por smartphone



Fonte: do autor.

Figura 27 - Destaque da área de breadcrumbs



Fonte: do autor.

4.4. AVALIAÇÃO AUTOMÁTICA DE ACESSIBILIDADE

Para concluir o protótipo, foi realizada uma avaliação automática de acessibilidade. Para isso, foram testadas as ferramentas daSilva - primeiro avaliador brasileiro de acessibilidade - e a ferramenta do Movimento Web para Todos. A ferramenta daSilva, quando testada, não retornou nenhum resultado. É importante salientar que foram feitas diversas tentativas, em três navegadores diferentes, mas em todas elas, a ferramenta continuou não exibindo resultados, aparentando ter algum problema em seu site. Já o resultado da

ferramenta do Movimento Web para Todos é exibido na Figura 28.

Como se pode ver no resultado exibido na figura acima, o protótipo do novo site da Fatec Zona Leste, atende os níveis básicos de acessibilidade.

Figura 28 - Resultado da avaliação do site Movimento Web para Todos



Fonte: captura de tela da página
<http://mwpt.com.br/transformacao/teste-acessibilidade/>.

5. CONCLUSÃO

No cenário tecnológico atual, onde surgem cada vez mais sistemas interativos, se faz necessário que estes sejam acessíveis a todos, principalmente a pessoas com deficiência. Assim como existe o desejo de erradicar o analfabetismo digital, é também preciso que aconteça o mesmo com a exclusão digital sofrida por essas pessoas, dando-lhes cada vez mais oportunidades de uma navegação de qualidade e, desta forma, na esfera digital, todos serão vistos como iguais.

O objetivo desse estudo era mostrar que o uso correto dos elementos de IHC de usabilidade e acessibilidade, além das normas do eMAG e WCAG2.0 de acessibilidade à web, contribui para que essa exclusão digital seja erradicada. Percebe-se que foi atingido porque, a partir de uma avaliação de usabilidade feita por questionário de avaliação do site atual da Fatec Zona Leste, foram colhidos os requisitos necessários para que um novo protótipo de site fosse desenvolvido,

aplicando os elementos de IHC e as normas de acessibilidade à web e a comprovação de que o protótipo atende aos requisitos básicos de acessibilidade se deu por meio de avaliação por questionário respondido por 39 pessoas, sendo 4 delas portadoras de algum tipo de deficiência, e uma avaliação automática de acessibilidade da página do Movimento Web para Todos.

Como bem mostra o resultado do questionário, o protótipo pode ser considerado como um site que possui recursos de acessibilidade pelas respostas da maioria das pessoas e, principalmente, pelas respostas das pessoas que afirmaram ser portadoras de algum tipo de deficiência, que escolheram as alternativas mais positivas como resposta em todas as questões, além de avaliarem o site com nota entre 9 e 10. Com o resultado apurado no questionário, em conjunto com a avaliação automática de acessibilidade, que diz que o protótipo do novo site atende aos níveis básicos de acessibilidade, conclui-se que o objetivo deste trabalho foi alcançado, mas ainda assim, como sugestão para estudos futuros, o site continuará sendo aperfeiçoado para que cada vez mais pessoas possam ter acesso às informações da Fatec Zona Leste e, conseqüentemente, possam futuramente vir a conhecer e estudar nesta faculdade.

AGRADECIMENTOS

À minha família por sempre me incentivar nos estudos e sempre estar comigo nas minhas conquistas. À minha esposa Adriana, que teve muita paciência e soube me dar forças quando eu já não acreditava mais que pudesse concluir este trabalho, além de ser minha revisora. Aos meus amigos por ajudarem, de certa forma, na elaboração deste trabalho, avaliando

ambos os sites, o antigo e o protótipo do novo. Ao Professor Mestre João Roberto Maiellaro, que me auxiliou para que este trabalho se tornasse um artigo. E, por fim, um agradecimento especial ao Bruno Defante e ao Vinício Lima, por me ajudarem a corrigir alguns erros que persistiam ao longo do desenvolvimento do novo protótipo do site da Fatec Zona Leste.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, S. D. J.; SILVA, B. S. **Interação Humano-Computador**. Rio de Janeiro. Campus, 2010.
- BENYON, D. **Interação Humano-Computador**. 2.ed. São Paulo: Pearson, 2011.
- BRASIL. **Decreto n. 3298**, de 20 de dez. de 1999. Regulamenta a Lei no 7.853, de 24 de outubro de 1989, dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências. Decreto do Executivo. Brasília, n. 243, p. 10-col 1, dez. 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3298.htm>. Acesso em: 04 mai. 2018.
- BRASIL. **Decreto n. 5296**, de 02 de dez. de 2004. Regulamenta as Leis nos 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Presidência da República: Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília, p. 5-10, dez. 2004. Publicado no Diário Oficial da União de 03/12/2004. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5296.htm>. Acesso em: 04 mai. 2018.
- BRASIL. **eMAG – Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico versão 3.1**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. Brasília, 2014. Disponível em <<http://emag.governoeletronico.gov.br/>>. Acesso em: 09 nov. 2017.
- Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web (WCAG) 2.0**. Coordenação de Tradução: FERRAZ, R.; Tradução: BECHARA, E. Outubro de 2014. Disponível em <<https://www.w3.org/Translations/WCAG20-pt-br/WCAG20-pt-br-20141024/>>. Acesso em: 09 nov. 2017.
- FREIRE, A.P.; CASTRO, M.; FORTES, R.P.M. Acessibilidade dos sítios web dos governos estaduais brasileiros: uma análise quantitativa entre 1996 e 2007. **Rev. Adm. Pública**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 2, p. 395-414, abr. 2009. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-76122009000200006&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 09 nov. 2017.
- Fundação Dorina Nowill. **Estatísticas da Deficiência Visual**. Disponível em <<https://www.fundacaodorina.org.br/a-fundacao/deficiencia-visual/estatisticas-da-deficiencia-visual/>>. Acesso em: 18 nov. 2017.
- Movimento Web para Todos. **MANIFESTO - Milhões de pessoas com deficiência têm dificuldades em usar a internet**. Disponível em <<http://mwpt.com.br/movimento/manifesto/>>. Acesso em: 10 abr. 2018.
- NIELSEN, J. **Usability Engineering**. Boston - USA: Academic Press, 1993. 362 p.
- NIELSEN, J; LORANGER, H. **Usabilidade na Web: Projetando Web Sites com qualidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 406 p.
- RAMOS, A.L.B.M; DANTAS, A.E.V.B. Internet para todos: uma abordagem metodológica para avaliação multidimensional da acessibilidade web. **Rev. Mangaió Acadêmico**, Paraíba, v.2, n.1, p. 1-11, jan/jun. 2017. Disponível em <<http://periodicosbh.estacio.br/index.php/mangaiou/article/viewFile/3899/1730>>. Acesso em: 17 mai. 2018.

RODRIGUES, K.R.H. **Interface Humano Computador Parte II**. In: UNIARA, Araraquara, s/d, p.1-14. Disponível em: <<http://posgraduacao.uniaraonline.com.br/mod/resource/view.php?id=15808>>. Acesso em: 14 mai. 2018.

SILVA, S. (2012) “Acessibilidade Digital em Ambientes de Aprendizagem”, In: **Revista GEINTEC – Gestão, Inovação e Tecnologias**, vol.2. Ed. 3, p. 245-254.

THATCHER, J. et al. **Constructing accessible websites**. Glasshaus, 2002.

WAI – Web Accessibility Initiative. **Introdução à Acessibilidade na Web**. Disponível em <<https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-intro/>>. Acesso em: 17 mai. 2018.

WINCKLER, M.; PIMENTA, M.S. Avaliação de Usabilidade de Sites Web. In: **ESCOLA REGIONAL DE INFORMÁTICA**, 2002, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SBC, 2002. Disponível em <<https://www.irit.fr/~Marco.Winckler/2002-winckler-pimenta-ERI-2002-cap3.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2018. Porto Alegre: SBC, p. 1-54, 2002.

Arquitetura para Visualização e Interação com Mapas com Grandes Volumes de Pontos

Architecture for Visualization and Interaction with Maps with Large Point Volumes

Yehoshua Edson Oliveira Silva¹
yehoshua.silva@fatec.sp.gov.br

Felipe Alves da Silva¹
felipe.silva575@fatec.sp.gov.br

Leandro Luque¹
leandro.luque@fatec.sp.gov.br

1 - Faculdade de Tecnologia de Mogi das Cruzes | Fatec Mogi das Cruzes

Recebido em
03 nov. 2023

Aceito em
15 fev. 2024

Publicado em
27 mar. 2024

<https://git.fateczl.edu.br>
e_ISSN
2965-3339
DOI
10.29327/2384439.2.2-11

@_GIT
Advances in Global
Innovation & Technology
Volume 2
Número 2
São Paulo
Março
2024

Resumo: O volume de dados gerados diariamente tem aumentado vertiginosamente nos últimos anos: estima-se que, em 2025, 400 exabytes serão gerados diariamente. Tal escala traz consigo problemas característicos – como desempenho e escalabilidade – e exige soluções apropriadas. Sendo parte desses dados espacialmente distribuídos usados amplamente em áreas como geoprocessamento, torna-se necessário também o cuidado com as técnicas de apresentação e usabilidade. Este artigo detalha uma arquitetura de software baseada em computação na nuvem, escalável e extensível para processamento e visualização de grandes volumes de dados geográficos. A solução proposta foi elaborada a partir da experiência conjunta dos autores em duas soluções de visualização geográfica, que são também discutidas de forma a propor melhorias e perspectivas para futuras implementações. Foram consideradas etapas primordiais da interação do usuário com dados espaciais: obtenção, agrupamento, exibição e registro de eventos. Levanto as principais questões arquiteturais, que originaram requisitos comuns funcionais e não funcionais a ambos os projetos.

Palavras-chave: Computação em nuvem; Arquitetura de software; Dados geográficos; Visualização de dados.

Abstract: According to estimates, 400 exabytes of data will be generated daily in 2025. Such massive scale brings performance and scalability issues, requiring proper solutions. As part of this spatially distributed data is widely used in areas such as geoprocessing, it is also necessary to pay attention to presentation and usability techniques. This paper details a scalable, extensible, Cloud based software architecture for large scale geographical data processing and visualization. The proposed solution was developed based on the authors' joint experience in two geographic visualization solutions, which are also discussed in order to propose improvements and perspectives for future implementations. The primary stages of user interaction with spatial data were considered: obtaining, grouping, displaying and recording events. I raise the main architectural issues, which gave rise to common functional and non-functional requirements for both projects.

Keywords: Cloud computing; Software architecture; Geographical data; Data visualization.



1. INTRODUÇÃO

O volume de dados gerados e processados por sistemas de *software* tem crescido exponencialmente nas últimas décadas. Taylor (2023) projeta que, em 2025, serão gerados mais de 400 exabytes – quintilhão de bytes – de dados diariamente. Muitos destes dados são espacialmente distribuídos (LEE e KANG, 2015) e, quando presentes em grande volume, impõem desafios não apenas quanto à experiência do usuário, mas também quanto à infraestrutura e aos métodos de armazenamento e processamento empregados.

Sistemas de *software* que gerenciam dados espacialmente distribuídos são vastamente empregados em campos como geoprocessamento, agricultura, logística e turismo, onde é crucial representar entidades em suas localizações específicas. Para aprimorar a experiência do usuário na visualização desses dados, várias técnicas podem ser adotadas. Algoritmos de clusterização, por exemplo, têm por função agrupar dados em grupos (ou *clusters*) de acordo com critérios preestabelecidos. Tal técnica possibilita a identificação e extração de informações até então desconhecidas (GOVENDER e SIVAKUMAR, 2019).

O processamento de dados em sistemas como estes torna-se viável tanto financeira quanto computacionalmente por meio da computação em nuvem - uma complexa infraestrutura de *software* e *hardware* que permite ao usuário acessar diversas plataformas, aplicações e serviços que estejam conectados a ela, permitindo a entrega da computação como serviço de forma transparente (PEDROSA E NOGUEIRA, 2011). Hashem et al. (2015) afirmam que a computação em nuvem oferece um conjunto único de soluções em

armazenamento, processamento e análise de dados, fazendo com que arquiteturas baseadas em nuvem sejam cada vez mais adotadas em soluções acadêmicas e corporativas de grande escala.

Em 2021 e 2022, os autores do presente artigo contribuíram no desenvolvimento de dois sistemas que lidavam com consideráveis volumes de dados espaciais. Um estava relacionado ao transporte de cargas, representando mais de 130 mil veículos distribuídos por todo o Brasil. O outro era uma plataforma para uma grande empresa aérea brasileira, que auxiliava usuários a encontrar serviços diversos, sendo utilizado por centenas de milhares de usuários. Estes projetos permitiram validar diferentes propostas de arquitetura e estratégias de apresentação de dados espaciais.

Diversos trabalhos abordaram formas de lidar com grandes volumes de dados espacialmente distribuídos, porém, em sua grande maioria, focando em aspectos de apresentação de dados (DELORT, 2010; HUANG, 2012; KORPI, 2013; MEERT, 2006). A contribuição do presente artigo é apresentar uma arquitetura baseada em nuvem para processamento e visualização de dados espaciais oriunda de nossa experiência com os sistemas supracitados. Esta arquitetura tem como objetivo otimizar o tempo de resposta. Com este trabalho, esperamos proporcionar *insights* para profissionais da área, otimizando o processo de desenvolvimento ao reduzir a necessidade de explorar múltiplas alternativas não comprovadas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Na interação de usuários com dados espaciais, algumas etapas precisam ser realizadas:

- Obtenção dos dados dos pontos (latitude, longitude, descrição etc.) a partir do nível de *zoom* de visualização;
- Opcionalmente, agrupamento destes pontos em *clusters* para redução do volume de informações visualizadas. No caso de agrupamento, obtenção dos dados dos grupos (latitude, longitude, tamanho e classificação);
- Exibição dos pontos ou *clusters* em uma região espacial, geralmente um mapa;
- Registro de eventos na região e nos pontos/*clusters* para responderem a interações do usuário, tais como: mudança de nível de *zoom*, seleção de ponto etc.

Algumas questões arquiteturais que influenciam estas etapas são:

- Onde e como armazenar os dados?
- De que forma os consultar?
- Em que momento e onde fazer a clusterização de pontos?
- Como responder eficientemente a movimentações feitas na região espacial, tanto em nível de translação quanto de *zoom*?

Orientada por estas questões, a arquitetura proposta neste artigo tem como pano de fundo a experiência dos autores em dois projetos profissionais, ambos com características e desafios próprios. Embora tivessem suas particularidades, os dois projetos contaram com alguns Requisitos Funcionais (RF) e Não-Funcionais (RNF) em comum:

- RF01: armazenar pontos de interesse com latitude e longitude e que podem ter categorias diferentes (p.ex.: hotel, aeroporto, locadora de veículos etc.);
- RF02: permitir aos usuários navegar por um mapa com os pontos, podendo visualizá-los e interagir com eles para obter mais informações;

- RF03: permitir que o usuário faça zoom no mapa, apresentando os pontos de modo a haver redução de sobreposição entre pontos;
- RNF01 (escalabilidade): o sistema deveria ser capaz de processar e apresentar volumes grandes e crescentes de dados, da ordem de centenas de milhares a milhões de pontos;
- RNF02 (desempenho): o sistema deveria apresentar os dados, independentemente de volume, dentro do intervalo limite de atenção de um usuário (NIELSEN, 2023).

Considerando estes requisitos comuns e as questões levantadas, estudamos diferentes estratégias, conforme tabela seguinte:

- Armazenamento dos pontos:
 - Banco de dados relacional;
 - Banco de dados *NoSQL*.
- Consulta de pontos:
 - Consulta por área de visualização (coletando apenas os pontos visíveis para o usuário no momento);
 - Consulta por área de visualização com margem (coletando pontos extras nas redondezas dos visíveis para o caso de movimentações serem respondidas mais rapidamente).
- Clusterização e armazenamento:
 - *Clusterizar* no *front-end*, distribuindo processamento entre as máquinas dos clientes;
 - *Clusterizar* no *back-end*, enviando aos usuários apenas as informações de clusters no nível de zoom atual do mapa em visualização pelo usuário.
- Resposta a interações dos usuários:
 - Montagem de clusters a cada interação;

- Manutenção de cache de clusters por nível de mapa;
- Uso de técnicas de *debouncing* para evitar requisições desnecessárias.

A programação e análise destas estratégias foi feita por meio de diversas iterações, gerenciadas por um processo SCRUM. As tecnologias utilizadas no *front-end* e *back-end* foram: *NodeJS*, *ExpressJS*, *ElasticSearch* e *Google Maps*.

Cada estratégia foi então analisada para um volume variável de 1.000, 10.000, 20.000, ..., até 100.000 pontos. A análise deu-se em função do tempo de resposta para o usuário, considerando as classificações propostas por Nielsen (2023). Por fim, definimos a arquitetura recomendada em função dos testes realizados como sendo aquela com o menor tempo de resposta.

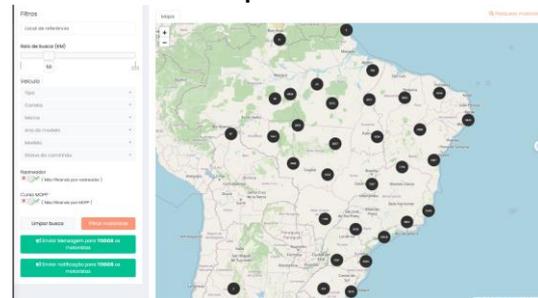
Os autores devem seguir estritamente as normas descritas nesse *Template*. A norma a ser considerada é a NBR ABNT 6023 para citações e referências. O formato do autor-data deve ser usado à citação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira estratégia testada relacionava-se a um sistema monólito de logística, no qual era necessária a exibição e atualização em tempo real de milhares de pontos, representando a localização em tempo real de caminhões de transporte de carga, além de uma série de filtros de complexidade considerável. Nesta solução, utilizamos o banco de dados relacional PostgreSQL e os recursos do próprio Google Maps para exibição e clusterização automática de pontos. Ao navegar pelo mapa, mudando níveis de zoom, a API do Google Maps automaticamente atualiza os clusters, agrupando pontos próximos. Ao clicar sobre um cluster, o usuário era redirecionado para o nível de zoom mais

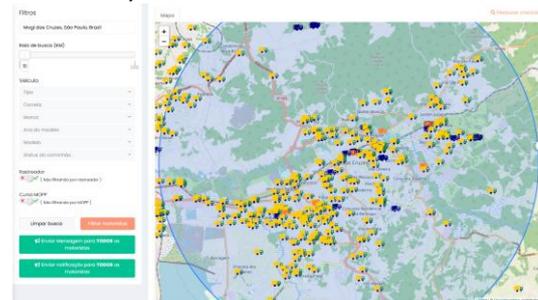
próximo. Nos níveis bem próximos do mapa, cada caminhão era apresentado como um ponto distinto. Ainda, era possível filtrar caminhões por região, o que envolvia a exibição/remoção contínua de pontos do mapa. A escolha desta abordagem apresentou sérios problemas de desempenho com o crescimento do número de veículos (Figuras 1 e 2). Com 130 mil caminhões, o mapa demorava cerca de 20s para ser carregado e os pontos exibidos em um computador compatível com Intel I5 com 16GB de memória.

Figura 1 - Mapa com pontos *clusterizados*, indicando a quantidade clusters



Fonte: Os autores (2023)

Figura 2 - Detalhe do mapa em nível maior de zoom, cada ícone indica um caminhão



Fonte: Os autores (2023)

As dificuldades de desempenho enfrentadas com esta solução nos motivaram a uma refatoração de grande parte do código relevante. As mudanças efetuadas incluíram, mas não se limitaram a:

1. Implementação de um filtro geográfico baseado no *viewport* (janela de exibição, em tradução livre) mais atualizado do mapa: dividiu-se o mapa em três regiões concêntricas: a região 1 corresponde à parte visível do mapa. A região 2, a uma pequena margem de tamanho arbitrário. Caso o usuário navegue além da região 2, o conteúdo do mapa é recarregado conforme a nova região visível;
2. Refatoração da clusterização de pontos para o *back-end*. Em níveis baixos de zoom, grande parte do mapa é visível, aumentando a quantidade de pontos exibidos, caso o *front-end* seja o responsável pela clusterização. Tal refatoração permite reuso do processamento e reduz a quantidade de informações enviadas via internet;
3. Adição de otimizações relacionadas à interação do usuário com o mapa, das quais duas se destacam:
 - a. Criação de cache dos clusters de acordo com o nível de zoom, de forma que pequenas mudanças não causem constantes requisições;
 - b. Aplicação de *debouncing* nas chamadas à API, de forma que alterações rápidas de zoom ou localização no mapa não causem múltiplas requisições desnecessárias ao serviço.

A melhora de desempenho apresentada foi significativa, permitindo que a mesma experiência de navegação fosse alcançada, mas com limites superiores de tempo de 3s de abertura, na mesma configuração de máquina citada. Embora tenha apresentado desempenho maior, ainda existia o desafio da escalabilidade referente ao fato de que se tratava de um monólito.

O segundo projeto com o qual tivemos contato era uma solução de apoio na organização de viagens, com o objetivo de auxiliar o usuário final a encontrar hotéis, pontos de locação de veículos e atrações turísticas por todo o planeta Terra. As informações eram obtidas através das APIs de diversos parceiros, normalizadas em um formato padrão e disponibilizadas via API para uma página promocional.

A companhia aérea em questão possuía grande experiência com desenvolvimento Cloud e *serverless*, eliminando em grande parte os problemas de escalabilidade que uma solução desse gênero poderia causar.

Grande parcela da complexidade desse projeto estava localizada em alguns aspectos:

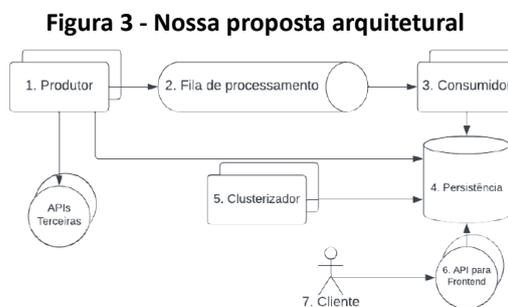
1. A integração com APIs parceiras, cada uma com seu contrato, detalhes de autenticação e ciclo de atualização dos dados;
2. Normalização das informações para consumo por parte do *front-end*;
3. A área de negócio da companhia desejava que os pontos de interesse fossem agrupados em diferentes níveis, em localizações específicas: clusters deveriam ser formados a nível de cidade, estados do Brasil, país e continente. O objetivo era facilitar a busca por parte do usuário final;
4. Os clusters supracitados deveriam ter localizações predeterminadas por parte da área de negócio.

A arquitetura desenhada para esse projeto determinava a execução de um processo específico de consulta na API de cada um dos parceiros, todos agendados para iniciar durante a madrugada. Os dados eram então armazenados em um índice *ElasticSearch* específico, enquanto clusters eram representados como documentos no

mesmo índice. O armazenamento das localizações de cada cluster foi feito em um outro documento *ElasticSearch*.

Não houve necessidade posterior para refatoração, mas em retrospecto os autores indicam alguns pontos de melhoria:

- Implementação de uma etapa de configuração, removendo a configuração dos clusters do banco de dados;
- Processamento assíncrono dos dados, a fim de aumentar a responsividade e eficiência da solução.



Fonte: Os autores (2023)

Após a identificação desses requisitos comuns, definiu-se uma arquitetura base, facilmente alterada de acordo com a infraestrutura desejada (nuvem ou instalações próprias). A Figura 3 é uma visão geral dessa proposta, nela indicamos componentes escaláveis horizontalmente com a duplicação do ícone (componentes 1, 3, 5 e 6 são exemplos). O diagrama pode ser descrito em função de seus componentes essenciais:

1. Produtores: responsáveis por efetivamente produzir ou obter os dados base, que serão posteriormente inseridos em uma fila de processamento. Dados podem ser obtidos através de APIs externas, soluções IoT ou pré-processamento de arquivos proprietários, por exemplo;

2. Fila de processamento: itens produzidos são inseridos em uma fila para processamento assíncrono;
3. Consumidores: processam elementos retirados da fila, executando possíveis regras de negócio de acordo com o tipo do ponto, e executando a normalização, para depois persistir as informações;
4. Persistência: após uma etapa de normalização, os dados são armazenados em um banco de dados – preferencialmente otimizado para consultas;
5. *Clusterizador*: caso o algoritmo de clusterização escolhido não possa ser executado durante a etapa de processamento das informações, faz-se necessário um componente específico para tal. A frequência de execução deste componente definirá o ritmo de atualização das informações *clusterizadas*, a depender de requisitos não-funcionais e regras de negócio;
6. API para *front-end*: API para mediação entre o armazenamento escolhido e o *front-end* da aplicação. É efetivamente a implementação de um padrão arquitetural conhecido como BFF (ou *Backend-for-Frontend*), utilizado para abstrair lógica específica para a visualização. (BROWN e WOOLF, 2016);
7. Cliente: no *front-end* são implementadas otimizações especificamente relacionadas à interação do usuário com o mapa: *debounce* e cachês de requisição são exemplos de técnicas que podem ser utilizadas.

Em um ambiente Cloud, esta arquitetura pode ser facilmente escalada verticalmente, a partir do uso de recursos elásticos dos diferentes provedores de computação em nuvem. Exemplos são a *Amazon Web Services (AWS)*, que fornece

um serviço de escalonamento automático de recursos provisionados chamado *AWS Auto Scaling* (AMAZON, 2018).

Por outro lado, a escalabilidade horizontal pode ser obtida através do uso de um orquestrador de contêineres, responsável por criar novas instâncias de acordo com o volume de requisições. Exemplos de orquestradores incluem *Docker Swarm* (DOCKER, 2023) e *Kubernetes* (KUBERNETES, 2023), sendo este último particularmente bem suportado por diversos provedores Cloud, que possuem serviços de provisionamento de clusters *Kubernetes*, como EKS (AMAZON, 2023), AKS (MICROSOFT, 2023) e GKE (GOOGLE, 2023).

Tipos diferentes de pontos podem ser tratados a partir da criação de Produtores específicos, com seus próprios ciclos de execução e forma de obtenção dos dados. Consumidores podem ser implementados a partir da mesma técnica, com a adição de configuração adicional na ferramenta escolhida para a fila. Cada tipo de ponto pode ter seu próprio ritmo de atualização dos dados, pois este depende apenas da frequência de execução dos Produtores e a etapa de processamento é assíncrona.

Uma etapa adicional de clusterização dos pontos pode ser executada juntamente às regras de negócio nos Consumidores. Xu e Wunsch (2005) listam e comparam uma série de algoritmos que podem ser usados para esse fim. Recomenda-se executar a clusterização em diversos níveis de granularidade, possibilitando a visualização de diferentes clusters de acordo com critérios arbitrários no front-end.

Uma etapa inicial de configuração pode ser criada para a customização do algoritmo utilizado, posição dos clusters e outros parâmetros. Os usuários da área de

negócio de uma corporação podem então ser empoderados e responsabilizados por tal configuração (ALT et al., 2020).

4. CONCLUSÃO

Razavian et al. (2018) afirmam que a tomada de decisão é parte significativa da arquitetura de software – tão importante quanto a arquitetura em si é o processo de decisão que a originou, que pode e deve ser afetado pelas circunstâncias do projeto, pela área de negócio específica e pelo resultado desejado. A arquitetura descrita neste artigo é derivada das experiências dos autores e resultante de suas observações e identificação de características comuns a soluções relacionadas ao processamento e visualização de dados geográficos: se trata de uma abordagem escalável e extensível, capaz de processar grandes volumes de dados e de fornecer uma base sólida para a experiência de usuário e de arquiteturas derivativas.

REFERÊNCIAS

ALT, Rainer; HUMAN, Soheil; NEUMANN, Gustaf. **End-user Empowerment in the Digital Age**. Proceedings of the 53rd Hawaii International Conference on System Sciences, 2020.

AMAZON. **AWS Application Auto Scaling**. 2023. Disponível em: <https://aws.amazon.com/autoscaling/>. Acesso em: 26 set. 2023.

AMAZON. **Managed Kubernetes Service - Amazon EKS Features**. 2023. Disponível em: <https://aws.amazon.com/eks/features/>. Acesso em: 26 set. 2023.

BROWN, Kyle et al. **Implementation Patterns for Microservices Architectures**. Conference on Pattern Languages of Programs, 2016.

DELORT, J. Visualizing large spatial datasets in interactive maps. In: 2010

SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS, APPLICATIONS, AND SERVICES, 2010, [S.l.]. Anais [...]. [S.l.]: [s.n.], 2010. p. 33-38. doi:10.1109/GEOProcessing.2010.13.

DOCKER. **Swarm mode overview**. 2023. Disponível em: <https://docs.docker.com/engine/swarm/>. Acesso em: 26 set. 2023.

GOOGLE. **Google Kubernetes Service (GKE)**. 2023. Disponível em: <https://cloud.google.com/kubernetes-engine>. Acesso em: 26 set. 2026

GOVENDER, Paulene; SIVAKUMAR, Venkataraman. **Application of k-means and hierarchical clustering techniques for analysis of air pollution: a review (1980-2019)**. Atmospheric Pollution Research, 2020.

HASHEM, Ibrahim Abaker Targio et al. **The rise of “big data” on cloud computing: Review and open research issues**. Information Systems, 10 ago. 2014.

HUANG, H.; GARTNER, G. **A technical survey on decluttering of icons in online map-based mashups**. In: ONLINE MAPS WITH APIS AND WEBSERVICES. [S.l.]: Springer, 2012. p. 157-175. doi:10.1007/978-3-642-27485-5_11.

KORPI, J.; AHONEN-RAINIO, P. **Clutter reduction methods for point symbols in map mashups**. The Cartographic Journal, v. 50, n. 3, p. 257-265, 1 ago. 2013. doi:10.1179/1743277413Y.0000000065.

KUBERNETES. Overview. 2023. Disponível em: <https://kubernetes.io/docs/concepts/overview/>. Acesso em: 26 set. 2023.

LEE, J.-G.; KANG, M. **Geospatial big data: challenges and opportunities**. Big Data Research, [s.l.], v. 2, n. 2, p. 74-81, jun. 2015. DOI: 10.1016/j.bdr.2015.01.003.

MEERT, W.; TRONÇON, R.; JANSSENS, G. **Clustering maps**. 2006. Tese (Mestrado) - Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, 2006. Disponível em:

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.132.6977&rep=rep1&type=pdf>
Acesso em: 28 set 2023.

MICROSOFT. **Managed Kubernetes Service (AKS)**. 2023. Disponível em: <https://azure.microsoft.com/en-us/products/kubernetes-service>. Acesso em: 26 set.2023.

NIELSEN NORMAN GROUP. **Website Response Times**. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/website-response-times>. Acesso em: 28 set 2023.

PEDROSA, Paulo H. C.; NOGUEIRA, Tiago. **Computação em Nuvem**. Unicamp. 2011. Disponível em: <https://www.ic.unicamp.br/~ducatte/mo40/1s2011/T2/Artigos/G04-095352-120531-t2.pdf>. Acesso em: 26 set. 2023.

RAZAVIAN, Maryam; PAECH, Barbara; TANG, Antony. **Empirical Research for Software Architecture Decision Making, An Analysis**. The Journal of Systems & Software, 2019.

SVENNERBERG, G. **Handling large amounts of markers in google maps – in usability we trust**. 2009. Disponível em: <http://www.svennerberg.com/2009/01/handling-large-amounts-of-markers-in-google-maps>. Acesso em: 28 set. 2023.

TAYLOR, Petroc. **Amount of data created, consumed, and stored 2010-2020, with forecasts to 2025**. Statista, 22 ago. 2023. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created>. Acesso em: 28 set 2023.

XU, Rui; WUNSCH, Donald. **Survey of Clustering Algorithms**. IEEE Transactions on Neural Networks, 2005

SILVA, F. D. **Trabalhos científicos**. 2. ed. São Paulo: Genérica, v. 1, 2018.