

UBIQUIDADE

Revista de estudos sobre as Tecnologia de Informação e
Comunicação (TIC) Centro Universitário Padre Anchieta.

ISSN 2236-9031

Sobre a revista
Apresentação e editorial
Última edição
Edições anteriores
Normas
Chamada de trabalhos
Contato

UNIANCHIETA

Revista Ubiquidade

data de publicação Julho/2023

Copyright © 2023 UniAnchieta

Expediente

A revista Ubiquidade é uma publicação semestral vinculada ao Curso de Bacharelado em Ciência da Computação do UniAnchieta, exclusivamente eletrônica, que pretende divulgar contribuições originais, teóricas ou empíricas, relacionadas às áreas de Tecnologia de Informação e Comunicação (TICs) e está aberta para trabalhos científicos de pesquisadores nacionais ou internacionais.

O envio de trabalhos para apreciação, assim como o pedido de informações, pode ser feito por meio do endereço: ubiquidade@anchieta.br

Editor

Prof. Dr. Juliano Schimiguel (UniAnchieta)

Conselho Editorial

Profa Dra. Aline Brum Loreto, Universidade Federal de Santa Maria-Campus Cachoeira do Sul (UFSM-CS)/RS

Prof. Dr. Carlos Adriano Martins, Unicid - Universidade Cidade de São Paulo, São Paulo/SP

Prof. Dr. Hélio Rosetti Júnior, Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória/ES

Prof. Dra. Jane Garcia de Carvalho, Unicid - Universidade Cidade de São Paulo, São Paulo/SP

Prof. Dr. Josney Freitas Silva, UEMG - Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG, Frutal/MG

Prof. Dr. Juliano Schimiguel (UniAnchieta, Cruzeiro do Sul)

Prof. Me. Juliano Silva Marçal (Centro Universitário Padre Anchieta, Jundiá/SP)

Prof. Dr. Luciano Soares Pedroso, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, Teófilo Otoni/MG

Profa Dra. Lucy Mirian Campos Tavares Nascimento, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Formosa/GO

Prof. Dr. Marcelo Eloy Fernandes, Universidade Nove de Julho, São Paulo/SP

Prof. Ma. Nádia Vilela Pereira, IFTO — Instituto Federal do Tocantins, Campus Palmas

Prof. Dr. Vivaldo José Breternitz, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo/SP

Profa Dra. Viviane Sartori, Universidad Europea del Atlántico (Uniatlantico), Salamanca, Espanha

Ubiquidade / Centro Universitário Anchieta – V.6, N.1, 2023 – Jundiaí: Unianchieta,
2023.

Semestral

ISSN 2236-9031

1. Ciência da Computação. 2. Sistemas de Informação. 3. Sistemas de
Computação e Teleinformática.

CDU: 004(05)

Catálogo na Publicação

Bibliotecária Responsável – Elizabete Alves – CRB-8/3589.

Todos os direitos reservados e protegidos pela Lei 9.610 de 19/02/1998. É permitida a reprodução e distribuição desta obra, desde que para fins educacionais e integralmente mantidas as informações autorais. É vedado seu uso comercial, sem prévia autorização, por escrito, dos autores e da Editora.

Prefácio

Neste número V.6, N.1 (2023) - Jan/Jul, da Revista Ubiquidade, apresentamos temáticas interessantes, de pesquisadores com importante atuação acadêmica e científica. Podemos destacar autores destas universidades: Centro Educacional da Fundação Salvador Arena (CEFSA) - São Bernardo do Campo/SP; Universidade Presbiteriana Mackenzie; Universidade Cruzeiro do Sul; Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP); Centro Universitário Anchieta (Unianchieta); Universidade de São Paulo (USP-ESALQ PECEGE) - Piracicaba/SP; Faculdade de Tecnologia de São Vicente (FATEF); entre outras.

No artigo “O Uso de Tecnologia Ubíquas no Desenvolvimento de um Conjunto de Módulos para Análise do Tempo de Reação”, os autores Oliveira, Rodrigues, Silva, Alves, Lima e Junger realizaram a validação de um conjunto de módulos para análise do tempo de reação. O desenvolvimento contou com conceitos de tecnologias ubíquas, como IoT (Internet of Things), aplicações móveis e em nuvem, tecnologias de comunicação sem fio e de alta disponibilidade.

Já no artigo intitulado “Utilização de Software de Gerenciamento de Manutenções Computadorizado (CMMS) para Desenvolvimento no Departamento de Engenharia”, as autoras Santos e Peixoto levantaram as dificuldades do departamento de manutenção, categorizando e priorizando-as para buscar oportunidades de melhorias, utilizando-se de um Sistema Computadorizado de Gerenciamento de Manutenção (*CMMS - Computerized Maintenance Management System*), para que o trabalho dos colaboradores pudesse ser feito com mais confiabilidade e acompanhamento, reduzindo o tempo de execução e aumentando a eficiência do time técnico da área de Engenharia.

No artigo “Computação Desplugada: Representação de Imagens”, os autores Mazzaro e Schimiguel utilizaram como fundamentação teórica a computação desplugada. Essa metodologia permite o ensino da Computação sem nenhum contato com computadores e são apresentados no artigo os resultados de duas atividades desplugadas e duas perguntas fechadas. As atividades tiveram foco em: colorindo com números – representação de imagens, as quais foram selecionadas a partir do livro *Computer Science Unplugged* (Bell, T., Witten, I. H., Fellows, M., Adams, R., & McKenzie, J., 2011).

O artigo “A Importância da Análise *Post-Mortem* nos Projetos: um estudo de caso”, de Barros e Oliveira Júnior, apresenta e analisa como foi aplicado a ferramenta Pirâmide *Post-Mortem* em um projeto no qual não foi possível obter o resultado esperado. O foco principal foram os problemas que ocorreram em tempo de execução do projeto. Após a realização da atividade de lições aprendidas, foi identificado que um dos principais problemas ocorreu na etapa inicial de levantamento de requisitos e documentação (escopo), o que levou a equipe a um planejamento equivocado.

No artigo "Ensino Híbrido: um Estudo sobre a Implantação Híbrida na Faculdade de Tecnologia de São Vicente - FATEF", os autores Aquino e Schimiguel analisaram o grau de satisfação dos alunos da Faculdade de Tecnologia de São Vicente – FATEF em relação à implantação do método de ensino híbrido na instituição. Foi aplicado um questionário contendo seis questões fechadas, abrangendo todos os cursos da instituição: Administração, Automação, Sistema de Informação, Engenharia Elétrica e Pedagogia,

com o intuito de analisar a relação dos alunos com o modelo híbrido de ensino na Faculdade.

SUMÁRIO

O USO DE TECNOLOGIA UBÍQUAS NO DESENVOLVIMENTO DE UM CONJUNTO DE MÓDULOS PARA ANÁLISE DO TEMPO DE REAÇÃO (Victor Inacio de Oliveira, Allan Sueder Rodrigues, Adriano Martins da Silva, Rodrigo Maestro Alves, Bruno Luis Soares de Lima, Alex Paubel Junger)7

UTILIZAÇÃO DE SOFTWARE DE GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÕES COMPUTADORIZADO (CMMS) PARA DESENVOLVIMENTO NO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA (Bruna Maria dos Santos, Cecília Sosa Arias Peixoto) 26

COMPUTAÇÃO DESPLUGADA: REPRESENTAÇÃO DE IMAGENS (Paola Mazzaro, Juliano Schimiguel) 47

A IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE POST-MORTEM NOS PROJETOS: UM ESTUDO DE CASO (Camilla Penha de Moraes Limas Barros, Hermano Peixoto de Oliveira Júnior) 59

ENSINO HÍBRIDO: UM ESTUDO SOBRE A IMPLANTAÇÃO HÍBRIDA NA FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SÃO VICENTE – FATEF (Marysol Badures Lima de Aquino, Juliano Schimiguel) 76

O USO DE TECNOLOGIA UBÍQUAS NO DESENVOLVIMENTO DE UM CONJUNTO DE MÓDULOS PARA ANÁLISE DO TEMPO DE REAÇÃO

THE USE OF UBIQUITOUS TECHNOLOGIES IN THE DEVELOPMENT OF A SET OF MODULES FOR REACTION TIME ANALYSIS

Victor Inacio de OLIVEIRA

pro14724@cefsa.edu.br

Engenharia de Computação, Faculdade Engenheiro Salvador Arena, FESA
Escola de Engenharia, Universidade Presbiteriana Mackenzie, MACKENZIE

Allan Sueder RODRIGUES

082160030@ftt.cefsa.edu.br

Engenharia de Computação, Faculdade Engenheiro Salvador Arena, FESA

Adriano Martins da SILVA

082160002@ftt.cefsa.edu.br

Engenharia de Computação, Faculdade Engenheiro Salvador Arena, FESA

Rodrigo Maestro ALVES

082160006@ftt.cefsa.edu.br

Engenharia de Computação, Faculdade Engenheiro Salvador Arena, FESA

Bruno Luis Soares de LIMA

bruno.lima@mackenzie.br

Escola de Engenharia, Universidade Presbiteriana Mackenzie, MACKENZIE

Alex Paubel JUNGER

Pro15846@cefsa.edu.br

Bacharelado em Administração, Faculdade Engenheiro Salvador Arena, FESA

RESUMO

O objetivo do trabalho foi a validação de um conjunto de módulos para análise do tempo de reação. Para que isso fosse possível, o desenvolvimento contou com conceitos de tecnologias ubíquas, como IoT (*Internet of Things*) aplicações móveis e em nuvem, tecnologias de comunicação sem fio e de alta disponibilidade. Os dispositivos foram desenvolvidos com o intuito de registrar o valor do tempo entre um estímulo e uma resposta. Após esta integração, o equipamento foi validado sem intervenção humana, comparando as suas medidas com o valor resultante da equação de queda livre. Foi verificado que o método, utilizando os equipamentos deste projeto, propõe uma alta precisão e exatidão dos resultados, assim como maior versatilidade quando comparado com o método aplicado atualmente.

Palavras-Chave

Tempo de reação. Desempenho humano. IOT no esporte.

ABSTRACT

The objective of the study was the validation of a set of modules for reaction time analysis. In order to achieve this, the development relied on concepts of ubiquitous technologies, such as IoT (Internet of Things), mobile and cloud applications, wireless communication technologies, and high availability. The devices were developed with the intention of recording the time value between a stimulus and a response. After this integration, the equipment was validated without human intervention, comparing its measurements with the resultant value from the free fall equation. It was found that the method using the equipment from this project proposes high precision and accuracy of the results, as well as greater versatility when compared to the currently applied method.

Keywords

Reaction time. Human performance. IOT in sport.

1.INTRODUÇÃO

O Tempo de reação (TR) é uma medida do comportamento humano utilizada para medir o intervalo de tempo necessário para que um indivíduo perceba um estímulo, reconheça-o e faça uma escolha (DONDERS, 1969), esses estímulos podem ser visuais, como uma luz de alerta; sonoro, como um tiro de largada; ou cinestésico, como o calor na pele; entre outros.

O indivíduo, ao perceber um estímulo, precisa reagir com outra ação, um atleta ao ouvir o disparo da largada, precisa reagir ao estímulo largando do bloco o mais rápido possível, assim como o tripulante de uma aeronave precisa tomar uma decisão rápida ao visualizar um alerta em seu painel de controle.

No âmbito esportivo o TR se faz presente em quase todos os momentos em que um atleta precisa tomar uma decisão e realizar uma ação motora de forma rápida, a fim de atingir o objetivo e ou superar o seu adversário. O estudo do TR no esporte se mostra muito importante, uma vez que possibilita entender o comportamento neuromuscular dos indivíduos, mostrando que o tempo de reação pode ser o mais sensível para identificar prejuízos no desempenho esportivo, decorrente de sessões de treinos e competições exigentes (MATOS, *et al.*, 2013). Os estudos que utilizam a análise do TR não se limitam apenas em observar o desempenho motor afetado pela fadiga periférica, mas pesquisas comprovam uma correlação positiva do tempo de reação com a fadiga mental (CROCETTA, *et al.*, 2017).

Além de demonstrar possíveis prejuízos no desempenho esportivo, alguns estudos parecem demonstrar um processo de retroalimentação entre o esporte e o TR, mostrando que a prática do esporte proporciona melhores índices no TR. Em estudo, Bruzi *et al.* (2013), demonstraram em um comparativo entre atletas de basquetebol, atletas de ginástica artística e não atletas, que o tempo de resposta nos testes realizados foram maiores em não atletas.

Diante da importância apresentada sobre a análise do TR, se faz necessária a utilização de equipamento(s) com capacidade de mensurar com precisão o TR.

Atualmente, nota-se cada vez mais a tecnologia no cotidiano, no qual vislumbra-se o advento e a aplicação de dispositivos *IoT* em diversos contextos (PATRICIO, *et al.*, 2018), sejam eles para segurança, para geração de dados urbanos ou mesmo para atender as necessidades dos transientes. Para tornar possível essa realidade, foi necessário o desmembramento e a modularização dos dispositivos a prestarem tais serviços, viabilizados pela intercomunicação sugerida e fornecida pelas redes sem fio, sejam elas dados móveis, *Wi-Fi*, *bluetooth* ou outras.

O objetivo desta pesquisa foi o desenvolvimento e a validação de um conjunto de módulos interconectáveis para análise do TR e sua aplicação prática, uma vez que os dispositivos atuais possuem limitações quanto à mobilidade, transporte e à necessidade de recursos extras para realização dos testes, como estruturas metálicas, computadores e periféricos.

Para alcançar os objetivos propostos, foram utilizados no projeto conceitos da física aplicada em engenharia, *IoT*, computação em nuvem, protocolos de comunicação de rede, programação de aplicações móveis, eletroeletrônica e modelagem 3D. Para certificar a precisão destes dispositivos, foi necessário realizar testes automatizados sem interferência humana, para garantir que não houvesse o erro humano embutido nas medidas. Foram utilizados como referencial para a medida de tempo os conceitos da física inseridos na fórmula de queda livre, proposto por Galileu Galilei. A estrutura do dispositivo foi fabricada por meio de prototipagem de impressão 3D, os módulos possuem comunicação *Wi-Fi* e os dados são enviados para uma aplicação em nuvem, podendo ser verificados em tempo real em um dispositivo móvel.

Para validar o equipamento em campo, foi realizada a comparação com um método já utilizado na literatura, por meio da análise de vídeos filmados com câmera de alta velocidade.

2.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Embasamento físico

O tempo de reação é uma medida do comportamento humano muito utilizada para aferir o tempo entre um estímulo até sua resposta cognitiva e a resposta motora de nosso corpo. Esta medida tem vasta aplicação no cenário esportivo, no qual um menor tempo de resposta poderá proporcionar ao atleta maior vantagem em uma competição.

O TR é uma importante fonte em psicologia experimental, ao estudar a escolha no ramo da percepção humana, o tempo de reação tem se mostrado uma variável muito importante, em que escolhas rápidas são consideradas as mais fáceis (YOUNG e CRUMER, 2018).

A velocidade é uma característica neuromuscular que está presente em diversos momentos do esporte. Ações motoras executadas de forma rápida e coordenadas podem proporcionar uma maior velocidade ao atleta e até mesmo influenciar diretamente no resultado. Segundo a literatura, velocidade é o menor tempo possível para a contração do músculo após um estímulo (BARBANTI, 1979).

Ao se tratar de mensurar o tempo de reação, alguns dispositivos se propõem a exercer essa função, como, por exemplo, o Vienna Test System (VTS) e o Batak pro, ambos com protocolos de teste e *design* próprio. O Vienna Test System (VTS) é um sistema computadorizado capaz de realizar uma variedade de testes, como atenção sustentada, tempo de reação, percepção periférica, reatividade ao estresse e antecipação de movimento, que são relevantes para a psicologia do esporte (ONG, 2015). Mediante a estímulos visuais e sonoros, e também por meio de botões, alavancas e pedais é possível realizar interação entre o VTS e os testes (SANTOS *et al.*, 2019).

No Batak Pro, o registro do tempo de reação é feito por meio de doze dispositivos, situados verticalmente, que acendem uma luz de cada vez de forma aleatória, sendo o objetivo da pessoa que está executando o teste acertar o dispositivo que acendeu a luz no menor tempo possível. (BATAK PRO, 2017). Além destes equipamentos de mercado, a literatura tem apresentado estudos nos quais são utilizadas câmeras de alta velocidade e posterior análise de vídeo para obter o TR (DA SILVA, *et al.*, 2020).

Para validar fisicamente o dispositivo criado, é possível utilizar o conceito de movimento de queda livre, ou lançamento vertical, que se baseia em um experimento realizado por Galileu Galilei, que verificou que ao deixar cair uma bala de canhão e uma de mosquete diversas vezes, ambas chegariam ao solo ao mesmo tempo, assim concluiu que dois corpos abandonados da mesma altura chegariam simultaneamente ao solo, independentemente de suas massas (JUNIOR; ANTONI, 2013). Uma das fórmulas propostas por Galileu foi uma expressão matemática utilizada para determinar o tempo de queda e a distância de um corpo. Ela pode ser expressa como:

$$D = \frac{G * t^2}{2} \tag{1}$$

Onde ‘D’, ‘G’ e ‘t’ são respectivamente a distância percorrida pelo corpo, a constante gravitacional e o tempo de queda.

Em 1644, Torricelli publica a obra “Opera Geometrica”, constituída de 3 partes, possuía em sua segunda parte ideias correlacionadas aos experimentos realizados anteriormente por Galileu, em uma delas, ele demonstra o princípio de Galileu, que pesos, tanto em queda livre quanto em plano inclinado de mesma altura, possuem a relação de que chegariam simultaneamente no solo, independentemente de sua massa (MACÊDO, 2010). A equação obtida foi a Equação 2.

$$V^2 = V_0^2 + 2a\Delta s \quad (2)$$

Onde 'V' é a velocidade final, 'V₀' é a velocidade inicial, 'a' é a aceleração e 'Δs' é a variação de distância.

2.1 Tecnologias envolvidas

Segundo Fornasier (2019), o termo *IOT* (Internet das Coisas) se refere a uma tecnologia que permite que dispositivos de computação incorporados a outras interfaces (interface humana ou máquina) e ligados por meio de redes (com fio ou não) sejam capazes de capturar dados do ambiente exposto a fim de criar uma rede de informações, fornecendo dados e modelos de negócio digitais, assim como serviços e funcionalidades. Alguns consideram a IoT como sendo uma tecnologia ubíqua, ou seja, presente em todos os lugares sem ser notada (ASHTON, 2019).

Por conta do dispositivo a ser desenvolvido proporcionar envio de dados para monitoramento e análises, além de uma comunicação *Wi-Fi* entre microcontrolador e aplicação, ele pode ser considerado um dispositivo *IOT* (SANTOS *et al.*, 2020).

Wi-Fi é uma tecnologia que é representada pela norma IEEE 802.11, a qual possibilita a troca de dados sem a necessidade de cabos. O *Wi-Fi* possui grandes vantagens, como maior alcance, maior velocidade e o fato de suportar um número maior de usuários em comparação a outros meios de comunicação sem fio, como o bluetooth (STEFANUTO, *et al.*, 2016).

Alguns dispositivos podem ser utilizados para implementação dessa tecnologia, dentre eles se destacam o Arduino e o Esp32, eles são os controladores. Os controladores de processo são adventos da automação industrial e como o próprio nome diz são responsáveis por controlar processos industriais ou parte deles por meio de algoritmos programáveis de controles específicos.

Programação nada mais é que falar ao controlador quais decisões devem ser tomadas em cada circunstância. Para isso, escrevemos um código que segue uma sequência lógica de tomada de decisões que leva em conta as variáveis que serão lidas e/ou controladas (MOTA, 2017).

Para programar essas placas, ou seja, ensiná-las a desempenhar as funcionalidades que você deseja, basta utilizarmos a sua IDE (ambiente integrado de desenvolvimento), que por sua vez é um software no qual podemos escrever um código em uma linguagem semelhante a C/C++, o qual será traduzido, após a compilação, em um código compreensível pela placa (MOTA, 2017).

Existem hoje no mercado diversos tipos de placas integradas que podem ser programadas para diversas finalidades, como, por exemplo, a placa Arduino ou a placa ESP-32.

O ESP32 é uma placa programável, do tipo microcontrolada, utilizada em projetos eletrônicos, cuja principal característica é o seu poder de comunicação *wireless*, *WiFi* ou *Bluetooth*, já integrado

à placa. Com particularidades, como pinos responsáveis pela entrada e saída de sinais digitais (portas GPIO), sensores capacitivos (portas *Touch*), conversores de grandezas analógicas em grandezas digitais (ADC [*Analog Digital Converter*]), compatibilidade de até dois núcleos, dentre outras, o ESP32, que se mostra vantajoso, interessante e com ótima usabilidade, além de apresentar um ótimo custo-benefício custando em torno de US\$10.

O microcontrolador ESP32 conta com um chip *Wi-Fi* no padrão 802.11, que opera com frequências entre 2.4 e 2.5GHz. Seu microprocessador é um *dual core Tensilica Xtensa* com arquitetura 32 bits, que opera em uma frequência máxima de 240MHz. Também conta com uma memória ROM de 448Kb e SRAM de 512Kb. Um grande diferencial é que esse microcontrolador já acompanha um protocolo de comunicação *bluetooth* embutido.

Cada um dos protocolos de comunicação fornecidos/suportados pelo ESP32 possui vantagens e desvantagens, que variam de acordo com a aplicação almejada no projeto. Em termos de *Wi-Fi* o ESP32 pode ser configurado de três maneiras diferentes, *Access Point* (AP), *Wi-Fi Station* (STA) ou um modo “híbrido”, que faz uma mescla entre os outros dois citados (ESPRESSIF, 2023).

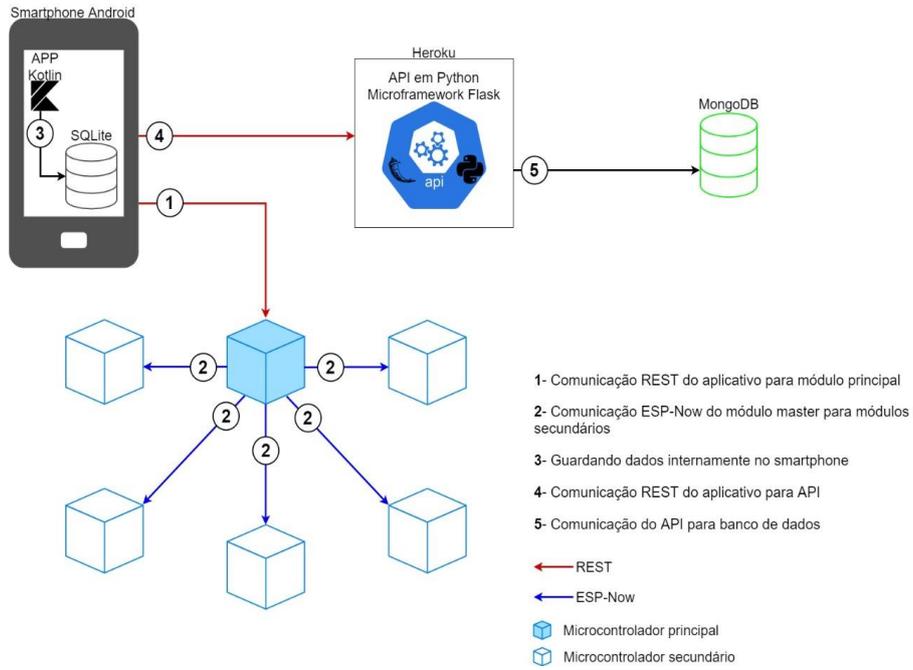
Quando configurado como *Access Point*, o microcontrolador funciona como roteador/servidor ao criar uma rede própria, pela qual outros dispositivos que possuem *Wi-Fi* conseguem se conectar. Para configurar o ESP32 como *Access Point*, basta definir o *Wifi Mode* da placa como AP, por meio do comando *WIFI_MODE_AP* (SANTOS, 2023).

A escolha do hardware deve acompanhar a necessidade do projeto, comparando os recursos fornecidos com os necessários para a execução do projeto. Analisando as possibilidades, a opção que melhor se encaixa é o ESP32. Esse microcontrolador é de baixo custo, necessita pouca energia e fornece uma conexão *Wi-Fi* (PRASAD, 2019).

3. METODOLOGIA

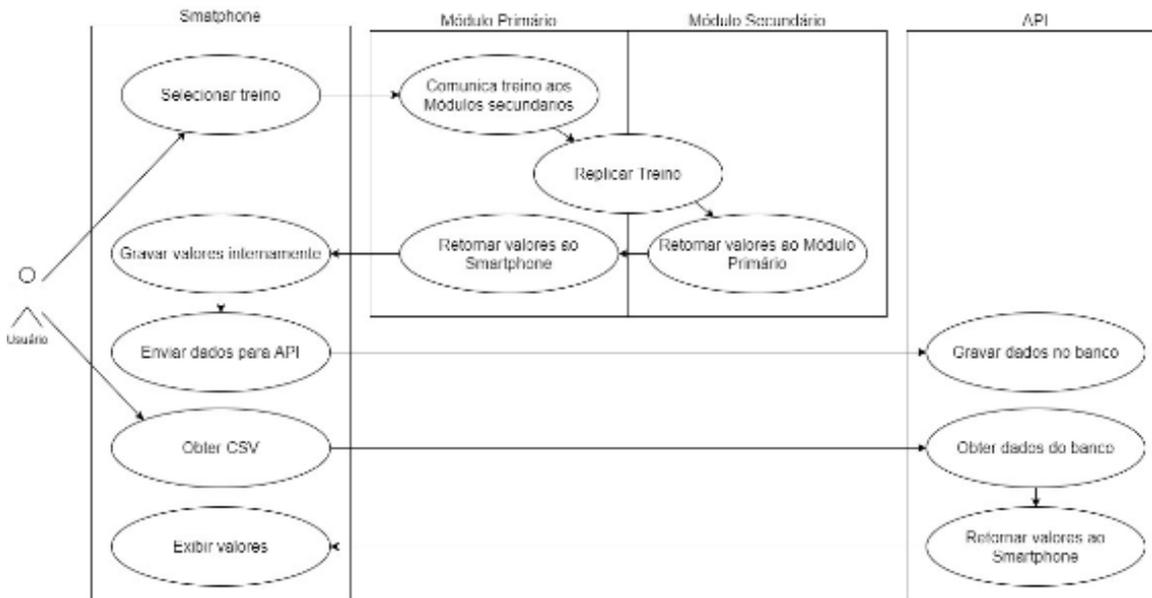
Ao longo desta pesquisa, foi projetado e confeccionado um conjunto de dispositivos para aferir o tempo de reação em diversas situações, desde a ciência do esporte e comportamento neuromuscular até os estudos da percepção humana. Também foram desenvolvidos, como suporte e complemento aos dispositivos, uma aplicação para telefone móvel *Android* e uma API desenvolvida em *Python*. A aplicação móvel é responsável pelo controle e o intercâmbio de dados entre os dispositivos e a API, que por sua vez tem como objetivo buscar e armazenar informações no banco de dados (*Mongo DB*) conforme solicitado pela aplicação, conforme Figura 1 e Figura 2.

Figura 1 – Arquitetura da Aplicação



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 2 – Caso de Uso



Fonte: Autoria própria (2023)

3.1 Recursos Utilizados

No decorrer da pesquisa, foram utilizados diversos recursos tangíveis e intangíveis, esses recursos se agrupam em 4 frentes do desenvolvimento.

3.1.1 Estrutura para testes de queda livre

Os recursos tangíveis e intangíveis relacionados à construção da estrutura para testes de queda livre estão representados no Quadro 1.

Quadro 1 – Recursos tangíveis e intangíveis relacionados para a construção da estrutura para testes de queda livre

	Descrição
Tangíveis	MDF 3mm para estrutura da torre, botão luminoso de 28mm <i>Aegir</i> , chave micro <i>switch Aegir</i> , plataforma de desenvolvimento <i>NodeMCU LoLin V4</i> com microcontrolador ESP8266-12E, placa de fenolite, módulo eletroímã, corpo de aço 20g utilizado em calibração de balanças, Display LCD 16×2 I2C <i>Backlight</i> Azul, fonte de alimentação Dc 5v, regulador de voltagem 3.3v.
Intangíveis	IDE Arduíno 1.8.13, AutoCAD 2018 licenciado para estudante, serviço de corte a laser.

Fonte: Autoria própria (2023)

3.1.2 Protótipos

Os recursos tangíveis e intangíveis relacionados à construção dos protótipos estão representados no Quadro 2.

Quadro 2 – Recursos tangíveis e intangíveis relacionados para a construção dos protótipos

	Descrição
Tangíveis	Botões luminosos de 45mm <i>Aegir</i> com baixa resistência e atrito, chave micro <i>switch Aegir</i> , módulos Lolin V3 com microcontrolador Esp8266-12E, placas de fenolite, baterias de lítio 18650 3.7v-9800mAh, Módulo carregador de baterias TP4056, <i>buzzer</i> 3.3v ativo, botão <i>push-button</i> , chave gangorra 2 terminais, Indicador de nível de carga para baterias 1S.
Intangíveis	IDE Arduíno 1.8.13, <i>software</i> para <i>design</i> de <i>hardware</i> eletrônico <i>Fritzing</i> 0.9.3, CATIA V5 R19, serviço de impressão 3D.

Fonte: Autoria própria (2023)

3.1.3 Aplicação móvel

Os recursos tangíveis e intangíveis relacionados à construção da aplicação móvel estão representados no Quadro 3.

Quadro 3 – Recursos tangíveis e intangíveis relacionados para a construção da aplicação móvel

	Descrição
Intangíveis	IDE <i>Android Studio</i> 4.1.3, <i>Kotlin</i> , <i>Android</i> , <i>SQLite</i> , <i>OKHTTP3</i> , <i>Git</i> , <i>XML</i> , <i>MVC</i> .

Fonte: Autoria própria (2023)

3.1.4 API

Os recursos tangíveis e intangíveis relacionados para a construção da API estão representados no Quadro 4.

Quadro 4 – Recursos tangíveis e intangíveis relacionados para a construção da API

	Descrição
Intangíveis	<i>Visual Studio Code</i> , <i>Postman</i> , <i>Heroku</i> , <i>MongoDB Atlas</i> , <i>MongoDB</i> , <i>Python</i> , <i>Git</i> , <i>Flask</i> , <i>PyJWT</i> , <i>Python</i> .

Fonte: Autoria própria (2023)

3.2 Desenvolvimento

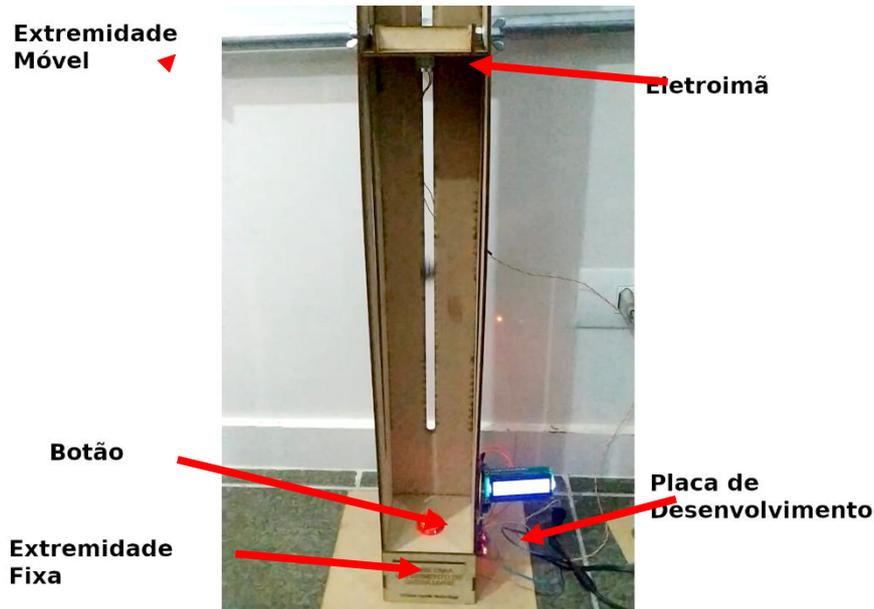
A seguir, foi detalhada a forma como cada recurso foi desenvolvido, assim como sua construção.

3.2.1 Estrutura para testes de queda livre

Com a finalidade de aferir a precisão do dispositivo, foram realizados testes de queda livre para verificação da precisão do sistema, utilizando um equipamento que põe em prática os conceitos de queda livre.

Esse equipamento consiste em uma estrutura com uma extremidade móvel que possibilita variar a altura da queda, essa extremidade permite escolher alturas entre 0,15m e 1m e nela há um eletroímã acoplado. O eletroímã tem a função de, quando acionado, segurar um corpo metálico e, quando desativado, soltar esse corpo, que parte em queda livre na direção de uma extremidade fixa. Nessa extremidade é posicionado o sistema com a função de registrar o valor em milissegundos do tempo entre o momento em que o corpo foi solto pelo eletroímã até o momento em que o corpo aciona o botão do sistema, no local do botão também poderia ter sido utilizado um sensor, como o de ultrassom (OLIVEIRA *et al*, 2012). A Figura 3 a seguir ilustra esta estrutura de testes.

Figura 3 – Estrutura de testes de queda livre



Fonte: Autoria própria (2023)

3.2.2 Módulos

Uma parte importante deste projeto é o conjunto de módulos, composto por um sistema eletrônico específico, que abriga o algoritmo desenvolvido, e testado por meio da estrutura de testes de queda livre.

O conjunto é composto por cinco módulos, sendo um denominado master e quatro secundários. A especificação de master e secundário se dão somente pelo fato do módulo master, além de se comunicar com os outros módulos, se comunicar também com a aplicação móvel, recebendo os comandos e realizando em conjunto com os demais.

Em uma placa de fenolite perfurada, foi inserida a placa de *hardware* livre com o microcontrolador, o módulo carregador de bateria TP4056 e *bornes* para conexão.

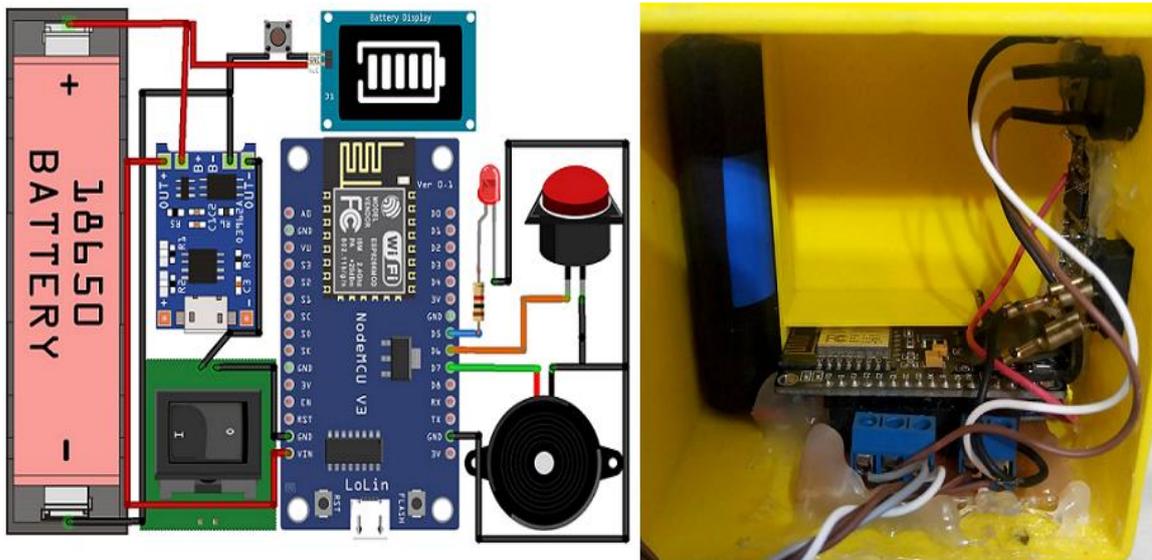
O sistema de acionamento composto por um botão de 45mm, um LED acoplado e uma chave *micro-switch* foram ligados à placa principal utilizando 3 fios, sendo um de sinal do LED, um de sinal do botão e um terra compartilhado. Além do sistema de estímulo visual por meio do LED, foi inserido no sistema um *buzzer* para realizar um estímulo sonoro, conectado por um fio condutor de sinal e um fio terra (LUZ *et al*, 2020).

A alimentação do sistema é composta por uma bateria de lítio 18650 3.7v-9800mAh conectada em 3 partes distintas do sistema. A bateria é conectada primeiramente ao módulo TP4056, que faz o papel de carregamento da bateria, a energia proveniente da bateria é enviada à placa de desenvolvimento após passar pelo módulo TP4056 e a uma chave gangorra de duas posições, essa

chave é responsável por ligar e desligar o módulo. Para que o usuário consiga visualizar o nível da bateria, um indicador de nível de carga para baterias 1S foi ligado junto à bateria, passando por um *push button*, responsável por liberar o sinal proveniente da bateria para ser demonstrado no indicador.

Figura 4.

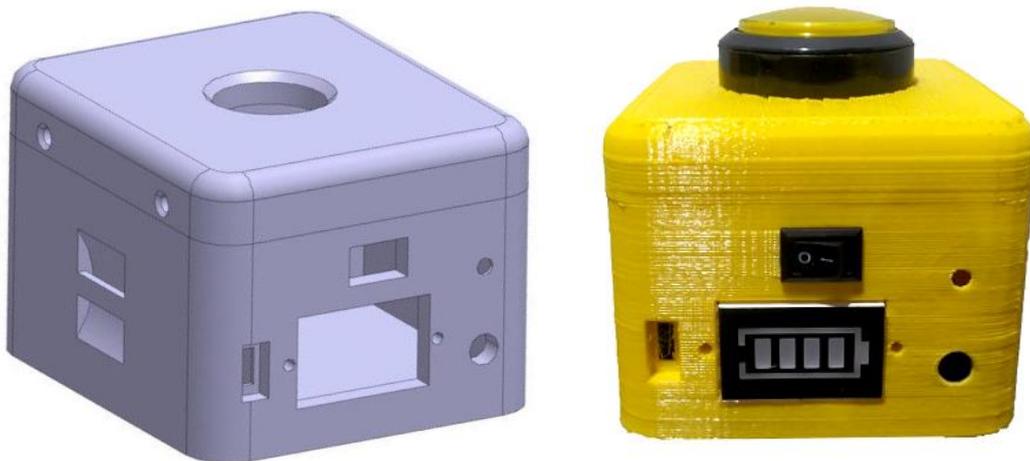
Figura 4 – Arquitetura dos módulos



Fonte: Autoria própria (2023)

Para comportar tudo isso de forma organizada, compacta e prática, foi necessário desenvolver um invólucro que fosse resistente e funcional. Por meio do software CATIA V5 R19, foi modelado um protótipo utilizando os conceitos de desenho técnico e modelagem 3D. Os protótipos foram impressos em um termoplástico chamado ABS, em uma impressora 3D, pelo processo FDM (Deposito de Material Fundido), conforme Figura 5.

Figura 5 – Modelo de prototipagem 3D



Fonte: Autoria própria (2023)

3.2.3 Aplicação Móvel

Para controle dos módulos e registro dos testes realizados, foi desenvolvido um aplicativo móvel por meio da *Integrated Development Environment (IDE) Android Studio*, na versão 4.1.3. A aplicação foi programada dentro do padrão *Model View Controller (MVC)* na linguagem *Kotlin*, nativa ao sistema operacional *Android* e o *layout* foi desenvolvido no formato *Extended Markup Language (XML)*.

Com o intuito de prover maior compatibilidade à aplicação, foi adotado o nível 23 da API do sistema operacional *Android*, que garante compatibilidade desde a versão 6 até a versão atual, *Android 11*, permitindo assim compatibilidade com 83% dos dispositivos *Android* móveis ativos, segundo a própria IDE.

Para a navegação da aplicação, foi adotado o método de múltiplas atividades, na qual cada atividade específica pode operar independentemente das outras, podendo assim iniciar telas apenas no momento do seu uso, otimizando a utilização da memória do dispositivo.

Os dados armazenados são registrados no aplicativo utilizando a biblioteca *SQLite*, que permite armazenamento em um banco de dados estruturados, sem a execução de um SGBD (Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados), separadamente.

A comunicação com os módulos e com a API ocorre por meio da utilização da biblioteca *OKHTTP3*, que permite que as mensagens de troca de dados possam utilizar o mesmo *socket*, bem como contempla os métodos de comunicação *POST* e *GET*, entre outros, possibilitando também configurações de cabeçalho que permitem os atuais protocolos de segurança.

Como complemento à biblioteca *OKHTTP3*, foi utilizado o protocolo *Wi-Fi Manager*, interno ao *Kotlin*, como meio para identificação do estado da conexão, impedindo diversas exceções na aplicação.

Com este cenário, as chamadas HTTP foram realizadas em *threads* secundárias, possibilitando a tratativa da resposta e impondo ao programa a utilização de *listeners*, que aguardam pelo resultado de cada requisição. Deixando também a necessidade de explicitar que as alterações de tela resultantes de cada requisição fossem executadas no *thread* da *User Interface (UI)* e não na *thread* da própria requisição HTTP.

A aplicação conta em sua tela inicial, por padrão denominada "*Splash*", com uma tela para cadastro e seleção de usuários, conexão e sincronia com os módulos e atualização dos dados na nuvem; uma tela para controle principal dos treinos, com a seleção da categoria de treino a ser executado; uma tela que complementa essa supracitada (tela inicial), permitindo o livre controle dos módulos, para que um treinador possa direcionar o teste do atleta e, por fim, a tela de resultados, que

permite a visualização instantânea do teste realizado, bem como a visualização de todo o histórico de testes, com a possibilidade de filtrá-los por tipo. Essa última tela também permite a obtenção de um *link* para consulta do histórico em formato *Comma Separated Values* (CSV).

3.2.4 API

A API desenvolvida tem as funções de garantir o controle de usuários, persistir os dados em nuvem e processar esses dados. O controle de usuário se dá no ponto em que cada módulo *master* do conjunto terá direito a um login no sistema. Logado no sistema, o usuário pode persistir os dados, para consultá-los conforme a sua necessidade (MARIN *et al*, 2019).

Essa aplicação se encontra na plataforma em nuvem *Heroku* e utiliza a arquitetura *REST* para ser acessada. A linguagem utilizada na programação foi o *Python*, com o *microframework Flask*, enquanto o banco de dados foi o *MongoDB*. A escolha dessas ferramentas e tecnologias se deu, principalmente, pela velocidade e produtividade no desenvolvimento, assim como a configuração de um ambiente de desenvolvimento em *Python*, a implantação do código *Python* com *Flask* no *Heroku*, a comunicação com o banco de dados *Mongo* – que se encontra no *MongoDB Atlas* – e a segurança para o usuário, em que foi utilizada a biblioteca *PyJWT*.

O código foi desenvolvido pelo editor *Visual Studio Code*, utilizando a extensão do *Python* para poder executar; enquanto testes, inserções de dados e consultas pelos *endpoints* da API foram realizadas pelo *Postman*.

A visualização e configuração do banco de dados se deu pelo *MongoDB Atlas*, enquanto o *Heroku* proporcionou o versionamento de código e acesso às configurações, como por exemplo as variáveis de ambiente no código, necessárias para manter a segurança, evitando assim que a chave de acesso ao banco de dados fique exposta.

O desenvolvimento ocorreu em um computador com sistema operacional *Windows 10*, configurando o *Heroku* e o ambiente de desenvolvimento para o *Python*. Posteriormente, já em código, foram adicionados o *Flask* e a conexão com o *MongoDB*. Foram desenvolvidos os *endpoints* para inserir, editar e obter os dados. Após isso, foi adicionada segurança na API com o padrão *Json Web Token* (JWT). Em todas essas fases, o código foi constantemente testado e devidamente versionado conforme as suas atualizações pelo próprio *Heroku*.

3.3 Método de Teste

Os testes contaram com dois objetivos, sendo a validação da medida em estrutura de queda livre e uma validação em campo.

3.3.1 Validação da medida em estrutura de queda livre

Para realizar a validação da medida foi necessário comparar o tempo obtido com um método já comprovado, o método escolhido foi baseado no movimento de queda livre. Para evitar a incidência do erro humano na medida obtida, todo o processo de testes foi automatizado.

Os testes foram realizados com peso e alturas conhecidos e pré-determinados, registrando os tempos de queda no dispositivo e comparando-os a Equação 1, com a aproximação da gravidade igual a $9,80665 \text{ m/s}^2$. Neste molde, foram realizadas 50 coletas para cada uma das três alturas, sendo elas: 0,5m, 0,6m e 0,75m, pois se mostram as distâncias mais próximas do movimento humano em aplicações reais. Não se viu a necessidade de realizar um número maior de amostras, uma vez que a variação em torno das amostras era constante.

Os testes seguiram o seguinte formato: a altura de queda foi determinada com base na parte superior do botão, que por sua vez estava fixo na base da estrutura. O sistema era interligado com a estrutura de queda livre e quando acionado via *WiFi*, o eletroímã da estrutura soltava o corpo em direção ao botão, registrando o tempo de queda.

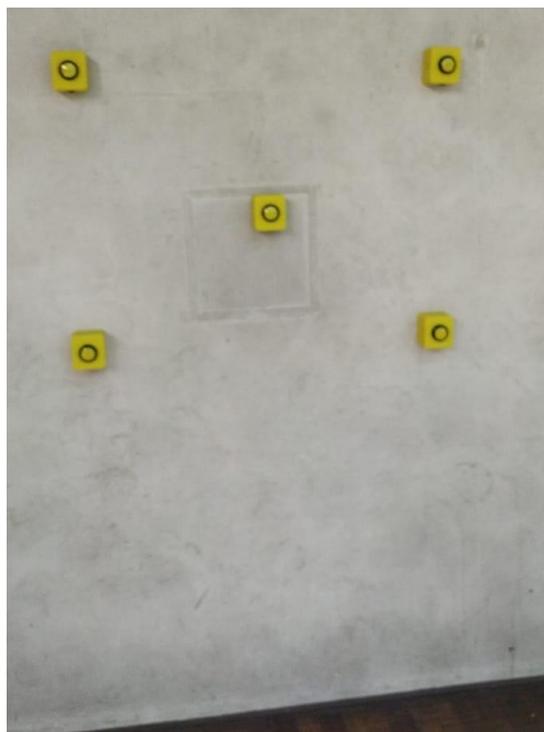
3.3.2 Validação em campo

Além da validação da medida, é de grande importância validar o sistema em campo, com ações o mais próximo possível da especificidade. Na literatura existem trabalhos que analisam o tempo de reação por meio de análises de vídeos gravados com câmera de alta velocidade.

O protocolo adotado de coleta direciona o trabalho para um foco maior nas medidas obtidas por meio do sistema e comparando com um método existente. Para essa comparação, a pesquisa contou com 17 atletas profissionais do sexo masculino (idade = 26.8 ± 7.5 anos; altura = $1.77 \pm 0,06$ m, peso = 80.2 ± 13.3 kg), integrantes de uma equipe de futsal de alto rendimento, durante pré-temporada.

A validação foi dividida em dois encontros, um encontro para garantir a familiarização dos atletas com o sistema e um segundo encontro para a coleta das amostras. O protocolo utilizado na familiarização e na coleta tinha o seguinte formato: 5 módulos foram fixos em uma parede, onde um módulo central estava posicionado a uma altura de 1,5m do solo e os demais módulos mantinham uma distância de 0,6m do módulo central, como mostra a Figura 6.

Figura 6 –Disposição dos módulos em protocolo



Fonte: Autoria própria (2023)

O protocolo consistia em 15 acionamentos aleatórios, garantindo que todos os módulos fossem acionados o mesmo número de vezes (3 acionamentos por módulo), além de garantir que não houvesse acionamento do mesmo módulo de forma seguida. Este protocolo faz parte dos protocolos propostos e inseridos no sistema.

O atleta se posicionava em frente à parede onde estavam dispostos os módulos, de maneira que conseguisse enxergar de forma confortável e com acesso a todos os módulos. Todos os atletas passaram pelo protocolo, com intervalo mínimo de 1min entre tentativas.

Foi considerado êxito na familiarização quando as médias obtidas entre testes apresentavam uma diferença menor ou igual a 5%. Para a coleta, foi utilizado o mesmo protocolo da familiarização, no qual todas as execuções foram filmadas para uma posterior análise de vídeo.

As filmagens foram registradas com o auxílio de uma câmera digital (*iPhone 11* com frequência de 240Hz) registrando o vídeo em câmera lenta para que posteriormente fosse analisado pelo *software KINOVEA software 0.8.1.5*.

A análise dos vídeos foi realizada a fim de medir o tempo entre o estímulo e a resposta de todos os acionamentos, levando em consideração o frame onde o dispositivo acende o LED, como tempo inicial, e o toque no botão (LED apagado) como tempo final.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira análise realizada teve como objetivo a validade da precisão do sistema, utilizando uma estrutura que põe em prática os conceitos físicos de queda livre. Nesta análise, foram comparados os valores esperados pela fórmula de queda livre (Equação 1) com os valores obtidos a partir do uso da estrutura de testes.

Fazendo uma análise geral de todos os dados coletados, chegou-se ao resultado apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados coletados na estrutura de queda livre

	Altura 0.5m	Altura 0.6m	Altura 0.75m
Qtde. de Amostras (n)	50	50	50
Desvio Padrão (ms)	0,478	0,303	0,462
Valor Mínimo (ms)	323	355	396
Valor Máximo (ms)	325	356	397
Valor Equação (ms)	319	350	391
Coefficiente de variação (%)	0,1	0,08	0,1

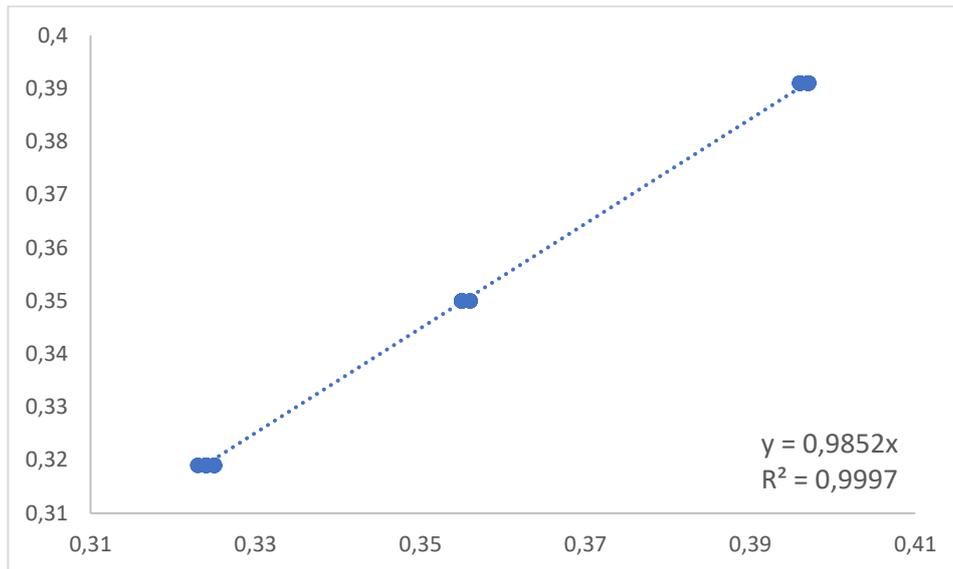
Fonte: Autoria própria (2023)

Por se tratar de uma variável quantitativa (numérica) analisada por duas amostras independentes, foi utilizado o teste-t não pareado para análise da hipótese nula, hipótese essa de que as amostras não apresentam diferença estatisticamente significativa entre elas. Foi considerado como nível de significância: $\alpha = 0,05$ e o resultado do teste-t foi de 0,123, sendo este maior do que 0,05, demonstrando a não rejeição da hipótese.

Na Figura 7, podemos notar que a inclinação da linha de tendência se mantém positiva, indicando que as variáveis estão correlacionadas positivamente.

O R^2 , também conhecido como coeficiente de determinação, é uma medida de ajuste de um modelo estatístico linear generalizado, O R^2 varia entre 0 e 1, sendo assim, quanto maior o R^2 mais explicativo é o modelo linear, ou seja, melhor ele se ajusta à amostra. No gráfico apresentado, podemos notar um R^2 de 0,9997.

Figura 7 – Gráfico de dispersão para amostras no teste de queda livre



Fonte: Autoria própria (2023)

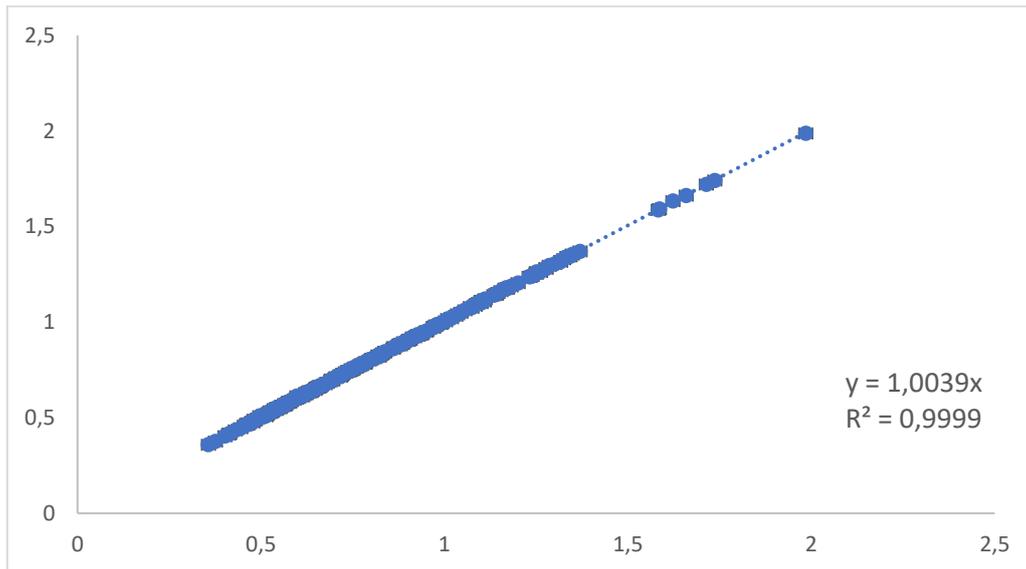
Os dados apresentados acima mostram precisão de ± 5 ms ao comparar a Equação 1 com as amostras coletadas na estrutura de queda livre. As análises estatísticas demonstram que a variação apresentada não se mostra estatisticamente significativa. Sendo assim, é possível inferir que a medida obtida por meio do experimento de queda livre é uma medida precisa e válida quando comparada à Equação 1, reforçando que, além de preciso, o equipamento apresentou uma alta exatidão.

Tendo em vista que o objetivo desta pesquisa foi o desenvolvimento e validação de um conjunto de módulos para análise do tempo de reação, e que a validação da medida já havia sido demonstrada, foi realizada uma segunda coleta para descrever o desempenho do sistema quando utilizado em aplicações práticas, comparando as medidas coletadas com uma metodologia já utilizada em trabalhos anteriores, que visavam à mesma medida.

Assim como na coleta anterior, foi realizado um teste-t para análise da hipótese, no qual o resultado apresentado foi de 0,895 para o nível de significância: $\alpha = 0,05$. O coeficiente de variação apresentado foi de 0,358 e o coeficiente de correlação intraclass ICC foi de 0,99995.

Assim como no gráfico anterior, podemos notar na Figura 8 que a inclinação da linha de tendência se mantém positiva, indicando que as variáveis estão correlacionadas positivamente, além disso, podemos notar um R^2 de 0,9999.

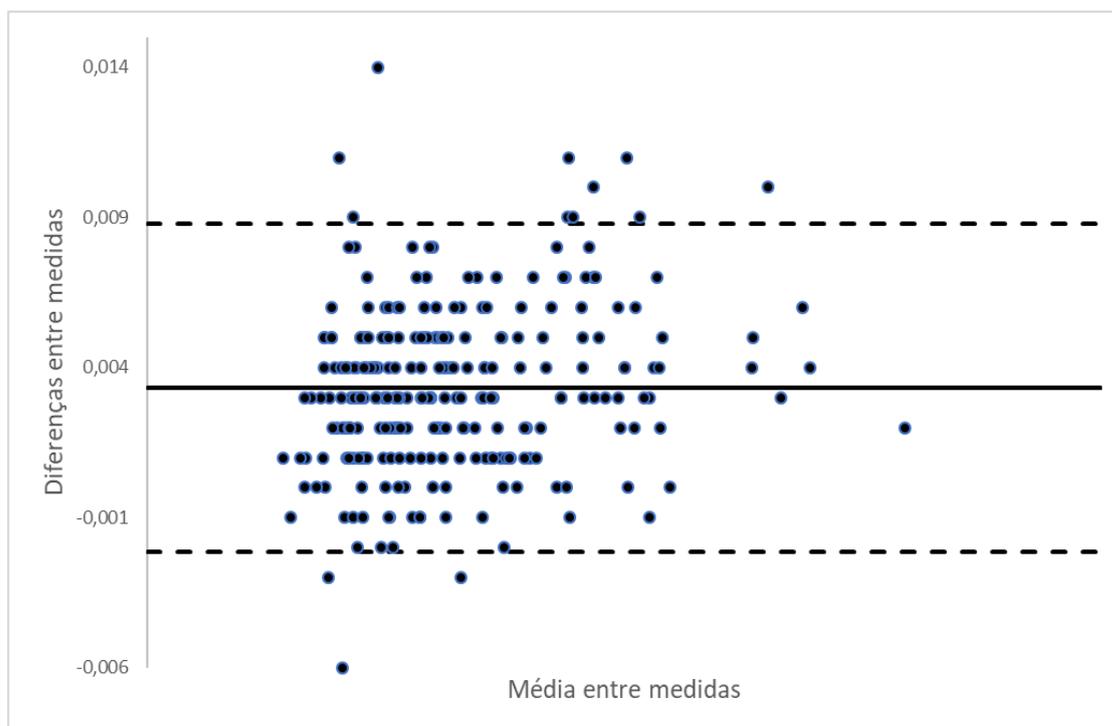
Figura 8 – Gráfico de dispersão: dispositivo x análise de vídeo



Fonte: Autoria própria (2023)

Mesmo o teste-t apresentando um bom nível de correlação, foi utilizado também o teste *Bland Altman* para identificar a concordância entre os dois métodos analisados. As análises estatísticas demonstram que a variação apresentada não se mostra estatisticamente significativa. Sendo assim, é possível inferir que a medida obtida pelo sistema por meio do experimento comparada à obtida com a análise de vídeo pode ser considerada precisa e válida, além disso é possível identificar que existe uma grande concordância entre os métodos testados, como mostra a Figura 9.

Figura 9 – Gráfico Bland Altman nível de concordância dispositivo x análise de vídeo



Fonte: Autoria própria (2023)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo da pesquisa, em desenvolver um conjunto de módulos capaz de registrar o tempo de reação de forma precisa e confiável, pode ser considerado alcançado, uma vez que o protótipo construído e testado foi capaz de apresentar uma solução versátil para análises de tempo de reação com tecnologias e ferramentas confiáveis, tanto em uso experimental quanto em ambiente de aplicação prática.

A segunda meta proposta, de validar as medidas do sistema, também pode ser considerada alcançada, pois conforme demonstrado nos resultados e estatísticas, as medidas apresentadas pelo sistema, quando comparadas a um método tradicional e já validado, não demonstrou diferenças estatisticamente significantes.

Para complementar a validade da medida, ao comparar método de avaliação do sistema com um método de análise de vídeos, o sistema demonstrou uma grande correlação e concordância.

O desenvolvimento e validação de um sistema de análise de tempo de reação se mostra possível no presente trabalho, além disso, pode-se afirmar que esse possui concordância com um método já utilizado, porém o sistema desenvolvido demonstra maior versatilidade, praticidade e mobilidade, quando comparado a equipamentos já existentes.

Quanto à facilidade de uso e tempo na obtenção das medidas, o sistema desenvolvido se mostra superior à análise de vídeos, uma vez que as análises dependem de câmeras de alta velocidade (acima de 120Hz) com alto investimento monetário, dependem de interpretação humana, possuem pontos cegos e análises que demandam tempo; outra vantagem identificada é a capacidade de armazenamento imediato dos testes realizados, tanto localmente no celular, quanto em nuvem, vantagens essas proporcionadas pela escolha e aplicação das tecnologias.

Para trabalhos futuros, pode ser feita melhoria da infraestrutura dos módulos, assim como adição de mais protocolos de treino em parceria com profissionais das ciências do movimento humano, melhorias no aplicativo, tais como, melhor visualização e disposição de resultados e realização de análise de dados; melhorias no sistema de energia, garantindo o envio de nível de carga direto pela aplicação móvel; melhoria nas placas de circuito impresso; testes de bancada para mensurar a autonomia das baterias; e, também, propor uma forma eficaz de realizar a carga de todos os módulos simultaneamente.

REFERÊNCIAS

BARBANTI, V. J. **Teoria e Prática do Treinamento Desportivo**. 2ª edição - São Paulo – SP. Editora Edgard Blucher. 1979.

BATAK PRO. *BATAK*. 2017. Disponível em: <https://www.batak.com/batakpro.htm>. Acesso em 18 mar. 2021

BRUZI, Alessandro Teodoro, *et al.* Comparação do Tempo de Reação entre atletas de basquetebol, ginástica artística e não atletas. **Rev. Bras. Ciênc. Esporte**, Florianópolis, v. 35, n. 2, p. 469-480, abr./jun. 2013.

CROCETTA, Tânia Brusque, *et al.* Investigando a correlação entre a fadiga mental e o tempo de reação total: Estudo piloto. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo. v.11. n.65. p.143-155. Mar./abril. 2017.

DA SILVA, S. L., *et al.* *The anticipatory and reaction time behaviors of the futsal goalkeeper*. **Journal of Physical Education**, v. 32, n. 1, p. e-3218, 16 Nov. 2020.

DANTAS, Jhonatan Gonçalves A. *et al.* Plataforma de hardware livre para auxílio ao ensino da programação. *Braz. J. of Develop.*, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 6802-6825, feb. 2020.

DE OLIVEIRA, Levy A., MATOS, Matheus V., FERNANDES, Iohanna G. S., NASCIMENTO, Diêgo A., GRIGOLETTO, Marzo E. da Silva. (2021) *Test-Retest Reliability of a Visual-Cognitive Technology (BlazePod™) to Measure Response Time*. **Journal of Sports Science and Medicine** (20), 179 - 180. <https://doi.org/10.52082/jssm.2021.179>

DONDERS, Franciscus. *Over de snelheid van psychische processen*. Utrecht: Psysiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoolgeschool, 1969.

ESPRESSIF SYSTEMS. *Espressif*, 2023. ESP-Now Overview. Disponível em: <https://www.espressif.com/en/products/software/esp-now/overview>. Acesso em: 18 abr. 2023.

ESPRESSIF. Application Protocols. 2023. Disponível em: <https://docs.espressif.com/projects/espressif/en/latest/esp32/api-reference/protocols/index.html>. Acesso em: 28 mar. 2023.

JACOBSON, D., *et al.* *APIs: A Strategy Guide*. 1 ed. Gravenstrein Highway North, Sebastopol, USA: O'Reilly, 2012.

JUNIOR, Pedro Belchior da Silveira; ARNONI, Maria Eliza Brefere. Física dos anos iniciais: estudo sobre a queda livre dos corpos através da metodologia da mediação dialética. **Rev. Bras. Ensino Fís.** [online]. 2013, vol.35, n.3, pp.1-8. ISSN 1806-1117.

LUZ, J.O.C.; SANTOS, M.E.K.; JUNGER, A. P. Educação financeira: um estudo de caso com jovens do ensino médio na cidade de São Paulo. **Revista Rencima**, v. 11, n.3, p. 199-211, 2020.

MACÊDO, Marcos Antonio Rodrigues. *A equação de Torricelli e o estudo do movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV)*. **Rev. Bras. Ensino Fís.** vol.32 no.4 São Paulo out./dez. 2010.

MARIN, A. C.; JUNGER, A. P.; ASSAYAG, R. M.; AMARAL, L. H. Cursos superiores tecnológicos no Brasil: o crescimento da modalidade de ensino superior nos últimos anos. **Revista Humanidades e Inovação**, v.6, n. 2 – 2019.

MATOS, Felipe de Oliveira, *et al.* Cargas elevadas de treinamento alteram funções cognitivas em jogadores de futebol. **Rev Bras Med Esporte** vol. 20n. 5. 2013.

MOTA, A. O que é arduino e como funciona? Disponível em: <https://portal.vidadesilicio.com.br/oque-e-arduino-e-como-funciona/>. Acesso em: 30 jul. 2021.

PRASAD, Ch. Rajendra. *Internet of Things Based Home Monitoring and Device Control Using Esp32*. 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Rajendra-Prasad-Ch/publication/334226986_Internet_of_Things_Based_Home_Monitoring_and_Device_Control_Using_Esp32/links/5d1de7fe458515c11c0ff074/Internet-of-Things-Based-Home-Monitoring-and-Device-Control-Using-Esp32.pdf. Acesso em: 22 nov. 2022

OLIVEIRA, V. I., MARTINS H. M., NASTARI R. F., SANTOS J. P., Morais, D. M. G., JUNGER A. P., *Teaching using the arduino platform applied to the concept of IoT as support to microcontroller class*, **South American Development Society Journal**, Vol. 07, N. 20, 2021

OLIVEIRA, V. I. ; IBRAHIM, R.; BARROS, E.; MENDONÇA, L.; LIMA, B.; PIAZZETA, H.; GOBBI, A. *MEMS-based ultrasound transducer: CMUT modeling and fabrication process*. *ECS Trans.* 2012, 49, 431–438.

PATRICIO, Thiago Seti, TEIXEIRA, Matheus, MAGNONI, Maria da Graça Mello, BELDA, Francisco Rolfsen. **Internet das coisas (iot):** as consequências da computação ubíqua na sociedade Colloquium Humanarum, Presidente Prudente, v. 15, n. 1, p.83-93jan/mar 2018.

SANTOS, J.P.; JUNGER, A.P.; AMARAL, L.H. ANDRADE, A.A., Metodologias ativas – estudo de caso: retenção e avaliação de resultados. **Revista Educação** V. 14. N.2. 2019.

SANTOS, J.P.; ANDRADE, A. A; FACÓ, J.F.B.; GASI, F.; JUNGER, A.P. Analysis Regarding the Approach of the aspects of Resilience in the Implementation of Industry 4.0, for Employees who have had technological Unemployment. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)**, Vol-7, Issue-6, Jun- 2020.

SANTOS, Rui; SANTOS, Sara. How to Set an ESP32 Access Point (AP) for Web Server. 2022. Disponível em: <https://randomnerdtutorials.com/esp32-access-point-ap-web-server/>. Acesso em: 29 mar. 2023.

STEFANUTO, Iago Muriel, DOS SANTOS, José Aluizio Melquiades, TORRES, Claudines Taveira. *Evolução das Redes Sem Fio: Comparativo Entre Wi-Fi e Bluetooth*. Curso de Tecnologia em Redes de Computadores - Faculdade de Tecnologia de Bauru (FATEC). 2016

YOUNG, M. E.; CRUMER, Angela. **Reaction time**. Manhattan: Kansas State University, 2018.

UDAYASHANKARA, V.; MALLIKARJUNASWAMY, M. S. *8051 MICROCONTROLLER: Hardware, Software and Applications*. 1ª edição. Índia. 2009.

UTILIZAÇÃO DE SOFTWARE DE GERENCIAMENTO DE MANUTENÇÕES COMPUTADORIZADO (CMMS) PARA DESENVOLVIMENTO NO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA

USE OF COMPUTERIZED MAINTENANCE MANAGEMENT SOFTWARE [CMMS] FOR DEVELOPMENT IN THE ENGINEERING DEPARTMENT

Bruna Maria dos SANTOS

Santos.bruma@gmail.com

Engenharia Biomédica, Universidade Federal de São Paulo, UNIFESP

Cecilia Sosa Arias PEIXOTO

Cecilia.peixoto@univesp.br

Universidade Virtual do Estado de São Paulo, UNIVESP

Resumo

Após a quarta revolução industrial, as empresas que fornecem impressoras 3D necessitaram dar atenção à transição dos processos não apenas na venda, mas também no suporte e manutenção. Nesse relato de experiência, viam-se dificuldades de atendimento e manutenção devido à falta de gestão adequada. Utilizando ferramentas como ciclo PDCA, matriz FCA e classificação de James Reason, foi possível priorizar e buscar solução para os problemas mais graves: um sistema computadorizado de gerenciamento de manutenção (CMMS). Após análise, o CMMS que melhor atendia as demandas foi o *Fractal*, resolvendo 83% das reclamações, trazendo benefícios à empresa, segurança e melhorias na comunicação entre setores, eliminando custos e estresses causados pela falta de processos e de um sistema de gerenciamento adequado.

Palavras-Chave: Impressão 3d; suporte; atendimento; melhoria de processos.

Abstract

After the fourth industrial revolution, companies that supply 3D printers needed to pay attention to the transition of processes not only in sales, but also in support and maintenance. In this experience report, there were difficulties in service and maintenance due to lack of adequate management. Using tools such as the PDCA cycle, FCA matrix and James Reason classification, it was possible to prioritize and seek solutions for the most serious problems: a computerized maintenance management system (CMMS). After analysis, the CMMS that best met the demands was *Fractal*, solving 83% of the complaints, bringing benefits to the company, security and improvements in communication

between sectors, eliminating costs and stress caused by the lack of processes and an adequate management system.

Keywords: 3D printing; support; service; processes improvement.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a manufatura aditiva vem crescendo em diversos segmentos, desde entusiastas *hobbistas* que se utilizam da tecnologia para “prototipar” itens colecionáveis, até grandes indústrias, que podem substituir peças de sua produção. Tem-se como exemplo a *Heineken*, que economizou em média 80% em seus custos de produção e tempo de entrega em peças selecionadas (ULTIMAKER, 2019). Em janeiro de 2016, no Fórum Mundial de Davos, deram-se os pilares da chamada Quarta Revolução Industrial, e entre eles a impressão 3D. Klaus Schwab, autor do livro *A Quarta Revolução Industrial*, afirma que a nova mudança traz a automatização completa das fábricas por meio de sistemas que combinam máquinas com processos digitais (PERASSO, 2016). De acordo com Kohut (2020), escritor da marca *Ultimaker* – fabricante da *Ultimaker S5*, que ganhou o prêmio de melhor impressora de dupla extrusão de 2020 pela *All3DP* –, a tecnologia traz aos usuários benefícios que tangem redução de custos, otimização de estoque, rapidez em iteração de protótipos e redução no tempo de importação.

No entanto, para que essa tecnologia possa, de fato, trazer benefícios mensuráveis para indústrias e outros usuários ao longo do tempo, é desejado que haja uma inserção desse público em uma nova tecnologia junto de um acompanhamento para garantir que, diante de dificuldades, o usuário não deixe seus novos equipamentos de lado para voltar ao antigo processo de produção. Esta inserção e garantia de sucesso se dão mediante a escolha da melhor tecnologia, treinamento de utilização dos equipamentos, auxílios periódicos e corretas manutenções dos equipamentos 3D.

Este estudo trata de uma empresa brasileira criada há pouco mais de cinco anos, que importa e distribui equipamentos 3D para diversos segmentos. Ela trabalha para que as tecnologias sejam utilizadas com sucesso, aportando os clientes desde o estudo da tecnologia adequada a cada fim até o processo de pós-venda, realizando a capacitação completa do usuário para que ele seja corretamente inserido em um novo processo de manufatura.

Pela visão da empresa, todo o processo em que o cliente é atendido (seja em vendas ou manutenção) é uma chance para que a sua experiência seja a melhor e mais bem aproveitada quanto possível. Para que haja consistência no atendimento e possibilidade de melhorias, os processos devem estar bem definidos e mensuráveis. Na fase de pós-venda, destacam-se a necessidade de acompanhamento de serviços periódicos contratados, manutenção e suporte ao cliente. Hoje, esse acompanhamento é realizado por meio de documentos gerenciais simples, como: planilhas em nuvem

e documentações manuais, e os pedidos de suporte são abertos via e-mail e gerenciados por uma plataforma unificada de atendimento desses e-mails (É também usada a nomenclatura “tickets” ou “chamados”). Deste modo, é possível, porém dificultoso, realizar a correta atribuição de responsabilidades e extração de informação para indicadores, por exemplo. Além disso, processos pouco claros implicam diversos erros, retrabalhos e impactam, muitas vezes, financeiramente sobre o restante da empresa.

Marques (2012) afirma que a gestão por processos em uma empresa tem como exemplo de finalidades: permitir a gestão mediante indicadores de desempenho, concentrar o foco no trabalho e em seus resultados, facilitar a gestão do conhecimento organizacional e de competências, entre outros. Uma vez estruturados os processos, se torna possível mensurar em indicadores quão bem o trabalho tem sido realizado e executar alterações que, ao final, proporcionam aumento de produtividade, qualidade, capacidade e redução de tempo no processo, como consta no BPM CBOOK (KIRCHMER, 2019), o Guia para Gerenciamento de Processos de Negócio.

O objetivo deste trabalho foi levantar as dificuldades do departamento de manutenção, categorizando e priorizando-as, para buscar oportunidades de melhorias, utilizando-se de um Sistema Computadorizado de Gerenciamento de Manutenção (CMMS - *Computerized Maintenance Management System*) para que o trabalho dos colaboradores possa ser feito com mais confiabilidade e acompanhamento, reduzindo o tempo de execução e aumentando a eficiência do time técnico da área de Engenharia.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido como um relato de experiência (DALTO, 2019), sendo a pesquisadora deste trabalho atuante como coordenadora do setor de manutenção da empresa em que se ambienta. A empresa onde este trabalho foi desenvolvido é do ramo de distribuição de tecnologias 3D para indústria 4.0. A empresa conta com cerca de 20 colaboradores e está localizada dentro da Cidade Universitária, na capital paulistana. Iniciou como uma empresa de representação de impressoras 3D e serviços de pós-venda (treinamentos e suporte), mas se estruturou para muito além disso. Hoje, realiza consultorias em vendas para definição da melhor solução para o cliente, além de treinamentos especializados para diversos segmentos, contratos de suporte e manutenção segmentados para adequação às necessidades de diversos tipos de segmentos, entre outros serviços.

Este trabalho foi desenvolvido nas seguintes fases:

1. Fase 1: Levantamento dos problemas

- a. Listagem dos problemas;
 - b. Elaboração do PDCA;
 - c. Utilização da metodologia FCA e classificação de James Reason;
 - d. Matriz GUT para priorizar resoluções.
2. Fase 2: Avaliação dos *Softwares*
- a. Pesquisa de *softwares* e avaliação genérica;
 - b. Apresentação comercial;
 - c. Testes de funcionalidades.
3. Fase 3: Apresentação do *Software* e mudanças com a implementação
- a. Apresentação ao diretor técnico;
 - b. Apresentação ao time de diretores, controladoria e responsável fiscal;
 - c. Apresentação ao time de engenharia.

2.1 Descrição do Cenário

Em setembro de 2019, foram definidos alguns objetivos internos para o período de um e cinco anos, entre os objetivos, estava o aumento da receita proveniente dos serviços, almejando entregar as melhores e mais completas soluções e crescendo nesta atividade. Visando a essa ascensão, alguns serviços novos passaram a ser criados, como a diferenciação no contrato de suporte. No contrato simples, as interações com o time da empresa eram limitadas por mês e se reduziam a uma interação por telefone e/ou videochamada, principalmente. O contrato avançado dispunha de atendimentos ilimitados e benefícios extras, como visitas bimestrais e até equipamento reserva para casos de manutenções críticas.

Como pilares definidos neste documento, destacam-se a excelência operacional e o sucesso de clientes nos projetos 3D. Além disso, entre os valores, está a incansável busca por melhorias em todas as áreas da empresa com incentivo direto da diretoria.

Buscando aumentar a eficiência do setor de manutenção, o foco na realização dos objetivos da empresa e sua consequente melhoria de processos, foram levantados os erros a partir da análise dos fluxogramas de processos atuais, do estudo histórico de reclamações e de uma listagem anônima entre o time técnico, coordenação e diretoria técnica. Para a listagem, foi utilizado um bloco de notas online com acesso anônimo e livre, no qual a orientação era a de escrever todo tipo de problema ou dificuldade relacionados às atividades do departamento e serviços prestados por este.

Baseado no ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), podem-se elencar as etapas a partir da listagem de dificuldades, como as seguintes presentes neste projeto:

- Planejamento (*plan*): levantamento de problemas e dificuldades no setor de manutenção acerca dos processos tanto internos quanto externos e análise de suas causas-raízes.
- Execução (*do*): elaboração de um plano de minimização de erros e aumento de eficiência nos processos de trabalho.
- Verificação (*check*): análise das melhorias em indicadores e resultados trazidos pela solução.
- Ação (*act*): verificar continuamente se os métodos estão sendo aplicados corretamente e apostar em uma padronização para manutenção dos resultados.

A partir da listagem, foi utilizado o método FCA (fato, causa, ação), no qual cada problema – tratado como fato – foi classificado em grandes grupos e teve sua causa investigada para que a solução pudesse atacar o problema em sua fonte, diminuindo a chance de recorrência. A separação em grandes grupos ajuda a classificar mais facilmente os erros e, conseqüentemente, buscar uma ação mais eficaz, uma vez que com o agrupamento, se torna mais simples achar uma solução que minimize a maior quantidade de dificuldades possível.

Para a segunda etapa do método FCA – o descobrimento da causa –, foi utilizado o método de James Reason, classificando cada fato como: erro de processo, sistematização ou erro humano (RIBEIRO *et al.*, 2016). O modelo de Reason afirmava que erros são ocasiões em que uma sequência planejada de atividades não consegue alcançar o resultado esperado. Para Reason, havia quatro tipos de erros:

- Violações: desrespeito claro por normas;
- Erros: aplicações de uma má regra ou má aplicação de uma boa regra;
- Lapsos: movimentos, atos ou omissões involuntárias;
- Deslizes: falha na atenção ou desatenção momentânea.

Após a classificação, houve a análise para levantar quais as maiores fontes de problemas e criou-se um plano para tentar solucioná-los a partir da realização da matriz GUT (gravidade, urgência e tendência), no qual é possível verificar a ordem de importância de resolução.

A partir da análise, decidiu-se buscar um CMMS que melhorasse todas as áreas. Para a busca, foram realizadas pesquisas em sites de busca com palavras-chave como “*software* de gerenciamento de manutenção”, “gerenciamento de frotas” e “CMMS”. Reunidos alguns nomes, foram elencados

alguns requisitos principais e desejáveis que o *software* deveria atender e cada um dos CMMS foi analisado segundo informações dos próprios websites acerca das limitações e vantagens de cada um.

Uma vez realizada a pesquisa inicial, houve o descarte de algumas aplicações que não contavam com pontos muito importantes a serem resolvidos, o restante foi levado para uma fase de aprofundamento, com reuniões com os times comerciais e testes para verificação de usabilidade, viabilidade de adaptação dos processos e adaptações necessárias.

Escolhida a aplicação ideal, foram realizadas apresentações para os principais núcleos da empresa para verificar a aceitação e viabilidade. Sobre os pontos levantados, começaram a ser analisadas as vantagens que poderiam ser obtidas, além dos requisitos iniciais que tinham como finalidade a redução de intercorrências indesejadas.

Ao final, foi possível saber como seria o novo processo de atendimento do time técnico junto aos clientes e como se estabeleceria a dinâmica interna no setor, reduzindo tempo e aumentando a eficiência. Foram analisados também quais seriam os indicadores possíveis a curto, médio e longo prazo, com as informações que a inclusão de um sistema de gerenciamento de manutenção traria. Com base nos indicadores, foi possível também estimar como outras áreas da empresa se beneficiariam, com exemplo do setor de estoque e da área comercial e financeira.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fase 1. Descrição dos processos e identificação dos problemas

A evolução rápida da empresa estudada fez com que o volume de vendas e, conseqüentemente, o volume de suportes e manutenções aumentasse muito em pouco tempo. Mais impactante do que o volume, foi o planejamento acontecendo em ritmo desacelerado se comparado a esse crescimento.

A fim de identificar os principais problemas, foi elaborado o fluxograma dos processos atuais de atendimento e manutenção, pois assim pode-se visualizar por completo o antigo fluxo e o proposto, sendo possível identificar cada passo e analisar onde estes podem ser alterados ou reduzidos. Atualmente, o contato do cliente com a empresa se inicia no atendimento, como ilustra o fluxograma da Figura 2 do apêndice, em um processo que se configura com um e-mail enviado ao suporte técnico e um ticket de chamado é aberto no sistema. Uma resposta automática é enviada ao cliente, agradecendo o contato e informando o que é necessário para o atendimento: enviar o número de série do equipamento, telefone para contato, qual o problema, fotos, vídeos, etc. É comum – mas não uma regra – que os clientes que não tenham enviado todas as informações já as enviem quando recebem o e-mail automático. A partir de então, tem-se o prazo de três dias úteis de retorno. Pode-se então haver quatro situações:

- Atendimento resolvível em instruções simples: no sistema de chamados, há alguns e-mails prontos, chamados de macros, e existem macros para os principais problemas de simples resolução: atualização de *software*, entupimento, calibração de equipamentos, etc. Após retorno de sucesso ou duas tentativas de contato não realizadas, o chamado é encerrado. Por vezes, necessita-se de uma ligação telefônica para auxílios simples.
- Atendimentos não elegíveis: como não é possível filtrar quem envia e-mail de contato ao suporte, alguns contatos não são elegíveis para atendimento, como: requisições comerciais, solicitações de marcas não representadas pela empresa e até clientes das marcas representadas, mas que importaram diretamente o produto, não tendo direito ao suporte. Esta é uma das dificuldades, pois busca-se pela memória quem é ou não cliente, o que, com o aumento da base de clientes da empresa, se torna inviável. Após o envio da negativa de atendimento, o ticket se encerra.
- Atendimentos simples resolvíveis em ligação telefônica: geralmente, desentupimentos mais severos, mas ainda possíveis de resolver por telefone. Por vezes, é necessário realizar videoconferência para auxílio, mas caso não seja resolvido, o equipamento é solicitado para manutenção. Em casos de sucesso, o chamado é finalizado.
- Atendimentos severos resolvíveis por videoconferência ou com necessidade de avaliação: alguns atendimentos são possíveis de serem resolvidos, mas precisam de indicações visuais de onde o cliente deve realizar ajustes, sendo necessário o acompanhamento com imagens do que está sendo feito. As videochamadas também servem para a realização de testes para verificar se a máquina deve ir à manutenção. Se for possível resolver, o ticket é fechado ou há a solicitação do equipamento (subprocesso A).

Em uma segunda situação, caso haja necessidade de manutenção pelo time técnico, a máquina é solicitada e o fluxo é o que se segue na Figura 3 do apêndice. Utiliza-se uma macro de solicitação de equipamento que indica os documentos para entrada de manutenção (NF de remessa para conserto ou declaração de envio com os dados do equipamento e do cliente). O fluxo ideal é que o cliente avise quando for levar o equipamento ao departamento técnico e receba as instruções de entrada pelo técnico-administrativo [TA]. No entanto era bastante comum que o cliente se destinasse ao escritório principal (que se localizava separado da área de engenharia), deixando o equipamento com a secretária que avisava verbalmente a área responsável para então realizar a entrada deste.

Uma dificuldade encontrada era que, no ato de entregar a caixa à secretária, o equipamento não era armazenado em nenhum lugar, uma vez que seu destino era outro. O fato de ter grandes caixas na recepção da empresa, que podia receber visitas a qualquer momento, causava transtornos.

De posse do equipamento e da documentação de entrada, o técnico-administrativo realiza a conferência da documentação (quando há, o que nem sempre acontece, e se torna um problema a ser

resolvido também), inclui os dados importantes numa planilha de controle (número de série da máquina, número do chamado, data de entrada, entre outros) e escreve numa etiqueta os principais dados a serem fixados na parte frontal da máquina. Realiza-se então a tomada de fotos de entrada para atestar o estado atual do equipamento, utilizando-se do telefone pessoal e, como método comum, as fotos eram lançadas no Google Drive após serem enviadas do telefone ao computador via WhatsApp Web. Uma vez em nuvem, o link com as fotos era incluído no ticket de atendimento e também no relatório de manutenção, que é aberto nesta etapa.

Após finalização de entrada, o equipamento segue para avaliação em bancada e pode levar até três dias (prazo acompanhado a partir dos dados da planilha de controle inicial), seguindo para manutenção e ajustes necessários. Nesta etapa, há uma interação com o estoque para solicitação de peças, que também é bastante dificultosa, pois demanda solicitar ao estoque, via planilha compartilhada, aguardar o horário combinado (09h ou 14h) e, muitas vezes, o responsável encontra-se ausente, por reunião ou recebimento de mercadorias, por exemplo.

Após manutenção concluída e testes realizados (peça impressa com sucesso e documentada), há a verificação da garantia (subprocesso B, indicado na Figura 4). Essa verificação, no entanto, pode demorar de minutos até algumas horas, pois dependia das informações enviadas pelo cliente durante o atendimento. A busca pela nota fiscal de compra pode ser dificultada caso haja divergência entre o CNPJ informado e o de compra, por exemplo (além da verificação ser manual em todos os casos).

Caso a Nota Fiscal de compra do equipamento tenha sido emitida há mais de uma ano, ele não se enquadra na garantia, o que nos leva ao subprocesso C, ilustrado na Figura 5. O técnico-administrativo é avisado acerca da finalização dos processos de conserto e elabora o orçamento segundo o relatório de manutenção, que informa quais as peças foram necessárias para o funcionamento do equipamento. Os relatórios são elaborados duplicando-se relatórios antigos em Documentos Google e apagando informações para inclusão das informações referentes à manutenção atual, mas não era raro que alguma informação fosse mantida erroneamente do relatório anterior, causando erros e confusões durante todo o processo.

Ao finalizar, o técnico-administrativo elabora o orçamento e encaminha à coordenação, que avalia, confere e envia o documento junto à macro de liberação, no qual informa os modos de pagamento (boleto ou depósito) e solicita informações de faturamento (CNPJ, Razão Social, Endereço, Telefone). Estando aprovado – como ocorre na maioria dos casos – e com todas as informações enviadas corretamente, o fluxo se divide em dois casos: pagamento pelo boleto ou por depósito bancário. Caso não seja aprovado, o diretor financeiro entra em contato para verificar se é necessário realizar alguma alteração e, caso siga declinado, há a manutenção reversa das peças com

cobrança apenas de análise (o cliente é informado desta cobrança na macro de envio do equipamento e se enviar para manutenção, considera-se aprovada a cobrança deste valor).

Caso o pagamento seja feito via depósito bancário, o cliente envia o comprovante e depois dá-se sequência para o departamento fiscal. Caso seja pagamento via boleto bancário, o técnico-administrativo envia um e-mail com informações do cliente e do boleto para o departamento fiscal que, por sua vez, emitirá o boleto junto do registro em sistema de vendas e faturamento e estes documentos retornam ao TA, que encaminha via ticket de atendimento ao cliente. Aguarda-se o envio do comprovante de pagamento pelo ticket e então segue-se com a finalização.

Há, porém, algumas dificuldades, pois o boleto pode não ser pago ou não sermos avisados, o que gera atrasos e até mesmo novos custos com emissões atualizadas de novas cobranças. Uma vez pago, um novo e-mail é enviado para o departamento fiscal com a confirmação para emissão da NF de compra e/ou serviços, é realizada a conclusão de vendas no sistema de faturamento e há a entrada para um novo subprocesso de fechamento de máquina (subprocesso D, indicado na Figura 6). Boa parte do novo processo proposto tenta eliminar a presença do departamento de engenharia no pagamento, pois duas áreas se misturam causando mais tempo e número de interações, resultando em maior estresse para o cliente e a equipe.

Uma vez finalizada a emissão de nota fiscal, o TA recebe o aviso do setor fiscal e inicia o processo de embalagem do equipamento. O subprocesso D, ilustrado na Figura 6, nos mostra o processo de documentação de saída dos equipamentos. Durante a embalagem do equipamento, verifica-se o relatório de manutenção para conferir os acessórios acompanhantes (cabo de força, cabeçotes, mesa, vidro, ferramentas, espumas, etc). Porém não é raro que várias máquinas de um mesmo tipo sejam embaladas juntas e tenham acessórios intercambiados. Para solucionar, seria ideal que as informações fossem de fácil acesso no relatório unificado de manutenção, sem necessidade de abrir fotos de uma pasta separada em paralelo ao relatório para conferência, além de listagem e inclusão de números de série dos acessórios. A documentação de saída é bastante semelhante à documentação de entrada e o link com as imagens também é anexado no relatório e ticket de atendimento.

Devidamente embalada, é preciso preparar a documentação de saída, como pode ser visto no fluxograma do subprocesso E, ilustrado na Figura 6 do apêndice. Caso tenha sido emitida nota fiscal de remessa para entrada na empresa, o equipamento sai com nota fiscal de retorno. Em caso de declaração ou documentação inexistente, o departamento técnico faz uma declaração de saída. Estando pronta a documentação, aguarda-se a saída do equipamento por uma transportadora ou retirada presencial do cliente. Há um problema nesta etapa, porque a documentação ora se encontrava no departamento de engenharia, ora se encontrava no setor fiscal, pois não havia um processo definido

para este fim, muitas vezes se perdendo e causando confusão sobre qual o tipo de documento deveria receber para ser despachada.

Dentro deste processo, notava-se que havia algo em desalinho, pois frequentemente havia queixas por parte dos clientes e do time interno acerca de erros simples – como o não envio de cabos de força na embalagem pós-manutenção – até erros mais graves: a cobrança de valores altos de orçamento para equipamentos em garantia.

Visando a solucionar ou ao menos minimizar estes problemas, foi realizado nesta fase um levantamento dos problemas e catalogação dos tipos de erros e dificuldades enfrentadas pelos clientes, pelos setores e pela própria equipe técnica, além dos já identificados na rotina.

Diante dos erros indicados pela captação interna de informações, há sentido em categorizá-los dentre os três últimos da classificação de Reason, que neste estudo foram chamados de: processos (como aplicação de uma má regra ou, ainda, falta dela), erro humano (lapsos) e sistematização (não existência de processos que liguem diretamente um passo ao outro, podendo causar erros por desatenção).

Em resumo, as dificuldades foram inicialmente contextualizadas conforme os seguintes tópicos:

- Interação cliente-empresa: durante os atendimentos, os clientes por vezes queixavam-se de dificuldades no contato, burocracias, não-cumprimento de prazos e necessidades de enviar dados simples e, aos seus olhos, desnecessários (como CNPJ ou nome completo).
- Interação entre setores: no processo de manutenção, há a interação de diversos setores, como o estoque, o setor fiscal, faturamento e logística. Para que o final seja bem-sucedido, é importante que as informações transitem de modo inteligível e completo ao mudar de responsabilidade. No processo de manutenção, porém, tudo ou a grande maioria das interações entre setores era feita de modo manual, mediante digitação de dados, o que aumentaria significativamente a chance de erros de digitação ou a não inserção de dados por esquecimento.
- Dificuldades internas do departamento técnico: por conta de não haver processos bem claros e desenhados, as responsabilidades não eram claras o suficiente para deixar o fluxo natural e também havia muitas lacunas passíveis de erros.

O levantamento inicial destas dificuldades se deu por meio de uma lista anônima, online e compartilhada, sob a instrução de que as pessoas (diretores, técnicos, coordenadores) escrevessem todos os problemas que já presenciaram ou souberam ter acontecido no departamento técnico ou processos realizados por este.

Após o levantamento de aproximadamente uma semana, os dados – chamados na Tabela 1 de fatos – foram separados em grandes grupos e analisados de acordo com o método FCA (Fato, Causa, Ação) para descoberta de sua causa (classificação seguindo o modelo de James Reason (RIBEIRO *et al.*, 2016)).

Entre os segmentos, obtiveram-se: informações deficitárias (informações que não chegaram corretamente ao seu destino), manuais técnicos (falta de informação centralizada como fonte de busca), manutenção (erros relacionados ao processo corretivo como um todo), suporte avançado (controle de tipos de contrato de manutenção) e treinamentos (problemas enfrentados durante serviços de inicialização aos clientes).

Após a separação dos grandes grupos, foi possível classificar por experiência a possível causa de cada fato, como mostra a Tabela 1.

Tabela1. Levantamento de fatos, classificação de segmentos e causas das dificuldades

Fato	Segmento	Causa
Difícil diferenciação de clientes com acesso ao suporte técnico de clientes externos.	Informações deficitárias	Sistematização
Entrada de equipamentos não unificada, podendo ser direcionada ao departamento de engenharia ou à recepção principal da empresa.	Manutenção	Processo
Entrada de equipamentos muitas vezes sem documentação (nota fiscal ou declaração).	Manutenção	Processo
Imagens de entrada e saída levam tempo para serem obtidas, colocadas em nuvem e link compartilhado, além de fácil esquecimento.	Manutenção	Erro humano
Relatório de manutenção feito a partir de alterações de outros relatórios – possível alteração de dados.	Manutenção	Sistematização
Dificuldade de acesso às informações de estoque e retiradas de peças.	Manutenção	Sistematização
Verificação de garantia muitas vezes falha por falta de informações corretas para busca.	Informações Deficitárias	Sistematização
Processo de pagamento mesclado ao de manutenção.	Manutenção	Processo
Acessórios embalados e conferidos em fontes de informações diferentes e nem sempre fiéis (relatório e fotos de entrada) podendo causar erros.	Manutenção	Erro humano
Não é definido onde fica a documentação de entrada, dificultando a consulta para a documentação de saída.	Informações deficitárias	
Aviso não eficiente acerca de chegada de equipamentos, para manutenção, para a equipe técnica.	Informações deficitárias	Processo
Não existência de informações chave na chegada da máquina que ajudem a identificar o chamado correspondente (necessária busca manual).	Informações deficitárias	Processo
Relatórios e documentos armazenados em nuvem desorganizadamente e sujeito à exclusão acidental pelo proprietário (Google Drive).	Informações deficitárias	Processo

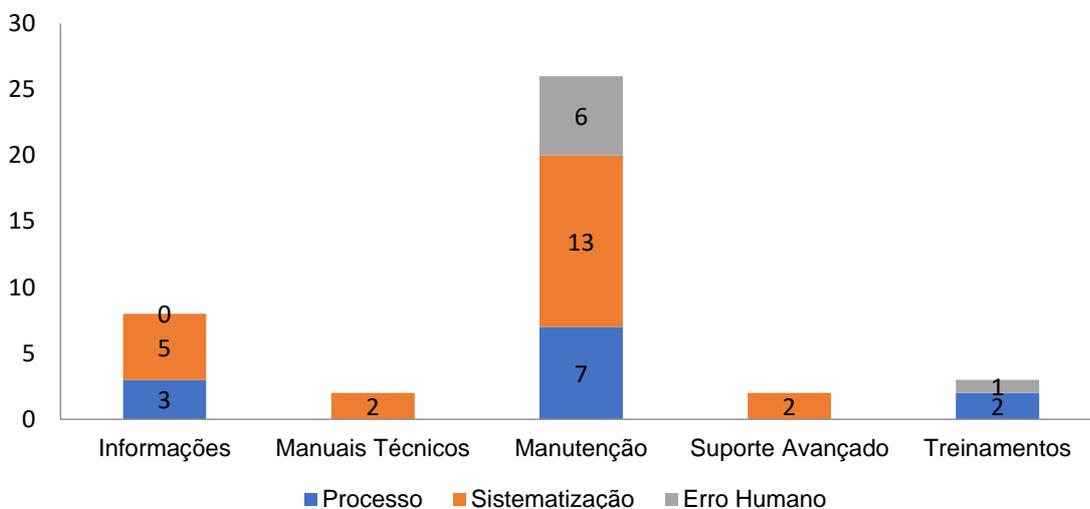
Tickets atualizados de modo manual.	Informações deficitárias	Sistematização
Extração manual e imprecisa de informações sobre faturamento, manutenções em cortesia e em garantia.	Informações deficitárias	Sistematização
Ausência de documentação acerca de como realizar as manutenções, com passos claros.	Manuais técnicos	Sistematização
Ausência de lista de materiais e ferramentas, necessárias para executar a manutenção.	Manuais técnicos	Sistematização
Dificuldade em verificar a vigência da garantia.	Manutenção	Sistematização
Upload de fotos de entrada e saída em plataforma não segura, em nuvem, podendo haver exclusão acidental.	Manutenção	Sistematização
Falta ocasional de fotos de entrada/saída – estas evitam que o cliente alegue que seu equipamento fora danificado no período em que estava em manutenção.	Manutenção	Sistematização
Relatório de manutenção com muitos campos distintos, sendo possível haver ausência de preenchimento, apesar da importância dos campos.	Manutenção	Erro humano
Possível falta de peças em estoque para manutenção (não há aviso de limite de estoque ou quantidade mínima estipulada).	Manutenção	Erro humano
Ausência de avisos mais frequentes aos clientes a cada passo da manutenção.	Manutenção	Sistematização
Relatório de peças trocadas em garantia feito manualmente (sem garantia de integridade).	Manutenção	Erro humano
Ausência de dados indicadores do tempo entre falhas.	Manutenção	Sistematização
Ausência de dados acerca de quanto tempo em média uma máquina falha após a compra (mesmo que estimado).	Manutenção	Sistematização
Poucos dados ou dados imprecisos acerca do tempo médio de manutenção.	Manutenção	Sistematização
Pouco ou nenhum histórico fiel de manutenções por máquina (pode haver chamados de e-mails diferentes para o mesmo equipamento).	Manutenção	Sistematização
Pouco histórico de peças utilizadas em um período de tempo (além de manual e, conseqüentemente, deficiente)	Manutenção	Sistematização
Inexistência de tabela de preços, demandando consulta constante ao sistema – quando existente - ou ao diretor financeiro.	Manutenção	Processo
Falta de modos alternativos (pré-aprovados) para pagamento de manutenções (somente depósito bancário).	Manutenção	Processo
Processo de pagamento com muitos passos. Essa conexão poderia ser encurtada, o que mais ágil para o cliente.	Manutenção	Processo
Envio de peças trocadas ou faltantes após manutenção (falta de rastreabilidade durante e após a manutenção).	Manutenção	Erro humano
A maioria dos clientes quer que a empresa faça os trâmites de retorno da máquina em manutenção.	Manutenção	Processo
Impossível reunir informações de manutenções feitas para um equipamento de modo simplificado (em quantidades ou horas trabalhadas, por exemplo).	Manutenção	Sistematização
Difícil dimensionar sobrecarga de trabalho técnico	Manutenção	Sistematização
Nenhum controle das datas de agendamento ou quantidades de visitas de contrato de suporte avançado.	Suporte Avançado	Sistematização

Não há uma identificação clara acerca do tipo de suporte contratado para cada equipamento.	Suporte Avançado	Sistematização
Ocasional esquecimento de preenchimento do formulário pós-treinamento.	Treinamento	Erro humano
Cliente reclama da integridade de peças apenas após treinamento, dizendo ter vindo de fábrica.	Treinamento	Processo
Envio de caixas com acessórios faltantes para o cliente.	Treinamento	Processo

Fonte: Resultados originais da pesquisa

A partir dos dados da Tabela 1, é possível quantificar a influência de cada classificação, sendo possível saber quantos problemas estão relacionados à cada segmento e causa. As causas mais significativas (que aparecem em maior quantidade) serão o foco para que a solução buscada seja a que resolve a maior parte dos problemas. Este quantitativo é ilustrado no gráfico da Figura 1.

Figura 1. Levantamento de causas por segmento de problemas do setor técnico



Fonte: Resultados Originais da pesquisa

Nota-se que a maior parte, aproximadamente 54%, dos problemas categorizados, poderiam ser resolvidos com um sistema de gerenciamento adequado à necessidade do departamento. Em segunda posição, 29% das causas são processos e, finalmente, 17% são erros humanos.

Baseado nesses dados e aplicando a metodologia da matriz GUT, tem-se a distribuição encontrada na Tabela 2. Como as pontuações da matriz tem grande variação numérica, os índices foram separados em 3 grandes grupos: urgente (pontuação maior que 64), importante (pontuação entre 27 e 63) e considerável (pontuação abaixo de 27). Esses grupos foram idealizados levando em conta os três critérios, pois se todos tiverem pontuação 4 (GUT resultando em 64), são problemas bastante urgentes e a pontuação 3, em todos os critérios (GUT igual a 27), são problemas de importância elevada também, mas menos urgentes.

Observa-se que a maioria dos problemas são urgentes e relacionados à sistematização, o que motivou a procura por uma ferramenta que auxiliasse nesses casos.

Tabela 2. Distribuição de prioridades de acordo com as causas dos problemas elencados inicialmente

Causas	Urgente	Importante	Considerável
Erro humano	3	3	1
Processo	4	3	5
Sistematização	11	6	5

Fonte: Resultados originais da pesquisa

A decisão tomada foi de procurar um CMMS que minimizasse a maior quantidade possível de erros: que suprisse as necessidades do departamento, deixasse os processos sequenciais obrigatórios e bem-definidos, de modo a minimizar o esquecimento e facilitar o trabalho, deixando-o mais confortável e repetível.

Baseado nos erros apresentados inicialmente, estabeleceram-se critérios para busca de um CMMS que fosse compatível com a necessidade do setor. Os critérios foram separados em Básicos (funcionalidades que são realmente necessárias para que boa parte dos erros fossem solucionados) e Desejáveis (fatores que contribuiriam para a usabilidade do sistema e aceitação da equipe).

Os critérios básicos foram:

- *Dashboard* com tempo de manutenção, faturamento e estatísticas.
- Cadastro de máquinas com: número de série, data de garantia, nota fiscal, tipo de suporte contratado.
- Gerenciamento de contratos.
- Aviso automático de manutenção ou visita programada.
- Realização automática de orçamentos (com valor de hora técnica e peças utilizadas).
- Fotos de entrada e saída de manutenção.
- Rastreamento de manutenções e peças utilizadas.
- Aviso de estoque mínimo de peças.
- Inserção de passos de manutenção com tempo de duração.
- Gerenciamento de estoque.

Os critérios desejáveis foram:

- Relatório de horas técnicas por mês.
- Aviso automático a cada mudança de status no serviço.
- Suporte no Brasil.

- Aplicação mobile.

Além dos resultados retornados em sites de busca, houve indicações de profissionais que são referências na área de manutenção, dos quais resultaram os seguintes *softwares* para avaliação: *Fractal*, *Keepfy*, *Sofman*, *eMaint*, *AssetPanda*, *ManWinWin* e *EZ*.

Fase 2: Avaliação dos *Softwares*

De início, alguns CMMS foram descartados no primeiro momento de contato. O *software* *EZ* foi citado num fórum de manutenção, mas não fora encontrado para avaliação e por esse motivo foi desclassificado imediatamente.

O CMMS *AssetPanda* foi descartado por estar disponível apenas em inglês e sem nenhum tipo de suporte no Brasil, o que dificultaria e atrasaria muito em caso de problemas com o sistema e na usabilidade diária.

O *software* *ManWinWin* está disponível apenas em português europeu e conta com pouquíssimos dos recursos dados como necessários. Além disso, sua interface era bastante simplificada e semelhante a sistemas operacionais antigos, o que dava uma impressão de ser um *software* ultrapassado. Por esses motivos, o *ManWinWin* não foi testado com mais afinco.

Ao procurar as funcionalidades do CMMS chamado *eMaint*, um dos principais requisitos não era atendido e nem era possível adaptar seu uso: o gerenciamento de contratos. Dada a importância desse item, o *software* fora desclassificado e não chegou a ser testado.

Restaram os CMMS: *Fractal*, *Keepfy* e *Sofman*. Foi verificado o cumprimento ou não dos requisitos básicos e desejados de cada um. A partir disso, foi realizado o tabelamento e primeiro filtro dentre as aplicações (Tabela 3).

Tabela 3. Análise de critérios desejáveis e básicos para cada CMMS

Crítérios Básicos	Fractal	Keepfy	Sofman
1. Dashboard	Sim	Sim	Sim
2. Cadastro	Sim	Não por cliente	Sim
3. Gerenciamento de contratos	Sim	Adaptável	Não
4. Aviso de programadas	Sim	Sim	Não
5. Orçamentos	Adaptável	Adaptável	Adaptável
6. Fotos de entrada e saída	Sim	Adaptável	Não
7. Rastreabilidade de peças	Sim	Não	Não
8. Estoque mínimo	Sim	Não	Sim
9. Etapas de manutenção	Sim	Sim	Sim
10. Gerenciamento de estoque	Sim	Adaptável	Adaptável
11. Relatório de horas técnicas	Sim	Excel	Sim
12. Aviso de mudança de status	Sim	Solicitante apenas	Não
13. Suporte no Brasil	Sim	Sim	Sim
14. Aplicativo	Sim	Sim	Não

Todos foram testados e houve no mínimo uma entrevista com o departamento comercial para aprofundamento nas funções. De todos, o menos adequado foi o *Sofman*, que tem o mesmo ponto como forte e fraco: a completa personalização dos processos. Apesar de poder ser moldado de acordo com a necessidade dos processos da empresa, seria possível que erros fossem carregados para dentro da aplicação, além do fato de que outros CMMS já foram estruturados a partir de resultados de pesquisa e extensa avaliação dos mais eficientes processos de manutenção.

O *Keepfy* teve pontuações boas ou aceitáveis na maioria dos requisitos, mas muitas coisas ainda deveriam ser adaptadas para funcionarem, e se a aplicação não teve algum cenário planejado em sua idealização, dificilmente a adaptação de um processo serviria a longo prazo. Além disso, o *Keepfy* tem como foco a manutenção interna e não o atendimento a clientes, portanto não pode ser escolhido.

O *Fractal* foi o último a ser avaliado e testado e correspondeu perfeitamente às necessidades. Para verificar se as funcionalidades estavam de acordo com as expectativas, foram feitas cerca de sete reuniões comerciais para sanar dúvidas de processos e verificação se os processos e demandas atuais da empresa poderiam ser supridas. Como indicado na Tabela 4, todos os requisitos foram contemplados, com exceção dos orçamentos, mas que poderiam ser perfeitamente adaptados, sem prejuízos ao processo.

Fase 3: Apresentação do *software* e as mudanças em decorrência da implementação

Após a escolha do melhor CMMS, foram feitas três apresentações: a primeira para o diretor técnico da empresa, na qual foram demonstrados todos os benefícios de ter um CMMS, a segunda apresentação para o time dos três diretores, controlador e responsável fiscal e a terceira para o time técnico.

Cada apresentação foi direcionada a um tipo de informação: para o diretor técnico, apresentaram-se os benefícios de haver um sistema de gerenciamento a longo prazo, como gerenciamento de recursos de estoque, melhor planejamento para importação de peças e planejamento de manutenções, de acordo com o intervalo médio de tempo de falhas. Para a diretoria da empresa, foi apresentado o plano esperado de melhoria da visão do cliente sobre a empresa, agilidade dos processos internos, melhor interação e confiabilidade na interação entre setores, por meio de integração de *softwares*, e conseqüente redução de erros. Para a equipe técnica, foram apresentadas como seriam as mudanças esperadas no fluxo de trabalho e quais as agilidades que a implementação traria.

A longo prazo, seria possível obter informações históricas de manutenções e com isso acompanhar KPIs (indicadores-chave de desempenho), como, por exemplo: tempo médio entre falhas, tempo médio de reparo, custo médio de manutenção, manutenções em garantia e principais falhas no primeiro ano de uso. Como exemplo, essas informações podem resultar em saber a quantidade de peças usadas a cada cem máquinas no mercado, podendo haver planejamento de importação sem excesso ou falta de estoque, escalando inclusive para tempos futuros, com mais equipamentos no mercado. Também é possível identificar erros recorrentes, ocasionados dentro do período de garantia, e investigar sua causa, indicando possíveis intercorrências durante o processo fabril ou logístico que, quando corrigidos antecipadamente, podem economizar tempo desnecessário de manutenção, além de aumentar a satisfação do cliente.

Como os processos no CMMS são interdependentes, é impossível avançar para a próxima etapa sem que a atual se cumpra, portanto esquecimentos são bastante reduzidos e a falta de informação é sinalizada, garantindo a completude de dados e a centralização desses. Além disso, a troca de informações entre setores passaria a ser compartilhada de forma automática e pré-definida, reduzindo muito a falta, o atraso ou a discrepância sobre elas. Para o cliente, a interação fica mais simples e direta, focada na resolução do problema, única e exclusivamente.

A primeira diferença que podemos nos deparar ao analisar o atual modelo de atendimento com o uso do CMMS é a entrada de dados e o acionamento do suporte pelos clientes. No modelo atual, não há qualquer tipo de cadastro prévio, então a solicitação podia ser aberta por qualquer e-mail enviado (causando, inclusive, problemas de e-mails em *loop* por respostas automáticas). Com a utilização do CMMS, há uma entrada inicial em massa dos clientes exportados da base do *software* de gestão financeira, a cada nova venda, há um cadastro automático no CMMS, a partir dos dados da nota fiscal, com dados do cliente, faturamento, equipamento e serviços contratados. E, para cada cliente, há a geração de um login e senha, que este usará para acessar um aplicativo do CMMS, de modo que este consiga realizar a solicitação dos chamados técnicos. Esse passo, além de facilitar a entrada de informações, também seleciona e exclui aqueles que tentam acesso, mas não são clientes.

O fluxo de trabalho no departamento de engenharia também passa a ser bastante simplificado e rápido, focado na resolutividade dos problemas e com menos interações desnecessárias, pois ao receber uma solicitação, esta já carregaria informações importantes, como: cliente, equipamento para o qual foi solicitado suporte, período de garantia, dados completos de faturamento e problema identificado. O fluxograma ilustrado na Figura 7 indica que os problemas seriam resolvidos, quando possível, por telefone ou videoconferência, estimando-se no máximo três ou quatro contatos (dois contatos para ajustes, uma videoconferência e uma quarta interação para validação da necessidade de manutenção, por exemplo) e não mais por e-mail, como era tratado anteriormente. Não sendo

suficiente, o equipamento deve ser encaminhado para manutenção e então um e-mail seria enviado pela coordenação para a secretaria, com as informações de entrada, e então aguarda-se o equipamento. Para cada equipamento que chega na empresa, a secretária realiza uma triagem rápida para verificar se o equipamento havia sido solicitado realmente para manutenção (checando os documentos físicos ou digitais) e diminuindo a zero o número de clientes que levavam o equipamento sem ter tido um diagnóstico ou solicitação prévia.

Caso a documentação esteja de acordo, o equipamento entra no departamento técnico e segue o fluxo descrito na Figura 8. No CMMS, a Ordem de Serviço [OS] é aberta, o próprio sistema solicita informações importantes acerca da origem do problema – que posteriormente podem ser usadas para análises dos processos e resultados de manutenção. As fotos de entrada, agora, são tiradas diretamente pelo aplicativo do CMMS, não sendo mais necessário salvar e incluir as fotos em nuvem, pois estas já aparecerão diretamente no relatório e é impossível avançar para a próxima etapa sem elas. A identificação com etiqueta continua da mesma forma e o equipamento é encaminhado para bancada para avaliação.

Uma mudança simples, mas significativa no processo, seria a criação de um mini estoque técnico, com parte das peças de reposição sob gestão do departamento de engenharia. Seria feita uma retirada grande de peças do estoque, uma única vez, com reposições e verificações periódicas de conformidade e controle – semelhante a uma auditoria interna –, então os problemas de disponibilidade ou solicitação de peças seria eliminado. Este passo acrescenta benefícios como: controle de peças em estoque e previsão de peças necessárias para compra de acordo com máquinas vendidas, além de acesso rápido a ela, conferindo mais agilidade na liberação dos equipamentos.

Finalizada a manutenção e testes, a OS tem seu status alterado para “Em Processo” e a responsabilidade passa então para a coordenação, que realiza a análise do relatório de manutenção para verificar se as peças utilizadas e retiradas de estoque conferem, e então realiza-se o orçamento baseado nessas peças. O CMMS conta com uma sessão de estoque, sendo possível cadastrar todas as peças e valores, facilitando a geração do orçamento, pois o preço é inserido automaticamente ao ser emitido o documento de valores finais. O orçamento já conta com todos os modos de pagamento possíveis e é enviado por e-mail para o cliente para aprovação. Uma vez aprovado e com o modo de pagamento escolhido, o modo de pagamento é informado no *software* e a OS tem seu status alterado para “Finalizado”.

Uma vez finalizada, uma integração entre *softwares* leva todas as informações do cliente, modo de pagamento e informações de manutenção, diretamente para o *software* de gestão financeira, que aguarda apenas a conferência do departamento responsável, que fará todo o processo de cobrança, emissão de NF e a documentação de saída. Paralelamente, no departamento de engenharia, a OS é

finalizada e a máquina é embalada com base nas fotos contidas no documento, diminuindo as chances de esquecimento. Estando pronta, o cliente é avisado pelo departamento financeiro/fiscal e o cliente se dirige até ele para realizar a retirada, assinando os documentos e se dirigindo ao departamento técnico com o documento de liberação e recebendo, finalmente, seu equipamento.

Em casos de clientes distantes, o transporte é realizado via transportadora, mas o processo segue o mesmo. A única diferença é que, quando liberada a máquina, o cliente deve informar qual a empresa que realizará o transporte e agendar um dia e horário para retirada.

Todos estes processos são realizados de forma sequencial e integrada, diminuindo muito os riscos, existentes anteriormente, de esquecimentos ou inversão da ordem de execução. Esta obrigatoriedade faz com que o trabalho se torne mais confortável psicologicamente, deixando-o mais prazeroso e reduzindo as chances de estresse quando a demanda de manutenção for aumentada.

Há casos nos quais se faz necessário o levantamento histórico de atendimentos e manutenções, e, após a implementação, é possível, pois basta escolher o equipamento de um cliente e o próprio CMMS traz todos os atendimentos, peças utilizadas, aprovações de orçamento, etc. Caso haja necessidade de busca, não por equipamento, mas por peças (para verificar frequência de uso, por exemplo), também é possível, e o CMMS nos retorna as OS em que as peças foram utilizadas junto de quantidades e datas de utilização.

Com as informações contidas em OS e armazenadas no banco de dados do CMMS, não há perigo de perda de informações acidentais, além de ser estabelecida uma ótima organização, prevista pela própria proposta da aplicação. Esta organização de informações permite que haja extração de quantos indicadores forem pensados em cima das informações das OS, uma vez que, além dos indicadores já dados no sistema (disponibilidade, tempo médio entre falhas, tempo médio de reparo, entre outros), é possível exportar os dados em planilha e manipulá-los da melhor forma.

Com esses dados, também é possível verificar e quantificar a produtividade técnica, dimensionando a equipe do melhor modo para a realização das manutenções. Com a alta demanda de serviços, é necessário saber, com certa antecedência, quando será necessária a contratação de um novo técnico, uma vez que esse deve ser devidamente treinado e ambientado pela equipe residente.

Após a sugestão, é importante avaliar as melhorias de acordo com os parâmetros iniciais. Antes da implementação, foi feita a tabela GUT, que classificou os problemas em índices de importância. A Tabela 2 nos mostrou para cada causa quantos problemas eram urgentes, importantes e consideráveis, e agora pode-se ver, com a solução proposta, quantos desses problemas seriam resolvidos. A Tabela 4 mostra quantos erros foram solucionados sobre o número inicial.

Tabela 4. Quantitativo de erros solucionados pelo método proposto

Causas	Urgente	Importante	Considerável
Erro humano	2/3	3/3	1/1
Processo	3/5	3/3	3/4
Sistematização	11/11	5/6	3/5

Fonte: Resultados originais da pesquisa

É possível ver que 86% dos problemas relacionados à sistematização foram solucionados, sendo que entre eles todos os urgentes foram contemplados. 75% dos erros de processo também puderam ser solucionados, entre eles três quartos dos consideráveis e todos os importantes – resultado muito importante, uma vez que os processos foram alterados apenas para adequação ao novo CMMS e não houve mudanças focadas nos problemas cuja causa fora processo. Erros humanos, por sua vez, tiveram 86% de índice de solução, sendo que dois terços dos urgentes e todos os importantes foram contemplados. Num total geral, 83% de todas as reclamações puderam ser solucionadas com a implementação do CMMS.

Em termos financeiros, o sistema atual custa – por mês – R\$669,97 (utilizando a cotação do dólar de R\$5,63 do dia 31/03/2021) e o CMMS passaria a custar R\$1.845,00 (sem dependência da cotação do dólar, pois é diretamente pago em moeda brasileira). Dado que o contrato de suporte mais simples custa aproximadamente R\$1.500,00 e são vendidos normalmente entre 10 e 15 contratos de suporte por mês (entre eles vários contratos avançados, cujo valor se iguala a R\$2.750,00), o custo se torna relativamente baixo se comparado aos benefícios gerados. Além disso, a viabilidade está sendo estudada sobre o valor de um serviço, ou seja, não há custo de aquisição de bem a ser deduzido desse valor, tornando-o mais simples de ser pago.

Considerando que a mensalidade do CMMS equivale a cerca de 0,1% do faturamento mensal (média mensal aproximada de 2020) e que os gastos com resolução de erros somam em média 50% desse valor (considerando reenvios via correio, troca de máquinas, peças dadas em cortesia por falta de documentação comprobatória, etc.), a troca do sistema de gerenciamento de manutenção comprova-se viável e vantajosa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação de um CMMS é sempre um desafio para empresas que decidem realizá-la. Nota-se que é possível resolver ou minimizar grande parte dos problemas encontrados e relatados sobre o processo de manutenção do departamento de engenharia da empresa foco deste estudo. De todos os problemas analisados dos processos e dos recebidos pela equipe da empresa, vê-se que 86% foram solucionados com o CMMS – inclusive os que não tiveram sistematização como causa principal –, causando redução de gastos, antes usados para reverter ações resultantes dos erros citados.

Dadas essas vantagens, é possível ver que a inclusão de um sistema computadorizado de gerenciamento de manutenção foi bastante viável e vantajosa para a empresa em questão.

Com isso, melhoram-se as interações entre setores, tem-se um aumento de eficiência – uma vez que o tempo gasto para uma tarefa dispendiosa agora pode servir para duas ou mais tarefas – e diminui-se o nível de estresse por tarefas complexas. Além desses benefícios, o departamento de engenharia passou a ter, pela primeira vez, o acompanhamento de eficiência e dados para projeções futuras e acompanhamentos de tendências, sendo possível estimar dados das manutenções que virão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DALTO, M.; Faria, A. 2019. **Relato de experiência: Uma narrativa científica na pós-modernidade.** *Estudos e Pesquisas em Psicologia* 19: 223-237.

KIRCHMER, M.; Scarsig, M.; Frantz, P. 2019. **BPM CBOK Version 4.0: Guide to the Business Process Management Common Body Of Knowledge.** ABPM International.

MARQUES, C.; Oda, E. 2012. **Organização, sistemas e métodos.** In: Marques, C.; Oda, E. *Organização, sistemas e métodos.* IESDE Brasil S.A., Curitiba, Paraná, Brasil.

PERASSO, V. 2016. **O que é a 4ª revolução industrial - e como ela deve afetar nossas vidas.** BBC News. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-37658309>>. Acesso em: 21 jun. 2023.

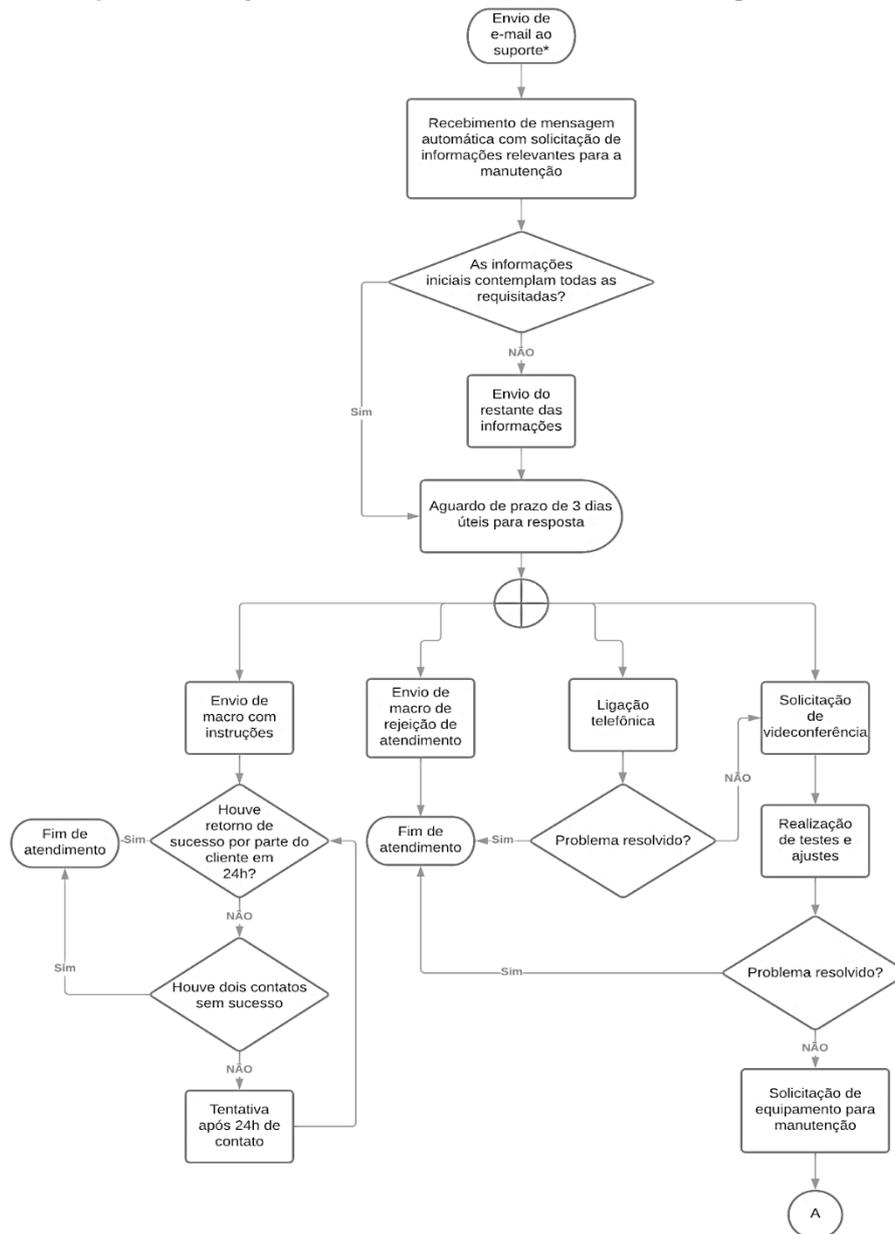
RIBEIRO, G. S. R. et al. 2016. *Slips, lapses and mistakes in the use of equipment by nurses in an Intensive Care Unit.* **Revista da Escola de Enfermagem** 50: 419-926.

ULTIMAKER. 2019. *Heineken: Ensuring production continuity with 3D printing.* Disponível em: <<https://ultimaker.com/learn/heineken-ensuring-production-continuity-with-3d-printing>>. Acesso em: 21 jun. 2023.

ULTIMAKER. 2020. *Real-world ROI: Top success stories with 3D printing.* Disponível em: <<https://ultimaker.com/learn/real-world-roi-top-success-stories-with-3d-printing>>. Acesso em: 21 jun. 2023.

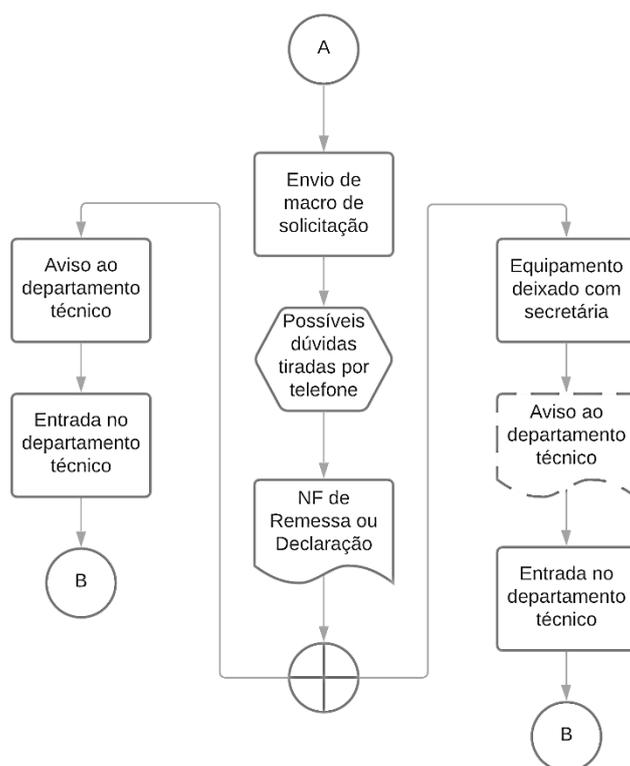
APÊNDICE

Figura 2. Fluxograma inicial de atendimento do contato ao suporte atual



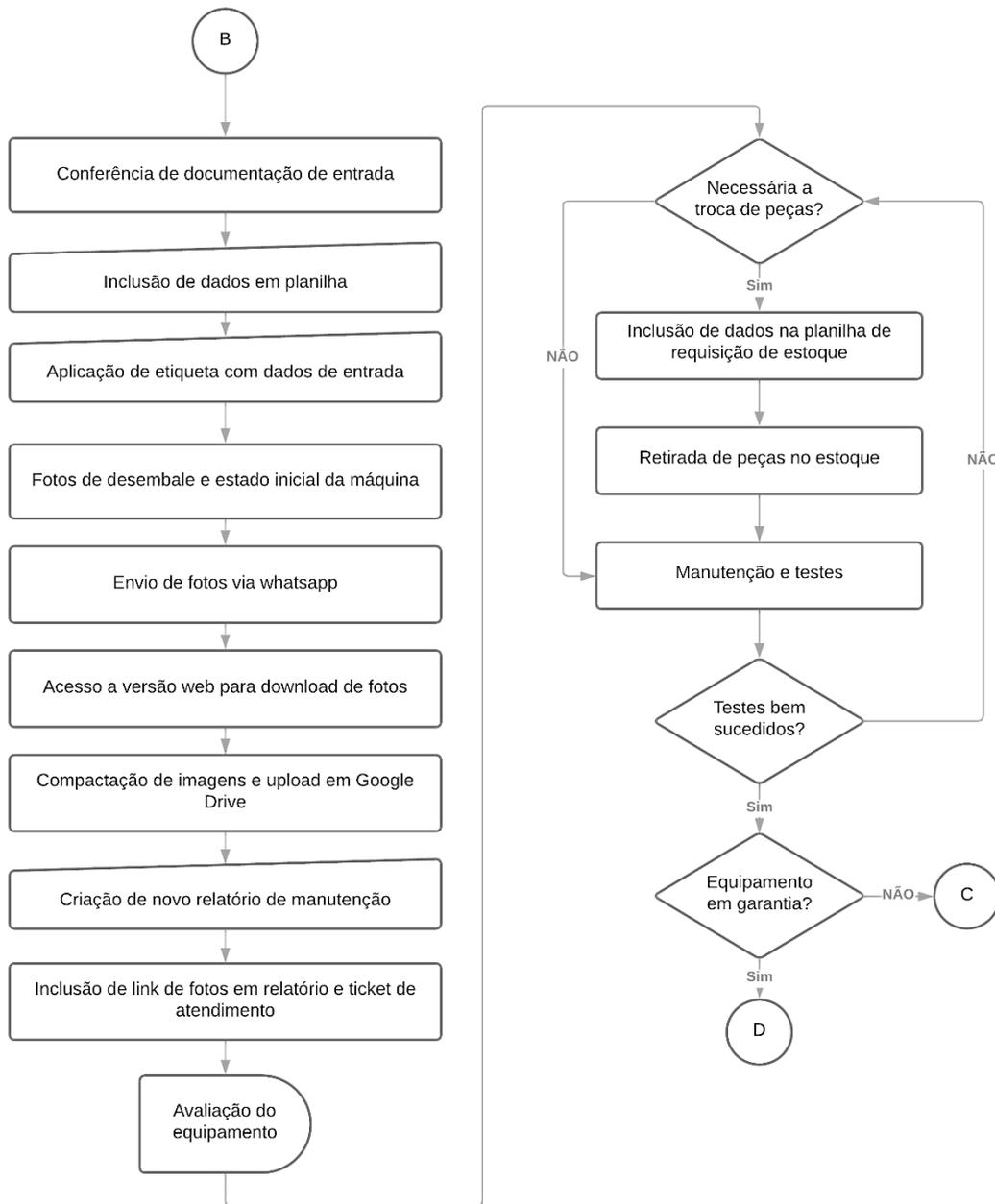
Fonte: Dados originais da pesquisa

Figura 3. Fluxograma de solicitação de equipamentos para manutenção (subprocesso A)



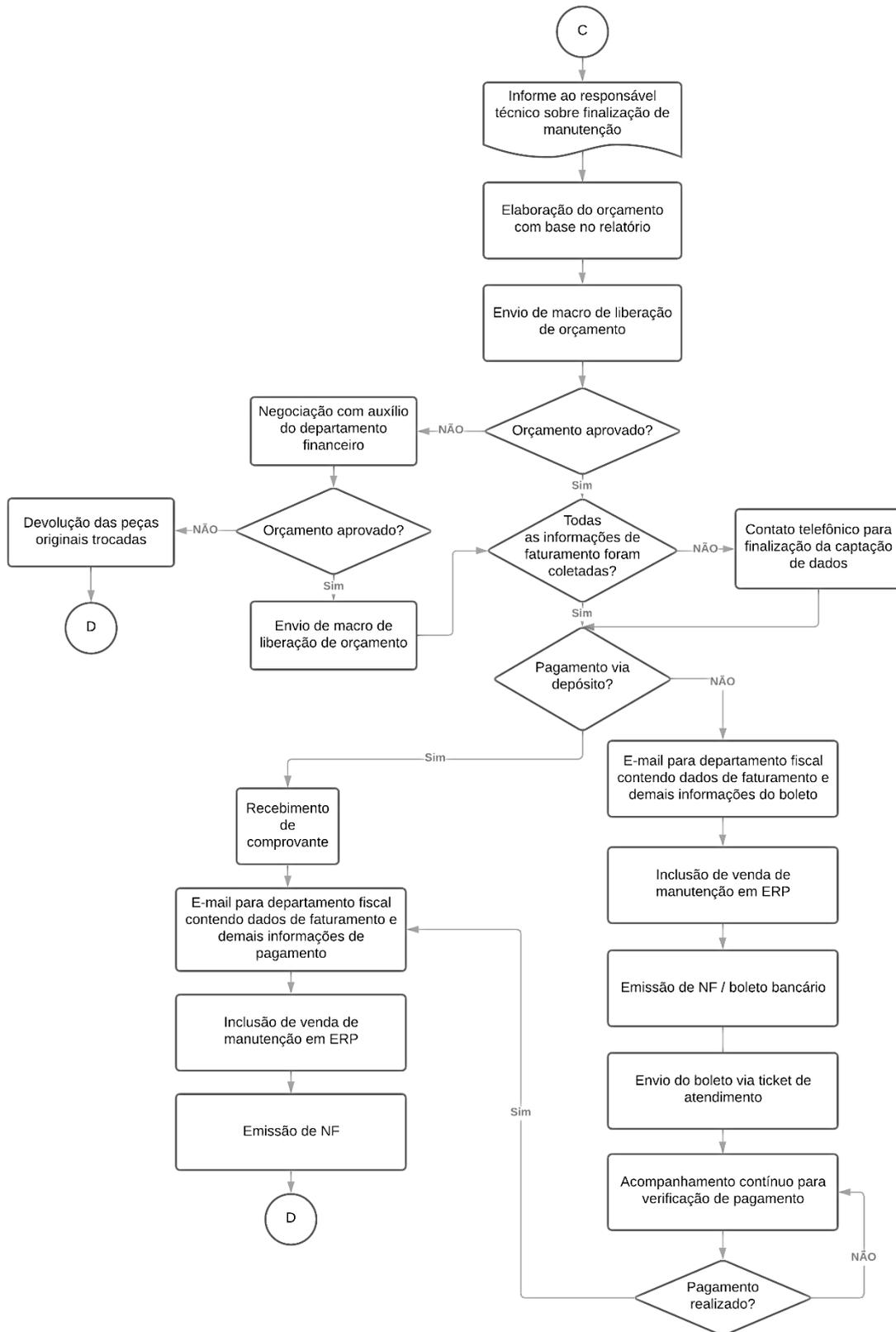
Fonte: Dados originais da pesquisa

Figura 4. Fluxograma de entrada de equipamentos para manutenção (subprocesso B)



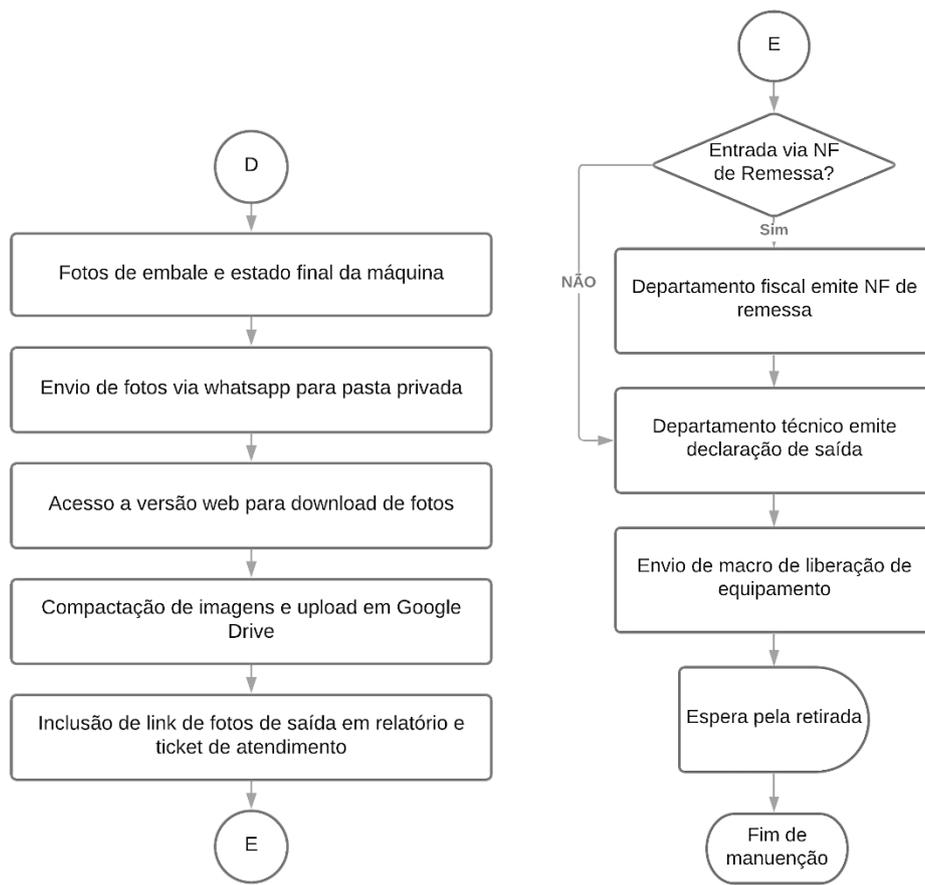
Fonte: Dados originais da pesquisa

Figura 5. Fluxograma de manutenção atual (subprocesso C)



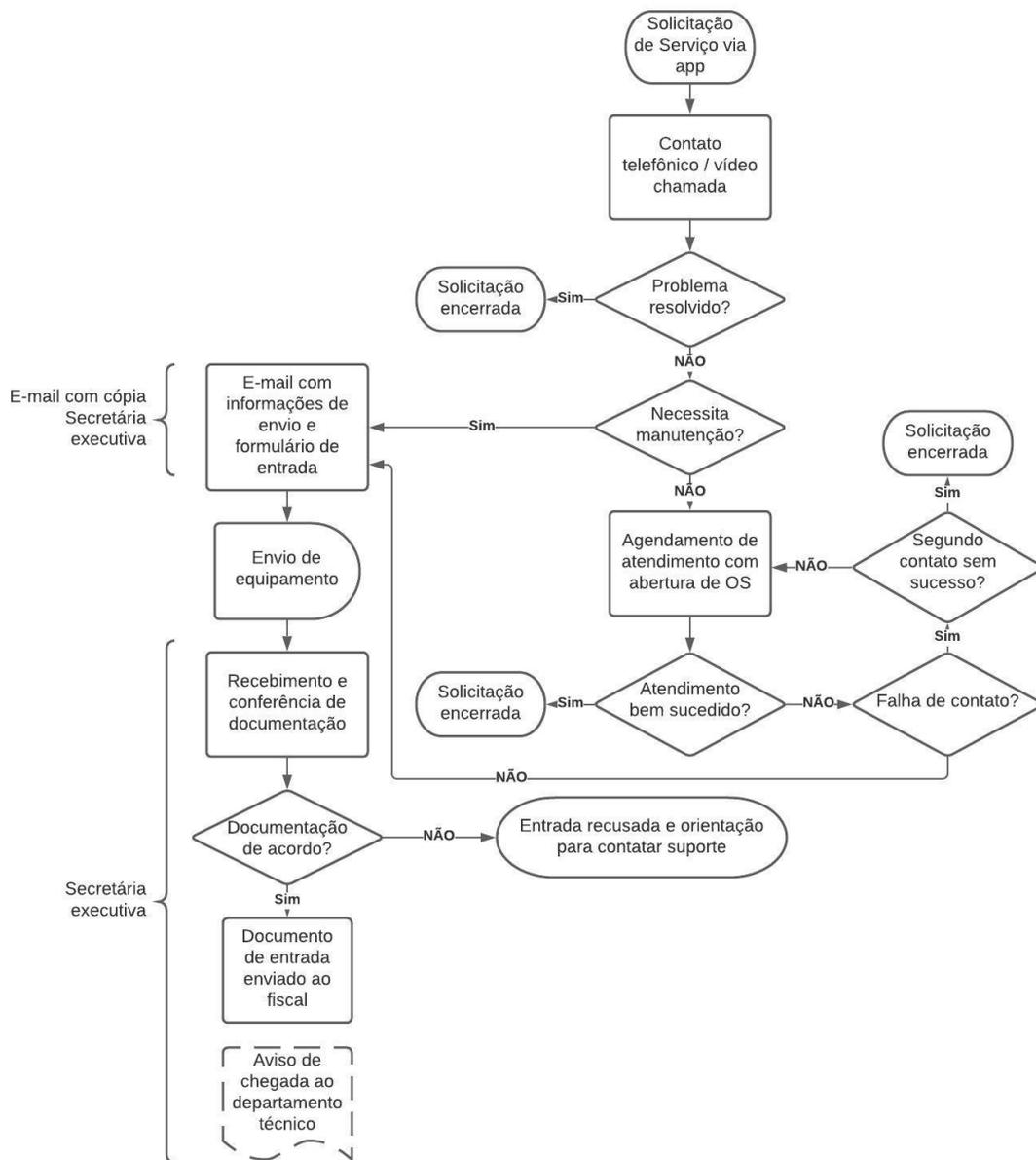
Fonte: Dados originais da pesquisa

Figura 6. Fluxograma de finalização de manutenção (subprocesso D) e de elaboração de documentação de saída (subprocesso E)



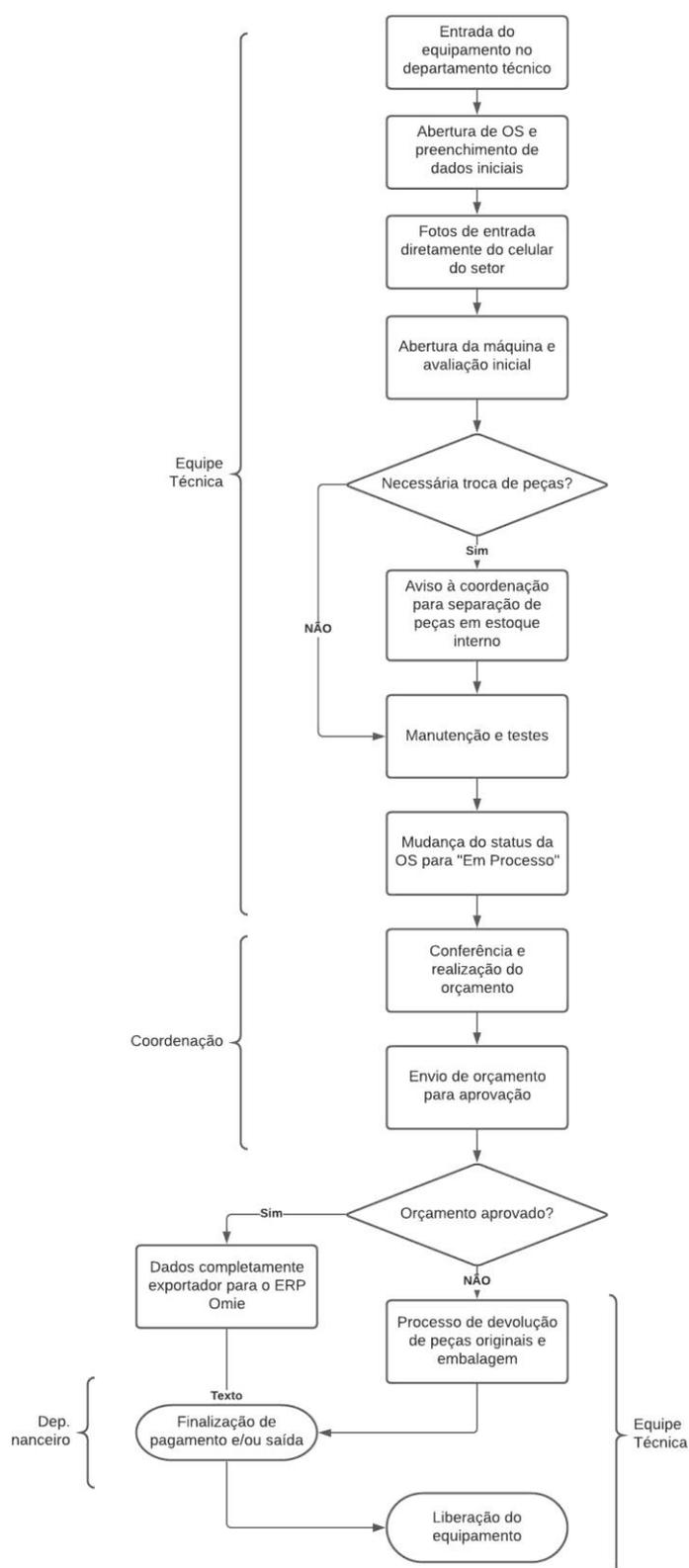
Fonte: Dados originais da pesquisa

Figura 7. Fluxograma de atendimento proposto com a solução encontrada (do contato inicial à entrada de máquina em manutenção)



Fonte: Resultados originais da pesquisa

Figura 8. Fluxograma de manutenção proposto com a solução encontrada



Fonte: Resultados originais da pesquisa

COMPUTAÇÃO DESPLUGADA: REPRESENTAÇÃO DE IMAGENS

UNPLUGGED COMPUTING: IMAGE REPRESENTATION

Paola MAZZARO¹

paolamazzero@hotmail.com

Mestrado em Ensino de Ciências, Universidade Cruzeiro do Sul

Juliano SCHIMIGUEL²

schimiguel@gmail.com

Professor - Centro Universitário Anchieta (Unianchieta)

Programa Doutorado/Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Cruzeiro do Sul

Resumo

A Tecnologia vem avançando dia a dia e se mostra um importante instrumento na Educação. Neste artigo, utilizamos como fundamentação teórica a computação desplugada, essa metodologia permite o ensino da Computação sem nenhum contato com computadores, e são apresentados os resultados de duas atividades desplugadas e duas perguntas fechadas. As atividades tiveram foco em: colorindo com números – representação de imagens, as quais foram selecionadas a partir do livro *Computer Science Unplugged* (BELL, T., WITTEN, I. H., FELLOWS, M., ADAMS, R., & MCKENZIE, J., 2011). A análise dos dados evidencia os conceitos, oriundos das relações do tema, que emergiram dos estudantes ao realizarem as vivências. Desta forma, a partir de nossas análises, os resultados apontaram para uma proposta que procurou contemplar a participação dos estudantes, mostrando ser uma oportunidade para ajudá-los a entender a linguagem de programação, criatividade, a buscar soluções e desenvolver alguns dos conceitos que constituem o pensamento computacional, por meio da vivência proposta foi possível mediar os conhecimentos básicos de Computação sem a utilização do computador.

Palavras-Chave: Computação desplugada; Aprendizagem; Tecnologias;

Abstract

Technology is advancing day by day and is an important instrument in Education. In this article we use unplugged computing as a theoretical foundation, this methodology allows the teaching of Computing without any contact with computers, and the results of two unplugged activities and two closed questions are presented. The activities focused on: coloring with numbers - representation of images, which were selected from the book *Computer Science Unplugged* (BELL, T., WITTEN, I. H., FELLOWS, M., ADAMS, R., & MCKENZIE, J., 2011). Data analysis highlights the concepts, arising from the theme's relationships, which emerged from the students when carrying out the experiences. Thus, from our analyses, the results pointed to a proposal that sought to contemplate the participation of students, proving to be an opportunity to help them understand the programming language, creativity, to seek solutions and to develop some of the concepts that constitute computational thinking, through the proposed experience, it was possible to mediate the basic knowledge of Computing without using the computer.

Keywords: Unplugged Computing; Learning; Technologies;

1. INTRODUÇÃO

Na atualidade, cada vez mais, a tecnologia apresenta avanços progressivos. Nosso mundo hoje em dia está cada vez mais conectado às tecnologias, sabemos da importância da aprendizagem e da tecnologia no cotidiano dos estudantes e a intencionalidade da compreensão da lógica do pensamento computacional e a influência que a escola apresenta nas interações e no processo de aprendizagem.

O ensino da programação no início do Ensino Fundamental permite que os estudantes possam desenvolver a competência do Pensamento Computacional e o desenvolvimento da linguagem de programação como possibilidades de expressão e participação na sociedade. O pensamento computacional destaca o saber usar o computador como um instrumento, aumentando o poder cognitivo e operacional humano (BLIKSTEIN, 2008). Envolvendo, então, a habilidade de resolver situações problemas se utilizando de abstrações e também da capacidade de representar esses problemas em forma de passos e algoritmos.

A computação desplugada apresenta-se como uma metodologia que proporciona o aprendizado dos conceitos computacionais de maneira simples e interativa, sem utilizar a tecnologia.

Dessa forma, diante do avanço tecnológico, consideramos que a característica das atividades elaboradas possa fomentar o interesse dos estudantes em conhecer e aprimorar-se das Tecnologias, aprendendo a linguagem de programação, por meio da computação desplugada.

A pesquisa aconteceu em uma escola pública de Ensino Fundamental da Prefeitura Municipal de São Paulo, na zona urbana, localizada na zona leste, pertencente à Diretoria Regional de Guaianases, com 12 estudantes de 10 anos de idade, do quinto ano do Ensino Fundamental.

2. COMPUTAÇÃO DESPLUGADA

A Computação Desplugada apresenta uma técnica que tem por propósito ensinar os fundamentos da Ciência da Computação (CC) de forma simples e lúdica, sem o uso de computadores, que ainda podem ser aplicados a qualquer pessoa, de diferentes idades, independentemente de recursos como *hardware* e/ou *software*, procedendo de forma eficaz e eficiente (MACHADO *et al.*, 2010).

Brackmann (2017) destaca que as atividades da Computação Desplugada são voltadas geralmente a um ensino-aprendizagem focado em situações práticas, ocorrem frequentemente por meio da aprendizagem cinestésica (*e.g.*, movimentar-se, usar cartões, recortar, dobrar,

colar, desenhar, pintar, resolver enigmas etc.), são instrumentos que auxiliam no processo de aprendizagem utilizando os conceitos de Ciência da Computação.

A lógica de programação pode ser utilizada como prática pedagógica em atividades diversas, como a “programação desplugada”. Refere-se a atividades em que não há necessidade de utilização de programas específicos para programar, antes, à realização de vivências e experimentações que levem à compreensão dos comandos encadeados, característicos da lógica, de uma maneira lúdica, interativa, menos abstrata e mais concreta (SÃO PAULO, 2019).

A intencionalidade dentro das atividades desplugadas é a de trabalhar com os conceitos de algoritmo, abstração, descrição, reflexão e depuração, para que os estudantes aprendam a pensar melhor e para prepará-los para lidar com os erros em outras situações cotidianas (SÃO PAULO, 2021b).

Na Educação, existe:

uma demanda de desenvolver indivíduos que saibam pensar e resolver problemas de forma autônoma e tais habilidades, implícitas nos pilares do Pensamento Computacional, podem ser trabalhadas de forma desplugada com enfoque na resolução de problemas. Ao transformar ideias em algo tangível, estudantes vivenciam o desenvolvimento de habilidades e atitudes. É uma grande oportunidade para olhar e entender o processo (SÃO PAULO, 2021b, p. 28).

Atividades desplugadas são aquelas atividades que permitem vivenciar a programação sem a utilização de computadores, programas *on-line* ou aplicativos, acontecendo de maneira lúdica. Compreendem a busca das soluções de problemas sem usar a tecnologia, e para atingir os objetivos propostos lidamos com conceitos fundamentais da Ciência da Computação, em um conjunto de atividades desenvolvidas ludicamente, não sendo necessário ter ou apresentar conhecimentos em computação para aplicá-las (BELL; WITTEN; FELLOWS, 2011).¹

O livro *Computer Science Unplugged* de Bell *et al.*¹ (2011) apresenta variadas atividades, entre elas: números binários, representação de imagens, detecção e correção de erros, algoritmos de ordenação, criptografia. Encontra-se disponível em várias línguas e a tradução para o Português (Brasil) foi coordenada e traduzida por Luciano Porto Barreto.

Descrevemos aqui duas atividades desplugadas retiradas do livro de Bell; Witten; Fellows (2011).

1) Colorindo com Números – Representação de Imagens

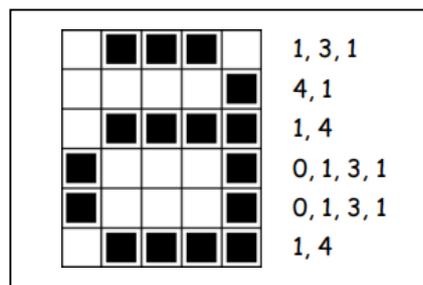
¹ Disponível em: <https://classic.csunplugged.org/documents/books/portuguese/CSUnpluggedTeachers-portuguese-brazil-feb-2011.pdf>

² Sigla em inglês: RLE.

A máquina de fax é praticamente um computador simples que efetua uma varredura sobre uma página em preto e branco, armazenando informações/imagens em, aproximadamente, 1000×2000 *pixels*, que são transmitidos através de um modem para outra máquina de fax. Imagens impressas por fax normalmente têm grandes blocos de *pixels* brancos (por exemplo, as margens) ou pretos (por exemplo, uma linha horizontal). Imagens coloridas também possuem áreas repetidas. Nesta atividade, o método de compreensão de imagens é chamado de *run-length encoding*²(codificação de comprimento de execução). Se não fossem comprimidas, as imagens levariam muito tempo para serem transmitidas e exigiriam muito espaço para armazenamento. Isto tornaria inviável enviar páginas de fax ou colocar fotos em uma página da Internet. Fotografias e imagens são frequentemente comprimidas para um décimo ou até mesmo um centésimo do seu tamanho original, sem a compressão, demorariam várias vezes mais para serem transmitidas (BELL; WITTEN; FELLOWS, 2011, p. 21).

As telas dos computadores são divididas em uma grade de pequenos pontos chamados *pixels* (do inglês, *picture elements* – elementos de imagem). Em uma foto em preto e branco, cada *pixel* ou é preto ou é branco. Quando um computador armazena uma imagem, basta armazenar quais pontos são pretos e quais pontos são brancos (BELL; WITTEN; FELLOWS, 2011, p. 15).

Figura 1. Representação de imagem



Fonte: Bell; Witten; Fellows (2011).

A figura 1 nos mostra como uma imagem pode ser representada por números. A primeira linha corresponde a um *pixel* branco, seguido de três *pixels* pretos e, finalizando, um *pixel* branco. Desse modo, a primeira linha é representada por 1, 3, 1. O primeiro número sempre se refere ao número de *pixels* brancos. Se o primeiro *pixel* for preto, a linha começará com um zero (BELL; WITTEN; FELLOWS, 2011, p. 15).

2) Seguindo Instruções – linguagens de programação, Bell, Witten e Fellows destacam que:

(...) os computadores operam seguindo um conjunto de instruções, chamado de programa, o qual foi escrito para cumprir uma determinada tarefa. Programassã escritos em linguagens que foram especialmente projetadas com um conjunto limitado de instruções para dizer aos computadores o que fazer. Certas linguagens são mais adequadas para alguns propósitos do que outras. Deixando de lado a linguagem que eles usam, os programadores devem ser capazes de especificar exatamente o que desejam que o computador faça. Diferentemente dos seres humanos, um computador realizará as instruções literalmente. [...] É importante que os programas sejam bem escritos. Um pequeno erro pode causar vários problemas. Erros são comumente chamados de “bugs”. [...] Quanto mais complexo o programa, maior a possibilidade de erros. [...] Programas precisam ser testados cuidadosamente para encontrar o máximo de erros possível (BELL; WITTEN; FELLOWS, 2011, p. 105).

Os computadores são praticamente programados mediante uma “linguagem”, que é um vocabulário restrito de instruções que precisam ser obedecidas. Talvez algo frustrante em programar é que os computadores sempre obedecem às instruções à risca. Essa atividade fornece aos estudantes alguma experiência sobre esse aspecto da programação (BELL; WITTEN; FELLOWS, 2011).

Os computadores funcionam seguindo uma lista de instruções, e seguem exatamente o que as instruções demonstram, mesmo se essas não fizerem o menor sentido.

Instruções para construir um avião de papel:

Passo 1: Dobre uma folha de papel ao meio.

Passo 2: Desdobre a folha e depois dobre as pontas superiores até a marca no centro.

Passo 3: Dobre as pontas laterais até o centro.

Passo 4: Dobre o aviãozinho ao meio.

Passo 5: Dobre as asas do avião até a parte de baixo em cada lado e depois levante novamente.

Dessa forma, a computação desplugada mostra-se estimuladora para abordar e ensinar o PC de maneira criativa, para introduzir conceitos abstratos, tornando o aprendizado significativo e atraente para os estudantes, não exigindo recursos tecnológicos.

3. METODOLOGIA

Este item visa a descrever o procedimento e a etapa realizada ao longo do artigo, descrevendo a metodologia adotada para apresentar o percurso da investigação. Esta pesquisa tem abordagem qualitativa, na continuidade descreveremos como foi conduzida a organização do material com a atividade desplugada.

Este trabalho aconteceu com duas atividades desplugadas (linguagem de programação: colorir quadrados no papel quadriculado, tentando reproduzir uma imagem existente) e duas perguntas fechadas.

Lüdke e André (1986) destacam que a abordagem qualitativa permite uma observação direta, o pesquisador consegue chegar mais perto dos sujeitos, acompanhando suas experiências diárias, podendo compreender a sua visão de mundo em relação à realidade que os cerca.

Os estudantes participantes da pesquisa estavam no quinto ano do Ensino Fundamental de uma escola da Rede Pública Municipal de Educação da Cidade de São Paulo. Para o desenvolvimento desta pesquisa foi analisado o resultado do recurso metodológico das duas atividades desplugadas.

Foi aplicada duas atividades desplugadas para os estudantes sobre a linguagem de programação: colorir quadrados no papel quadriculado, tentando reproduzir uma imagem existente, com a finalidade de recolher informações.

4. COLETA DE DADOS

A coleta de dados aconteceu por meio de duas atividades desplugadas (linguagem de programação): colorir quadrados no papel quadriculado, tentando reproduzir uma imagem existente e duas perguntas fechadas.

A pesquisa foi realizada na sala de informática de uma Escola Municipal de Ensino Fundamental, pertencente à Diretoria Regional de Guaianases.

5. MATERIAL

Para que a pesquisa pudesse atingir seus objetivos, realizou-se a coleta de dados por meio de duas atividades desplugadas (linguagem de programação) e duas perguntas fechadas.

6. ATIVIDADE DESPLUGADA

Apresentamos o conceito dos termos computação desplugada, realizamos duas atividades desplugadas, referentes à linguagem de programação, que estimulassem o desenvolvimento do Pensamento Computacional nos estudantes (colorir os quadrados no papel quadriculado, tentando reproduzir uma imagem existente, com a finalidade de recolher informações). O objetivo foi introduzir a ideia de representação da informação na linguagem da máquina, entendendo a lógica da sequência numérica. Nessa atividade, duas malhas quadriculadas representam a tela (*pixels*) do computador. Na atividade 1, a tarefa dos estudantes era identificar a imagem oculta, colorindo a malha quadriculada e seguindo os códigos numéricos de cada quadrado, além da

legenda de cores; e, na atividade 2, identificar a imagem oculta ao colorir a malha quadriculada, seguindo os códigos numéricos ao lado direito de cada uma das linhas que a compunham.

Figura 2. Atividade desplugada 1

5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
5	5	5	4	4	2		2		4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
5	5	4	2	2	2	2		2	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
5	4	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
4	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
4	2	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5
4	4	4	3	3	3	4	3	4	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5
3	4	4	3	3	3	4	3	4	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5
3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	5	5	5	5	5	5	5
3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	4	5	5	5	5	5	5	5
4	3	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5
5	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5
5	5	4	4	3	3	3	3	3	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5
5	4	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	5	5	5	5
4	2	2	2	2	4	6	4	2	2	4	4	3	3	4	5	5	5	5
4	2	2	2	2	4	4	6	4	2	2	4	4	3	4	5	5	5	5
2	2	4	4		2	4	6	4	2	2	2	4	4	5	4	4	4	4
2	4	3	3	3	4	4		6	4	4	4		4	4	4	7	7	4
4	3	3	3	3	3	4		6	6	6	6		6	4	7	7	7	7
4	3	3	3	3	3	4	6	6	6	6	6	6	6	4	7	7	7	7

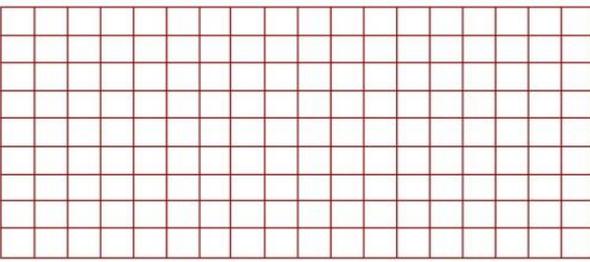
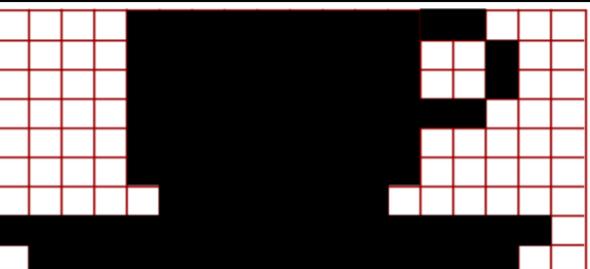
Key:

2	Vermelho	
3	Bege	
4	Preto	
5	Azul claro	
6	Azul escuro	
7	Marrom	

* Quadrados em branco são brancos

Fonte: Evento *Scratch Day* (2022)

Figura 3. Atividade desplugada 2

	<p>4,11,3</p> <p>4,9,2,1,2</p> <p>4,9,2,1,2</p> <p>4,11,3</p> <p>4,9,5</p> <p>4,9,5</p> <p>5,7,6</p> <p>0,17,1</p> <p>1,15,2</p>
	

As atividades permitiram que os estudantes se apropriassem e entendessem conceitos de programação, lógica e exercitem a resolução de problemas. Compreendemos a importância de ter em mente que os estudantes, em geral, apresentam os mais diversos interesses para criar; e o professor poderá explorar esse interesse, a fim de contribuir com a aprendizagem dos alunos.

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste item serão apresentados os resultados e discussões baseadas na metodologia explicitada do artigo. Exploramos o material na tentativa de facilitar a interpretação, optou-se, então, pela representação percentual em gráficos e tabelas. Destacamos a representatividade de 12 estudantes para o efeito deste artigo.

8. ATIVIDADE DESPLUGADA

Explicamos o eixo “programação” para que todos os estudantes envolvidos na pesquisa tivessem contato. A disciplina de Tecnologias para Aprendizagem faz parte do Currículo da Prefeitura Municipal da Cidade de São Paulo (2017b), no eixo programação – objeto de conhecimento: linguagem de programação (bloco, comando). O documento destaca a aprendizagem e desenvolvimento para as tecnologias e pretende que as crianças iniciem o reconhecimento e a compreensão de noções necessárias a essa linguagem. Por meio de jogos e brincadeiras, o trabalho com a lógica será favorecido, para que percebam na programação possibilidades de resolução de problemas cotidianos. Aprofundando a ideia de aprender a aprender, de trabalhar com o coletivo, de compartilhar ideias e saberes e, principalmente, de reconhecer-se como sujeito desse processo.

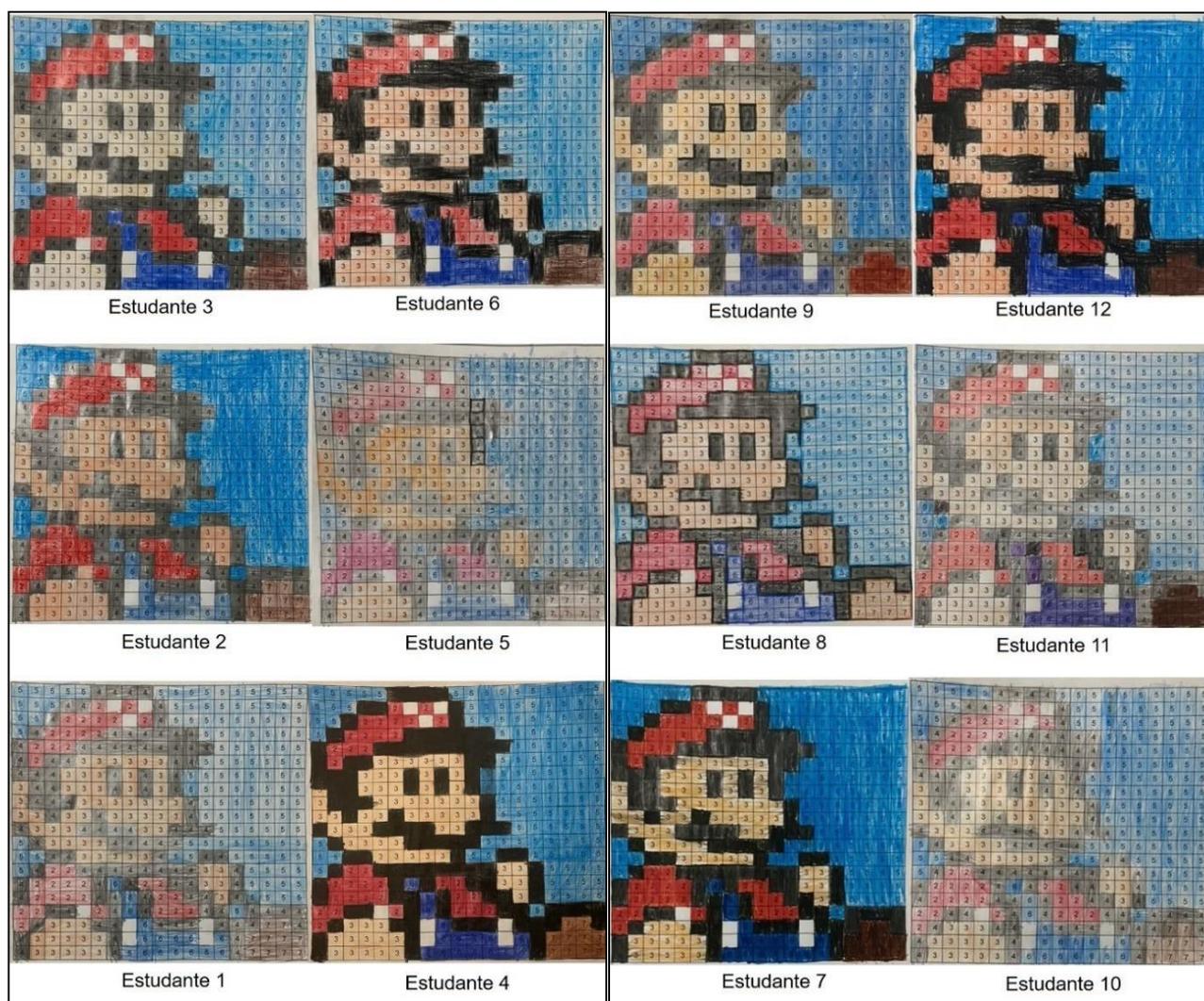
Atividade desplugada 1: Colorindo com os números – reprodução de imagens. Esta atividade propõe uma forma de representação do desenho em uma malha quadriculada através de números, ilustrando o método de compactação de informação. Os estudantes pintaram os quadrados de acordo com a legenda, tentando reproduzir uma imagem existente.

Figura 4. Legenda

2	Vermelho	
3	Bege	
4	Preto	
5	Azul claro	
6	Azul escuro	
7	Marrom	

Fonte: Evento *Scratch Day*, 2022

Figura 5. Atividade desplugada 1a



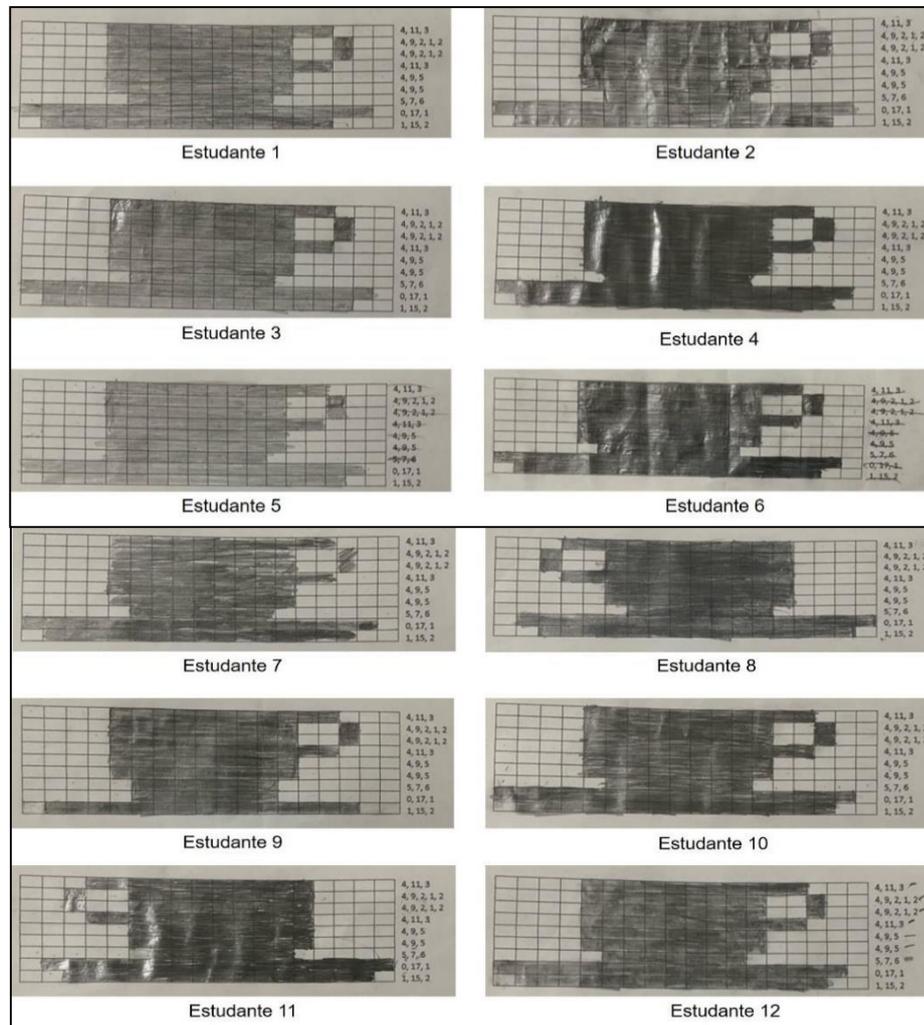
Fonte: Dados obtidos da pesquisa da autora, 2022

Nessa atividade, colorindo com os números, que reproduziu a imagem do personagem Mário Bros, os estudantes relataram que não encontraram dificuldades e mostraram-se entusiasmados no decorrer da vivência para descobrir qual imagem surgiria.

Atividade desplugada 2: Colorindo com os números – reprodução de imagens. Esta atividade, assim como a atividade 1, sugere uma maneira de representação de desenhos em uma

malha quadriculada através de números, pintando de acordo com a legenda de cores. Para a realização dessa atividade, os estudantes receberam a informação de que o primeiro número sempre se referia ao número de *pixels* brancos. Se o primeiro *pixel* fosse preto, a linha começaria com um zero (BELL; WITTEN; FELLOWS, 2015).

Figura 6. Atividade desplugada 2a



Fonte: Dados obtidos da pesquisa da autora, 2022

Essa atividade tinha o objetivo de explicar para os estudantes como o computador representava imagens. Os computadores armazenam desenhos, fotografias e outras imagens usando apenas números.

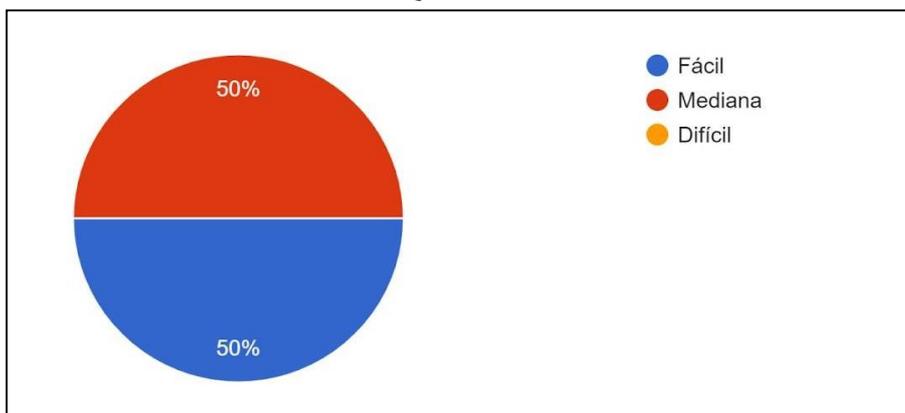
Nesta vivência, os estudantes, 8 e 11, iniciaram a atividade pintando os quadradinhos da direita para a esquerda, nota-se pela aba da xícara.

Na questão 1, perguntamos aos estudantes se tiveram alguma dificuldade em seguir os comandos para desvendar a imagem; 16,7% dos estudantes – 8 e 9 – apontaram que sim. Os

demais estudantes – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11 e 12 –, 83,3%, responderam que não encontraram dificuldades.

Na pergunta 2, questionamos: “Qual o nível da atividade: fácil, mediana ou difícil”?

Gráfico 1. Qual o nível de dificuldade?



Fonte: Dados obtidos da pesquisa da autora, 2022

O gráfico 6 mostra que 50% dos estudantes apontaram que a atividade teve nível fácil e 50% dos estudantes externaram dificuldade mediana, notamos que nenhum dos estudantes assinalou que a realização foi difícil.

Segundo Brackmann (2017), as atividades desplugadas acontecem por meio da aprendizagem cinestésica, envolvendo recortar, colar, pintar, desenhar, resolver enigmas, etc.

As intervenções pedagógicas planejadas por meio das atividades desplugadas é a de vivenciar os conceitos de algoritmo, abstração, descrição, reflexão e depuração, assim os estudantes poderão aprender a pensar melhor e lidar com os erros em outras situações cotidianas (SÃO PAULO, 2021b).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo consiste no estudo das atividades desplugadas para auxiliar na aprendizagem da linguagem de programação dos estudantes. Para isso, realizamos um estudo de caso qualitativo. Os dados foram coletados nas duas atividades desplugadas, o método de análise baseou-se nas atividades. As discussões foram alicerçadas nos referenciais teóricos, citando os autores no decorrer do artigo.

Percebe-se, a partir dos autores e no documento do Currículo da Disciplina de Tecnologias para Aprendizagem, a importância de se incentivar o papel ativo dos estudantes, de forma a desenvolver sua autonomia, criticidade, iniciativa, raciocínio e resolução de problemas. No entanto ao analisamos os resultados das atividades dos estudantes do quinto ano do Ensino

Fundamental, de uma escola da Prefeitura Municipal de São Paulo, percebemos que as atividades propostas – sem o uso de computador – ajudaram na aprendizagem dos alunos. No decorrer das atividades, pudemos notar também que os estudantes não apresentavam conhecimento em linguagem de programação.

Desta forma, no decorrer do processo de aprendizagem, é imprescindível que o professor planeje as suas vivências de maneira adequada, considerando as mais diferentes maneiras de aprender, adotando estratégias para que os alunos tenham acesso ao conhecimento.

Ao analisarmos as respostas coletadas, notamos que os estudantes entenderam como satisfatória a aprendizagem e destacaram, também, que não encontraram dificuldades nas atividades realizadas. Apesar da ausência de dificuldade relatada pelos alunos no que se refere às atividades propostas, entendemos que a tecnologia indica uma demanda com diferentes execuções para a consolidação, em relação aos conhecimentos, à linguagem de programação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELL, Tim; WITTEN, Ian H.; FELLOWS, Mike. *Computer Science Unplugged* – Csunplugged [S.l.]. 2015.

BELL, Tim; WITTEN, Ian H.; FELLOWS, Mike. **Computer Science Unplugged: ensinando ciência da computação sem o uso do computador.** 2011. 113 p. Disponível em: <https://classic.csunplugged.org/wp-content/uploads/2014/12/CSUnpluggedTeachers%20portuguese-brazil-feb-2011.pdf>. Acesso em: 21 de jun. 2023.

BLIKSTEIN, Paulo. **O pensamento computacional e a reinvenção do computador.** Cidade: Stanford, Stanford University, 2008.

BRACKMANN, Christian Puhlmann. **Desenvolvimento do Pensamento Computacional através de atividades desplugadas na Educação Básica.** 2017. 226 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2017.

BRUNEHILDE, Carina; CORDEIRO, Nilton José; OLIVEIRA, Francisco Robson. **Jogando com Probabilidade e Estatística.** 1ª ed. Rio de Janeiro: SBM, 2018.

GATTI, Bernadete. Angelina. **Estudos quantitativos em educação.** Educação e Pesquisa. São Paulo, v. 30, n. 1, jan./abr. 2004, p. 11-30.

LÉVY, Pierre. **O que é virtual?** São Paulo: Editora 34, 2011.

LOPES, Vitor de Carvalho Melo *et al.* **Projeto e-Jovem** – Lógica de Programação, Scratch e Python. Fortaleza: Centro de Pesquisa e Qualificação Tecnológica, 2009. 64 p.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Eliza Dalmazo Afonso de. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MACHADO, Efraim Zalmoxis de Almeida *et al.* **Uma Experiência em Escolas de Ensino Médio e Fundamental para a Descoberta de Jovens Talento sem Computação**. In: XVIII Workshop sobre Educação em Computação, 2010, Belo Horizonte. Anais do XXX CSBC, 2010.

MORAN, José Manuel. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. 2. ed. Campinas, SP: Papirus, 2007.

MORAN, José Manuel. **Ensino e Aprendizagem inovadores com tecnologias**. *Informática na educação: teoria & prática*, v. 3, nº1, p. 137-144, set. 2000. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/InfEducTeoriaPratica/article/view/6474/3862>. Acesso em: 21 de jun. de 2023.

MORAN, José Manuel. **Ensino e aprendizagem com tecnologias e audiovisuais e telemáticas**.

MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos Tarciso; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediações pedagógicas**. Campinas, SP: Papirus, 2012. P. 11-66.

MOREIRA FILHO, José. Lopes. **Atividade desplugada 2**. Evento *Scratch Day*. São Paulo, DREGuaianases. 21 de maio de 2022.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artes Médicas. 1994.

PAPERT, Seymour. **Logo: computadores e educação**. São Paulo: Brasiliense, 1986.

RESNICK, Mitchel. **Vamos ensinar as crianças a escrever códigos**. Palestra, TEDx Beacon Street, nov. 2012. Disponível em: https://www.ted.com/talks/mitch_resnick_let_s_teach_kids_to_code?language=pt-br#t-194662012. Acesso em: 21 de jun. de 2023.

SOFFNER, Renato. Tecnologia e Educação: Um diálogo Freire – Papert. **Tópicos Educacionais**, [S.l.], v. 19, n. 1, p. 147-162, jan./jun. 2013. ISSN 2448-0215. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/topicoseducacionais/article/view/22353/18549> Acesso em: 21 de jun. de 2023.

VALENTE, José Armando. **Computadores e Conhecimento: repensando a educação**. 2. ed. Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1998.

DOCUMENTAÇÃO E LEGISLAÇÃO

SÃO PAULO (SP). Secretaria Municipal de Educação. Coordenação Pedagógica. **Currículo da Cidade: Ensino Fundamental: Tecnologias para Aprendizagem**. São Paulo: SME/COPED, 2017b.

_____. Secretaria Municipal de Educação. Coordenação Pedagógica. **Currículo da Cidade: Educação de Jovens e Adultos: Tecnologias para Aprendizagem**. São Paulo: SME/COPED, 2019.

_____. Secretaria Municipal de Educação. Coordenação Pedagógica. **Orientações didática currículo da cidade: Tecnologias para Aprendizagem.** 2ª edição. São Paulo: SME/COPED, 2019.

_____. Secretaria Municipal de Educação. Coordenadoria Pedagógica. **Práticas paraaprendizagens híbridas e interdisciplinares envolvendo criação, inventividade e computação física.** [livro digital] – São Paulo: SME/COPED, 2021a.

_____. Secretaria Municipal de Educação. Coordenação Pedagógica. **Uso de tecnologias em contexto de pandemia: o que aprendemos e como prosseguir aprendendo?**São Paulo: SME/COPED, 2021b.

A IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE *POST-MORTEM* NOS PROJETOS: UM ESTUDO DE CASO

THE IMPORTANCE OF POST-MORTEM ANALYSIS IN PROJECTS: A CASE STUDY

Camilla PENHA DE MORAES LIMAS BARROS

camilla.penha@gmail.com

MBA Gestão de Projetos, USP-ESALQ

Hermano PEIXOTO DE OLIVEIRA JUNIOR

hermano.poj@gmail.com

Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Empresas. USP-ESALQ PECEGE

Resumo

A atividade de *post-mortem* tem o intuito de que todos os envolvidos no projeto possam refletir sobre os acontecimentos, a fim de identificar e analisar possíveis erros e acertos cometidos. Este trabalho apresenta e analisa como foi aplicado o *post-mortem* em um projeto no qual não foi possível obter o resultado esperado. Sendo assim, o foco principal são os problemas que ocorreram em tempo de execução do projeto. Durante a execução deste trabalho, foi utilizada a ferramenta Pirâmide de *post-mortem*. Após a realização da atividade de lições aprendidas, foi identificado que um dos principais problemas ocorreu na etapa inicial de levantamento de requisitos e documentação (escopo), o que levou a equipe a um planejamento equivocado. O objetivo é estabelecer uma metodologia para que, em projetos futuros, esse problema não ocorra novamente. Foi possível demonstrar para toda equipe a importância e relevância da etapa inicial para que o projeto não tenha impactos maiores com situações inesperadas, que podem acarretar atrasos ou até mesmo “*Write Off*”.

Palavras-Chave: Metodologia; Gerenciamento; Requisitos; Documentação; Escopo; Aprendizado.

Abstract

The post-mortem activity aims to allow all project stakeholders to reflect on the events in order to identify and analyze possible mistakes and successes. This work presents and analyzes how the post-mortem was applied in a project where the expected outcome was not achieved. Therefore, the main focus is on the problems that occurred during the project's execution. The post-mortem Pyramid tool was used during the execution of this work. After conducting the lessons learned activity, it was

identified that one of the main problems occurred during the initial stage of requirements gathering and documentation (scope), which led the team to incorrect planning. The objective is to establish a methodology so that this problem does not occur again in future projects. It was possible to demonstrate to the entire team the importance and relevance of the initial stage in order to prevent the project from experiencing major impacts due to unexpected situations that can cause delays or even write-offs.

Keywords: Methodology; Management; Requirements; Documentation; Scope; Learning.

1. INTRODUÇÃO

A definição de *post-mortem* (KERZNER, 2006); (PEREIRA & OLIVEIRA, 2015) é a atividade de aprendizado coletivo, a qual pode ser organizada para projetos, seja quando termina uma fase ou quando o projeto é entregue. A principal motivação desta atividade é refletir sobre o que aconteceu no projeto, de forma que se possa aprimorar práticas futuras, para os indivíduos que dele participaram e para a organização como um todo (DINGSOYR, 2002). De acordo com PMBOK (2001), as causas das variâncias, as razões por trás das ações corretivas tomadas, e outros tipos de aprendizado prático, devem ser documentadas, integrando um banco de dados histórico não só para o projeto em andamento, mas para os demais projetos da organização executora.

O “Project Management Body of Knowledge” (PMBOK® Guide) identifica a importância da coleta e documentação de lições aprendidas e implementação de melhorias de processo (PMI®, 2011). Infelizmente, esse é um processo que muitas vezes não é realizado ou valorizado dentro das empresas, devido ao tempo que se precisa dedicar em refletir e analisar situações passadas ou mesmo que seja feito no início, neste caso a atividade é chamada de *pré-mortem*, normalmente não é planejado o tempo necessário para realização desta atividade, entretanto é de extrema importância ter um guia de lições aprendidas para que os erros cometidos anteriormente não se tornem recorrentes.

Uma empresa “X” do ramo de atividade financeira, com 150 funcionários, de cultura conservadora e tradicional muito forte, chegou à conclusão que para obter melhores condições de trabalho e oportunidades no mercado seria necessário que algumas mudanças fossem realizadas. A empresa passou muitos anos sem nenhum tipo de inovação, por esse motivo a realização de um projeto nesse cenário se tornou ainda mais complexo. Alguns projetos foram iniciados, entretanto não obtiveram o sucesso esperado, com isso o intuito é realizar um estudo de *post-mortem* para que seja possível avaliar as experiências adquiridas, sejam elas positivas ou negativas, e a partir desses dados propor melhorias para que os mesmos erros não sejam cometidos em outros projetos, com as mesmas características, que deverão ser realizados na empresa.

Baseada nesse contexto, a proposta dessa pesquisa é apresentar um processo de aplicação da análise de *post-mortem* em um projeto de inovação, no qual o escopo era a substituição de um sistema

obsoleto, que gerava muitos riscos operacionais para empresa, pois não havia mais suporte do fornecedor. Esse projeto não obteve o sucesso esperado devido a uma série de intercorrências no decorrer de seu planejamento, por exemplo, não foi entregue pelo fornecedor dentro do cronograma acordado, assim como muitas funcionalidades esperadas que não estavam em conformidade com as especificações do projeto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho apresenta os passos desenvolvidos num estudo de caso (YIN, 2001) para preparação de uma análise de *post-mortem*, que foi realizada para um projeto de uma empresa do ramo financeiro, no qual o resultado não foi o planejado.

No processo de aprendizagem de experiências, foi utilizado para coletar as informações e ter uma visão geral do projeto a ferramenta Pirâmide de *post-mortem* (KERZNER, 2006), o intuito é medir o impacto do projeto na organização em cada setor da Pirâmide.

A análise da Pirâmide de *post-mortem* deve ser iniciada da base para o topo. No nível inferior são avaliados tempo, custo, qualidade e escopo, que são os fatores críticos de sucesso na ótica do cliente, chamados de “*Critical Success Factor [CSFs]*” (Figura 1).

Figura 1. Pirâmide de *Post-mortem*



Fonte: Elaborada pelo autor baseada em Kerzner (2006)

No segundo degrau da Pirâmide, encontram-se os indicadores-chaves de desempenho chamado de “*Key Performance Indicators [KPIs]*”, relacionados aos processos e à metodologia. Os KPIs identificam as melhores práticas internas que possibilitam atingir os CSFs. No terceiro andar faz-se uma avaliação da unidade empresarial pela satisfação do cliente e futuras oportunidades de negócio (KERZNER, 2006).

Para cada item da Pirâmide, foram desenvolvidas perguntas-chaves que auxiliaram na coleta de informações para a análise. Com base em uma lista padrão definida por Kerzner (2006), foi elaborado um questionário que estava de acordo com as especificações do projeto que estamos avaliando.

Foi utilizado também a análise *post-mortem* como um processo em três fases para auxiliar na coleta e registro das informações, baseada nas fases de Birk *et al.* (2002).

Estas fases são:

1. Preparação: Nesta fase, foram revisados todos os detalhes do projeto com o intuito de auxiliar no questionário que foi utilizado como diretriz na reunião de retrospectiva do projeto. Foi definido também o objetivo para o *post-mortem*: Identificar as causas que levaram ao atraso do projeto.
2. Coleta de Dados: em reuniões com a equipe de gestão do projeto e “*stakeholders*”, foram coletadas as respostas e “*feedback*” das etapas do projeto.
3. Análise de dados: foi utilizado o diagrama de “*Ishikawa*” para demonstrar de forma visual e didática os motivos e causas para as experiências obtidas no projeto.

Diante dos dados coletados com auxílio das metodologias citadas, foi subdividido em três frentes de ações com o intuito de mitigar as possibilidades de que os próximos projetos passem pelas mesmas dificuldades. Para cada uma delas, foi sugerido métodos diferenciados.

2.1 Fase Planejamento e Metodologia

Ficou claro para todos os envolvidos que tivemos problemas marcantes nessa etapa do projeto, sendo assim para os próximos projetos deverá ser realizada uma análise de Risco, isso deverá fazer parte da etapa de planejamento de todos os novos projetos, seguindo o modelo de análise de risco simplificado, que deverá ter como base inicial todos os riscos já mapeados no *post-mortem* dessa pesquisa. Para complementar a análise de risco, foi utilizado a Matriz de Risco, que auxilia nas tomadas de decisões, trazendo visibilidade do Impacto x probabilidade de cada risco levantado.

2.2 Fase de Escopo e Cronograma

Nesta fase, foi identificado que muitos dos problemas ocorridos foram devidos a escolhas em relação à metodologia de gerenciamento de projeto, pois embora o projeto tenha sido estruturado com base em ferramentas do método preditivo, existiam situações que precisavam de mais insumos para um melhor planejamento, caso em que ferramentas do método ágil trariam uma melhor visibilidade para o problema. Sendo assim, incluímos a utilização de novas ferramentas, de origem da metodologia adaptativa, que auxiliou na identificação do problema que estava sendo tratado e com isso foi possível reunir informações suficientes, que apoiou na escolha da metodologia para o gerenciamento do Projeto.

É extremamente importante o conhecimento do real problema que deverá ser solucionado com a execução de um projeto, após a análise dos resultados do *post-mortem* foi possível perceber que ao iniciar o projeto em questão muitos pontos não estavam claros, o que levou a equipe de gestão de projetos a tomar decisões equivocadas. A metodologia utilizada e o projeto são os caminhos para chegar ao resultado (Solução de um problema), entretanto se o problema não estiver claro e estruturado para todas as equipes envolvidas, elas podem ser levadas a tomadas de decisões equivocadas em relação às estratégias do projeto.

Para a identificação adequada do real problema seguimos três passos:

1. Definição do problema: Qual problema que precisa ser resolvido?
2. Natureza do Problema: Se o problema tem uma origem preditiva ou empírica, essa definição e clareza é de extrema importância para auxiliar, por exemplo, na metodologia a ser utilizada, pois se se trata de uma natureza preditiva, temos situações do passado que podem ser utilizadas como base tendo a possibilidade de prever cenários, caso a natureza seja empírica, temos um cenário desconhecido, o que nos indica a metodologia ágil para reduzir os riscos de planejamento errôneo.
3. Como obter conhecimento para resolução do problema?

O Canvas auxilia na delimitação do problema, compreendendo qual é o problema e qual é a sua natureza e seguir os três passos citados acima.

O Canvas de Problema foi desenvolvido pelo professor Gino Terentim (TERENTIM, 2021) com base na metodologia “*Canvas Business Model*”, também conhecida como “*Business Model Generation*”, um modelo novo que surgiu em 2004 e tem se popularizado devido a ser uma apresentação gráfica e didática, possibilitando a visualização rápida das principais informações sobre o problema e como adquirir conhecimento para solucioná-lo.

A intenção é que a utilização dessa ferramenta no início de um novo projeto possibilite aos gerentes de projetos maior conhecimento do problema que será tratado – evitando situações similares as vivenciadas no projeto que estamos abordando nesta pesquisa, nas quais não foram mapeados todos os requisitos necessários –, além de auxiliar na escolha da metodologia de gerenciamento a ser utilizada, mitigando assim a possibilidade de erros no cronograma e escopo do projeto.

No primeiro bloco do Canvas (Figura 2), o objetivo é demonstrar a consistência do problema, ou seja, um problema bem delimitado e claro; no segundo bloco, o objetivo é a relevância do problema, pois podemos ter um problema muito bem definido, mas que não é de relevância para a empresa que ele seja solucionado, ou podemos ter um problema mal definido, mas de extrema relevância para ser solucionado, que é o cenário mais preocupante, pois neste caso a probabilidade de erros no planejamento é certa. O Canvas de Problema tem o intuito de trazer de forma visual para as equipes essas informações, auxiliando assim em tomadas de decisões importantes.

Figura 2. Canvas de Problema

CANVAS DE PROBLEMA

? PROBLEMA:

CONTEXTO DO PROBLEMA	CAUSAS IDENTIFICADAS	PESSOAS IMPACTADAS OU ENVOLVIDAS (DIRETA E INDIRETAMENTE)	IMPORTÂNCIA PARA A ÁREA	REALIDADE X IDEAL
	CONSEQUÊNCIAS- EFEITOS CONHECIDOS			

BLOCO 1: CONSISTÊNCIA

BLOCO 2: RELEVÂNCIA

Fonte: Elaborada pelo Professor Gino Terentim, disponibilizado em aula do curso de MBA – Gestão de Projetos - USP Esalq - 05/04/2021

Para auxiliar no preenchimento do Canvas e identificar o real problema, foi utilizado a metodologia cinco porquês, O método é uma abordagem científica, utilizada no sistema Toyota de Produção, para se chegar à verdadeira causa raiz do problema, que geralmente está escondida atrás de sintomas óbvios (OHNO, 1997).

De acordo com Weiss (2011), para análise dos 5 porquês, embora seja denominada assim, pode-se utilizar menos ou mais porquês, a quantidade deve ser definida de acordo com a necessidade, até que se encontre a causa raiz do problema.

Ainda, de acordo com Weiss (2011), utilizando um conjunto específico de etapas, com instrumentos associados, para identificar a causa raiz do problema, podemos:

- Determinar o que aconteceu.
- Determinar por que isso aconteceu.
- Descobrir o que fazer para reduzir a probabilidade de que isso vai acontecer novamente. (Weiss, 2011, p.)

Weiss (2011) descreve de forma simplificada os 5 passos que devem ser dados para aplicar o método:

1. Inicie a análise com a afirmação da situação que se deseja entender – ou seja, deve-se iniciar com o problema;
2. Pergunte por que a afirmação anterior é verdadeira.
3. Para a razão descrita que explica por que a afirmação anterior é verdadeira, pergunte por que novamente;
4. Continue perguntando por que até que não se possa mais perguntar mais por quês;
5. Ao cessar as respostas dos porquês significa que a causa raiz foi identificada. (Weiss, 2011, p.)

2.3 Fase de Entregas e Homologações

Esta fase, na verdade, é impactada pelos problemas encontrados na fase anterior, de Escopo e Cronograma, os principais problemas mapeados nas entregas foram devido à falta de informação nas definições do escopo do projeto, sendo assim não será considerado nenhuma mudança na metodologia aplicada nesta fase do projeto.

As homologações continuaram sendo realizadas seguindo o roteiro de teste operacional, com auxílio do fornecedor, para que seja aplicado os cenários dentro das regras do novo sistema.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Fase Preparação

Para que a reunião de *post-mortem* fosse produtiva e gerasse os resultados esperados, foi preparado um ambiente onde todos se sentissem à vontade para compartilhar suas perspectivas e aprendizados em relação ao projeto.

A reunião teve formato similar ao “*Brainstorming*”, entretanto foi estabelecido algumas regras para que se mantivesse a organização na condução da reunião, foram convocados os

“*stakeholders*” (Áreas de negócio impactadas pelo o projeto), equipes de IT (projetos, infraestrutura e desenvolvimento), dentre as pessoas presentes na reunião, foi definido algumas funções, que são elas:

- **Facilitador:** Responsável por conduzir a reunião, seguindo o roteiro de questionário, elaborado com base na pirâmide de *post-mortem*. Sua função é guiar os participantes do projeto de forma a deixar a reunião fluida e clara. Além disso, ele intervém, quando necessário, com o intuito de dirimir empecilhos que possam atrapalhar a reunião;
- **Documentador:** Responsável por documentar todas as respostas e considerações levantadas no decorrer da reunião;
- **Codificador:** Responsável por criar o material visual (Digrama de Ishikawa e Análise simplificada de Risco) para análise de todos.

Durante o processo de *post-mortem*, algumas reuniões foram necessárias para que fosse possível coletar todas as informações e posteriormente analisar os resultados em conjunto. Seguindo essa estrutura, foram realizadas duas primeiras reuniões com o intuito de coletar dados, seguindo o modelo “*Brainstorming*”, com todos os dados em mãos, o material de apoio foi elaborado. Foram realizadas mais algumas reuniões para análise e definições de estratégias em conjunto com toda a equipe.

3.2 Fase de Coleta de dados

Na tabela 1, encontra-se o questionário respondido, com auxílio de toda equipe de gestão do projeto, que foi realizado na empresa localizada em São Paulo - SP:

Tabela 1. Questionário – Pirâmide *Post-Mortem*

	Perguntas	Sim	Parcial	Não	Observação
Tempo	Os prazos eram realistas?			X	Não existia uma visão completa de todos os requisitos do projeto
	O nível de detalhe estava correto?			X	Levantamento foi realizado de forma superficial
	Era fácil avaliar o desempenho a partir do cronograma?			X	O cronograma não refletia todas as atividades importantes do projeto

	O mapeamento era realizado com facilidade?			X	
	Tivemos comprometimento das pessoas envolvidas para cumprir os prazos?	X			Tivemos concorrência entre as demandas do projeto, algumas demandas operacionais não planejadas, o que gerou atrasos em algumas entregas.
Custo	Qual foi a precisão de nossas estimativas?			X	Não tivemos precisão
	Tivemos custos inesperados?	X			Custeio não mapeado na etapa de planejamento do projeto
	Excedemos o <i>Budget</i> do projeto?			X	
Qualidade	Os pacotes entregues pelo Fornecedor estavam de acordo com o esperado?		X		Algumas entregas chegavam com problemas
	O produto teve o desempenho esperado?		X		Algumas funcionalidades não corresponderam ao esperado e exigiram ajustes.
	Avaliamos a durabilidade, a confiabilidade, a utilidade e a estética?			X	
	Os testes realizados eram satisfatórios?		X		Ocorreram erros sistêmicos e conflitos de regras de negócio, que não atendiam a expectativa da empresa.

Tabela 1. Questionário – Pirâmide *Post-Mortem* (Continuação)

	Perguntas	Sim	Parcial	Não	Observação
Requisitos	A declaração do escopo era de fácil compreensão?			X	

	Os objetivos estavam claramente definidos?			X	
	Os <i>trade-offs</i> foram obtidos?			X	
	Os " <i>stakeholders</i> " do projeto aprovaram devidamente o documento de escopo?	X			
	Foram mapeados todos os processos do sistema?		X		Muitos processos foram identificados no decorrer da etapa de homologação
Apoio Funcional	Os funcionários designados tinham o conhecimento exigido?		X		Ocorreram situações de orientações incorretas devido à falta de conhecimento da ferramenta.
	Qual era a qualidade dos recursos?		X		Alguns analistas do fornecedor demonstravam não ter pleno conhecimento da ferramenta.
	Os recursos demonstravam capacidade inovadora?		X		
	Os recursos foram alocados de maneira oportuna de acordo com o cronograma?	X			
	Houve sobrecarga dos recursos?	X			
Apoio Executivo	Os executivos demonstraram apoio?	X			
	Mostraram-se útil?	X			
	Descentralizaram as tomadas de decisão?		X		

	A equipe de projetos teve autoridade suficiente para o trabalho exigido?		X		
	Havia um mapa ou planta do projeto?			X	
Metodologia	A metodologia possibilitava respostas rápidas entre a empresa x Fornecedor x Áreas de negócio?		X		
	O planejamento foi realizado corretamente?			X	
	A metodologia possibilitava a elaboração de um plano de contingência?			X	
	As ferramentas de apoio à metodologia eram perfeitas e estavam à disposição?			X	

Tabela 1. Questionário – Pirâmide *Post-Mortem* (Continuação)

Satisfação do Cliente	As áreas de negócio ficaram satisfeitas em relação p-q-v?			X	
	Os produtos foram entregues no prazo?			X	
	O Fornecedor atendeu aos requisitos esperados?		X		Alguns requisitos mapeados não foram entregues no prazo esperado.

	O Fornecedor foi proativo e sugestivo nas correções e dúvidas do sistema?		X		
Oportunidades de Negócio	Suas pressuposições eram válidas?	X			
	O projeto possibilitará o crescimento da organização?	X			Por se tratar da substituição de um sistema obsoleto, que não possui mais suporte do antigo fornecedor, por um novo sistema, as possibilidades são mais abrangentes e capazes de atender a maior parte das necessidades da empresa.
	Realizaremos mais projetos com esse fornecedor?	X			
	Teremos melhorias e novas funcionalidades para esse sistema?	X			

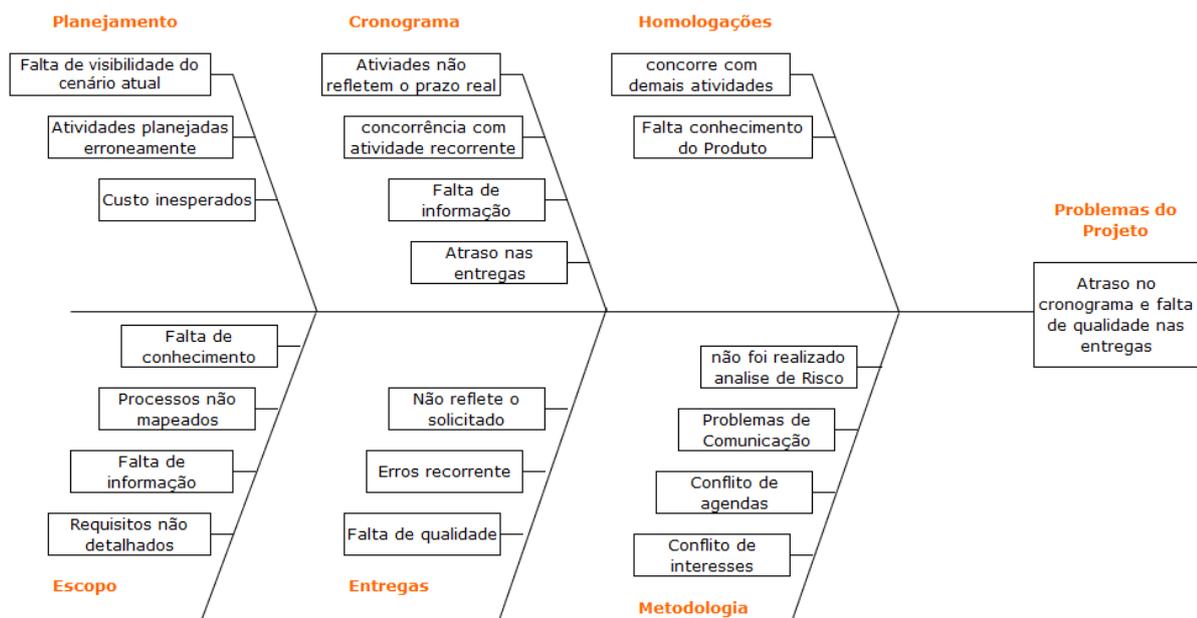
Fonte: Resultados originais da pesquisa

Os dados gerados na tabela 1 é a principal fonte de informação utilizada para o material de apoio elaborado nesta pesquisa, todos os futuros projetos da organização poderão utilizar essa fonte de informação como base para auxiliar no planejamento de futuros projetos.

3.3 Fase de análise

Com base nos dados coletados nas reuniões de *post-mortem*, foi criado o diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de espinha de peixe. A ferramenta diagrama de Ishikawa foi criada pelo engenheiro químico Kaoru Ishikawa, no ano de 1943, é uma ferramenta que auxilia na demonstração gráfica de causas e efeitos, no caso, em conjunto com o *post-mortem* realizado, o diagrama de Ishikawa foi utilizado com intuito de facilitar a visualização dos principais problemas sob análise.

Figura 3. Diagrama de Ishikawa



Fonte: Resultados originais da pesquisa

Conforme demonstra Figura 3, foi colocado no centro do diagrama o problema definido para o projeto, no caso é o mesmo tema utilizado para reunião de *post-mortem*, as linhas anexas em forma de espinhas de peixe apontando para linha principal indicam as áreas nas quais foram identificados os principais problemas desde o início do projeto.

Após a reunião de *post-mortem* e análise do diagrama de Ishikawa gerado com base nos resultados da reunião, fica claro e fácil identificar os principais pontos do projeto em que ocorreram os problemas que o levaram ao atraso e insatisfação dos “*stakeholders*”.

Nota-se que logo no início do projeto ocorrem problemas que refletem nas etapas finais de entregas de requisitos, ainda na etapa de planejamento não foi possível obter todas as informações e requisitos para uma elaboração de cronograma mais assertivo e completo. O escopo do projeto, por não estar detalhado corretamente, também refletiu em erros na elaboração do cronograma.

A falta de qualidade nas entregas do fornecedor é o problema mais complexo dentro do projeto, pois a equipe de gestão depende de um terceiro para conseguir melhorar o processo.

Com os cenários problemáticos mapeados, alguns planos de ações foram iniciados, com o intuito de recuperar o projeto e realizar a entrega do produto, a fim de que a área operacional tenha condições de realizar a migração do sistema, para que, mesmo com o atraso e as novas demandas mapeadas, ainda seja possível obter melhorias com a utilização de um novo sistema, que permita maiores possibilidades e flexibilidade nas atividades do dia a dia.

3.4 Fase Planejamento e Metodologia

O plano de ação para esta etapa deverá impactar apenas os novos projetos que deverão ser iniciados na empresa, pois neste caso deverá ser realizada uma análise de Risco com base nas lições aprendidas, mapeadas neste trabalho. Passando a adotar a metodologia de *Pré-mortem* para os projetos futuros.

A análise dos riscos é o processo de entender o efeito dos riscos sobre o projeto, a avaliação se faz por meio de dois critérios e seguindo uma escala de três pontos para auxiliar na classificação dos riscos do projeto:

1. Probabilidade:

É a expectativa, hipótese ou chance de um evento ocorrer;

Escala de três pontos:

Raro – Probabilidade ≤ 3 ;

Possível – Probabilidade entre >3 e < 7 ;

Quase Certo – entre ≥ 7 ;

2. Impacto:

É o quanto o risco poderá abalar o projeto caso ocorra;

Escala de três pontos:

Insignificante – Impacto ≤ 3 ;

Moderado – Impacto entre > 3 e < 7 ;

Significativo – Impacto entre ≥ 7 ;

A análise deverá ser realizada em conjunto com a equipe de projetos e “*stakeholder*”, envolvidos para que haja uma melhor assertividade no mapeamento e classificação dos riscos. A análise simplificada de Risco foi elaborada com base nas conclusões do *post-mortem* realizado, a ideia é que os mesmos problemas não ocorram novamente, mas de acordo com a necessidade de cada projeto a ser iniciado se pode retirar e incluir riscos, assim como alterar a Probabilidade x Impacto, de acordo com os requisitos de cada projeto (Tabela 2).

Tabela 2. Análise Simplificada de Risco (continua)

Riscos (Problemas Potenciais futuros identificados na etapa de planejamento do Projeto)	Probabilidade de Ocorrência (0 a 10)	Impacto no Projeto (0 a 10)	Prioridade (P*I)
Requisitos não mapeados	5	10	50

Requisitos incorretos ou não detalhados	5	10	50
Possível mudança de Requisito no decorrer do Projeto	8	10	80
Troca de pessoas chaves do projeto	3	8	24
Custo inesperado	5	5	25
Concorrência com atividades recorrentes	7	10	70
Falta de conhecimento dos processos atuais	2	8	16
Falta de conhecimento do Produto	3	8	24
Atraso nas entregas por parte do Fornecedor	5	10	50
Entregas não refletem o solicitado	5	10	50
Falta de qualidade nas entregas	5	10	50
Problemas de comunicação (Fornecedor, “Stakeholders”, IT)	8	8	64
Conflitos de agendas	3	6	18

Fonte: Resultados originais da pesquisa

A matriz de riscos da Figura 4 deve ser utilizada para auxiliar na tomada de decisão, fornecendo uma visão clara do nível dos riscos a serem considerados no Projeto, com base na Probabilidade x Impacto de cada um deles.

Figura 4. Matriz de Riscos



Fonte: Resultados originais da pesquisa

A análise de risco realizada, ainda na etapa de planejamento do projeto, traz mais segurança para dar andamento às demais fases, além de nos permitir uma análise clara e transparente quanto aos riscos e impactos que o projeto está exposto, dando, assim, subsídio para que os “*stakeholders*” tomem a decisão de prosseguir ou não, tendo em vista os valores e objetivos da empresa, pois podemos ter riscos em desacordo com as políticas, o que torna qualquer projeto imediatamente inviável.

3.5 Fase de Escopo e Cronograma

É utilizado na empresa, hoje, a metodologia preditiva de gerenciamento de projeto, entretanto identificamos após a análise de *post-mortem* que o um dos motivadores para os problemas que tivemos, referente aos atrasos no cronograma, tem relação com o escopo do projeto, que não foi elaborado considerando todos os requisitos necessários, esse erro foi consequência da falta de documentação de processos e do sistema atual utilizado, sendo assim, temos um ambiente de incertezas, neste caso, devemos primeiro mapear o ambiente utilizando ferramentas da metodologia ágil, para que a partir do conhecimento do problema, tenhamos condições de elaborar um cronograma factível.

Com isso, para futuros projetos, passaremos a utilizar novas ferramentas para entendimento correto do cenário atual, assim, então, poderemos trabalhar utilizando as melhores práticas das metodologias de gerenciamento de projetos, sejam elas abordagens preditivas ou adaptativas, ou mesmo de forma híbrida, de acordo com o objetivo do projeto a ser executado.

Para o melhor entendimento do problema que deverá ser solucionado com o projeto, será adotado a utilização da ferramenta Canvas de Problema, já demonstrada na Figura 2, foi preenchido o Canvas considerando o cenário do projeto de substituição de *Software* para evidenciar a funcionalidade da ferramenta (Figura 5), pois poderia ter sido identificados problemas que só foram percebidos no decorrer do trabalho e resultaram no atraso do Cronograma do Projeto.

Para o preenchimento do Canvas de Problema foi realizada uma nova reunião com as equipes envolvidas no projeto, mesmo público e formato das reuniões de *post-mortem*, foi apresentada a ferramenta para as equipes, que colaboraram com o preenchimento de todas as etapas.

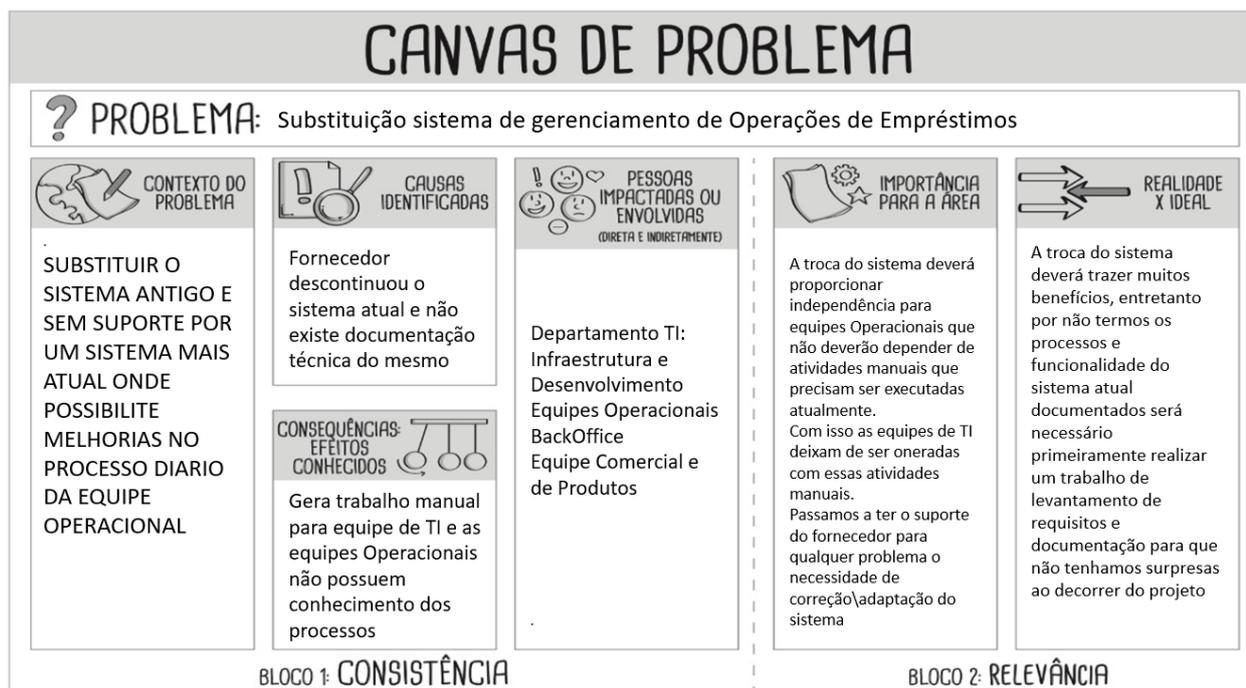
Foi utilizada a metodologia dos cinco porquês para auxiliar na identificação do real problema (Tabela 3).

Tabela 3. Método dos cinco Porquês

Por Quê?	Respostas
1 Por que substituir o sistema atual?	Porque, atualmente, temos muitos processos manuais devido as limitações de novos desenvolvimentos.
2 Por que temos processos Manuais?	Porque não temos pleno conhecimento de todos os processos do sistema.
3 Por que não temos conhecimento dos processos?	Porque não temos documentação técnica.
4 Por que não temos documentação?	Por ser um sistema muito antigo, desenvolvido em uma linguagem de baixo nível e não termos mais suporte do Fornecedor.
5 Por que não temos suporte ao sistema?	O Fornecedor descontinuou o sistema, o que gera trabalho manual para a TI interna da empresa.

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Figura 5. Canvas de Problema



Fonte: Resultados originais da pesquisa

Analisando o Canvas do Problema (Figura 5), fica claro que o problema encontrado para esse projeto é a falta de documentação e material para realizar a substituição do sistema, se esse cenário tivesse sido identificado no início do projeto, teria sido possível realizar um trabalho prévio de levantamento de requisitos e documentação do cenário atual, evitando, assim, os problemas que

tivemos na etapa de entregas e homologação, na qual foi identificado que muitos requisitos não estavam contemplados nas funcionalidades do novo sistema, gerando desenvolvimento não programado e atrasos no cronograma inicial.

CONCLUSÕES

Diante dos problemas expostos por toda a equipe de gestão do projeto, foi concluído que não realizaram uma gestão de risco adequada no início do projeto e esse é o principal fator causador da maior parte dos problemas ocorridos, pois se os riscos do projeto tivessem sido levantados ainda no início, teria sido possível mitigar ou preparar um plano de contingência para os possíveis riscos, por exemplo, as entregas insatisfatórias que foram consequência do levantamento de requisitos inadequado, esse item poderia ter sido melhor mapeado. A análise de risco realizada no início do projeto possibilita à equipe ter informações para tomada de decisão, podendo avaliar se é viável iniciar o projeto mesmo com os riscos identificados. Com isso, foi iniciado um estudo para criação do processo de análise ou avaliação dos riscos de projeto, seguindo a metodologia de Análise simplificada de Risco com base na matriz de riscos.

Além disso, foi implantado também a utilização do Canvas de Problema, que deve ser utilizado para identificar o real problema a ser solucionado com o projeto, dando, assim, mais insumos, que deverão auxiliar os Gerentes de Projetos na definição de metodologias de gerenciamento de projeto que serão utilizadas, além de trazer uma visualização gráfica e simplificada da abrangência do projeto.

Com o material pré-estabelecido e com base nos problemas já vivenciados pela equipe de gestão de projetos, para os futuros projetos, os riscos serão avaliados previamente na etapa de planejamento, criando, assim, a possibilidade de ser tomada as decisões corretas e preparar previamente um plano de contingência para riscos mapeados.

Com tudo, a equipe de projeto passa a ter uma etapa de *Pré-mortem* no início do projeto, ainda em etapa de planejamento.

Infelizmente, o Projeto que serviu de instrumento de aprendizagem para gerar insumos para os futuros projetos da organização foi paralisado, devido ao impacto das três postergações causadas pelos erros de planejamento vivenciados se tornou inviável, pois perdeu a credibilidade perante os “*stakeholders*”, que optaram por permanecer com o sistema antigo mesmo diante de todos os problemas que já existem hoje. O projeto poderá ser retomado em outro momento, tendo em vista que foi possível adquirir conhecimento suficiente para ser feito um planejamento mais assertivo, a expectativa da empresa é retomar o projeto do início, realizando uma etapa de revisão do cenário atual, levantamento e detalhamento de todos os requisitos necessários para a substituição do *Software*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIRK, A., DINGSØYR, T., & STÅLHANE, T. Postmortem: Never leave a project without it. *In* IEEE software. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/3247778_Postmortem_Never_leave_a_project_without_it>. Acesso em: 23 jun. 2023.
- CAMEIRO, M. Uma Extensão do RUP para o Gerenciamento das Comunicações. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/1726/2/mrc.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2023.
- FILHO, E. Mapeamento do Conhecimento Utilizando Retrospectiva de Experiências em Equipes de Projetos de Software. Disponível em: <<https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/5259>>. Acesso em: 23 jun. 2023.
- KERZNER, H. **Gestão de Projetos: As Melhores Práticas 3ED**. São Paulo: Bookman, Brasil.2006.
- OHNO, T. **O sistema Toyota de produção além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, Brasil. 1997.
- PEREIRA, D., OLIVEIRA, K. Análise Postmortem em Projetos de Software. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Kathia_Oliveira/publication/242713202_Analise_Postmortem_em_Projetos_de_Software/links/55a67df108aeb4e8e646937f.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2023.
- PMBOK Guide. A. Project Management Body of Knowledge (PMBOK® GUIDE). *In*: Project Management Institute.USA. 2001.
- TERENTIM, G. 2021. Métodos ágeis I, MBA USP Esalq – Gestão de Projetos – Aula 04/04/2021.2021.
- WEISS, A.E. **Key business solutions**: essential problem-solving tools and techniques that every manager needs to know. Grã-Bretanha: Pearson Education Limited. 2011.
- YIN, R.K. 2001. Estudo de caso: planejamento e métodos. 2ed. Editora Bookman, Porto Alegre, RS, Brasil. 2001.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao apoio da minha família, que me forneceu o suporte necessário no período de elaboração do meu trabalho de conclusão de Curso. Agradeço também ao Prof. Hermano Peixoto de Oliveira Junior, por toda ajuda para o desenvolvimento dessa análise.

ENSINO HÍBRIDO: UM ESTUDO SOBRE A IMPLANTAÇÃO HÍBRIDA NA FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SÃO VICENTE – FATEF

HYBRID EDUCATION: A STUDY ON THE IMPLEMENTATION OF THE HYBRID METHODOLOGY AT THE SÃO VICENTE FACULTY OF TECHNOLOGY – FATEF

Marysol Badures Lima de Aquino
Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Universidade Cruzeiro do Sul
E-mail: marysolfortec@gmail.com

Juliano Shimiguel
Professor no Centro Universitário Anchieta e na Universidade Cruzeiro do Sul
E-mail: [schmiguel@gmail.com](mailto:schimiguel@gmail.com)

Resumo

A presente pesquisa tem como objetivo analisar o grau de satisfação dos alunos da Faculdade de Tecnologia de São Vicente – FATEF em relação à implantação do método de ensino híbrido na instituição. Para efeito deste trabalho, foi aplicado um questionário contendo seis questões fechadas, abrangendo todos os cursos da instituição: Administração, Automação, Sistema de Informação, Engenharia Elétrica e Pedagogia, com o intuito de analisar a relação dos alunos com o modelo híbrido de ensino na Faculdade. A partir da análise dos dados coletados, conclui-se que, mesmo sendo um novo modelo de educação, a metodologia híbrida tem sido satisfatória aos discentes, e que tal método surge como uma alternativa para a melhoria da qualidade de ensino.

Palavras-chave: Ensino Híbrido, Metodologia e Ensino a distância.

Abstract

This research aims to analyze the degree of satisfaction of students at the Faculty of Technology of São Vicente – FATEF in relation to the implementation of the hybrid teaching method in the institution. For the purpose of this work, a questionnaire containing six closed questions was applied, observing all the courses of the institution, which are the courses of Administration, Automation, Information System, Electrical Engineering and Pedagogy, in order to analyze the relationship of students with the hybrid model of teaching at the Faculty. From the analysis of the collected data, it can be concluded that, despite being a new model of education, the hybrid methodology has been satisfactory to students, and this method appears as an alternative for improving the quality of teaching.

Keywords: Hybrid Learning, Methodology and Distance Learning.

1. INTRODUÇÃO

Há muito vem sendo discutido os propósitos do ensino superior e o esgotamento do atual modelo para a formação profissional. Nos últimos meses, a pandemia levou as pessoas a se adaptarem às mudanças e as aulas tiveram que ser em modalidade on-line. Mas será que todos estavam preparados para essa mudança?

Como professora e Diretora do Ensino Superior, acredito que o Ensino Híbrido é o futuro da Educação pós-pandemia, e que os desafios e a adaptação para o ensino on-line exigiram mudanças de postura por parte de estudantes e professores, que precisaram pensar em uma melhoria para a forma do ensino no futuro.

Parte dos desafios e adaptações estão acontecendo desde a migração emergencial, aplicada a todas as universidades em função da pandemia, levando-nos a pensar em como essa situação se refletirá nas instituições após a pandemia.

Nesse contexto, discute-se a propriedade da metodologia híbrida nas universidades e os desafios para a sua implantação e como esse equilíbrio entre as modalidades on-line e presencial possibilita uma qualidade no ensino. Diante dessa necessidade, considera-se a metodologia híbrida de ensino como uma das alternativas para a melhoria da qualidade do ensino formal.

Podemos entender o ensino híbrido como uma mescla de aulas on-line com períodos presenciais, em um mundo de profundas transformações, exigindo que a educação seja flexível, híbrida, digital e diversificada.

Nesse contexto, o ensino híbrido se configura como um conjunto de diferentes metodologias de ensino formal. Entre os variados métodos educacionais na atualidade, destaca-se o uso das novas tecnologias. Assim, no ensino híbrido, busca-se mesclar o ensino tradicional com as novas tecnologias da informação e comunicação (TICs), envolvendo atividades presenciais com virtuais, práticas em classe com atividades digitais (CASTRO *et al.*, 2015).

Sabemos que as tecnologias estão cada vez mais presentes na sociedade e que devem fazer parte do ensino. Rossetti e Morales (2007, p. 125), afirmam que “é cada vez mais intensa a percepção de que a tecnologia de informação e comunicação não pode ser dissociada de qualquer atividade”. Corroborando com os autores supracitados, Ponte (2000) aponta a grande dependência das atividades econômicas das novas tecnologias, citando como exemplos desde a utilização da internet para prestação de diversos serviços ao uso de caixas eletrônicos até a robotização de processos industriais. Essa crescente presença da tecnologia na sociedade tem impactado diversas áreas, inclusive a educacional. Portanto o uso das TICs também na educação é essencial, tendo sido incorporado pelo ensino híbrido.

As ferramentas digitais podem colaborar com os processos de ensino e aprendizagem, porém apenas o uso da tecnologia não é suficiente. O Ensino Híbrido é um modelo possível para facilitar a combinação, de forma sustentada, do ensino on-line com o ensino presencial. O objetivo geral da pesquisa é acompanhar a implantação, assim como os desafios do ensino híbrido em uma instituição do ensino superior.

Entretanto observam-se consideráveis barreiras na aplicação da metodologia híbrida nas instituições de ensino superior. Como toda mudança, existe o medo do novo, tanto pela parte do docente quanto do discente. Consoante, Castro *et al.* (2015), constitui-se um desafio para os alunos se habituar a utilizar essas novas tecnologias na educação. Sabe-se que estas são utilizadas para o lazer e outros fins, mas pouco se constata sobre o uso das TICs com fim educacional, e não só isso, mas também na aceitação e adaptação do corpo docente ao uso tecnológico como parte de sua didática, bem como a interação de ambos os agentes, alunos e professores, nos ambientes virtuais de ensino.

A metodologia híbrida faz com que o aluno tenha autonomia para estudar. Deste modo, existem desafios para a aceitação da metodologia pelos alunos e, por outro lado, deve existir um preparo das Faculdades, incluindo treinamento aos docentes e investimentos tecnológicos.

Com base nessas premissas, o presente trabalho tem o intuito de analisar o grau de satisfação dos alunos em relação à metodologia híbrida na instituição de ensino superior da baixada Santista, FATEF, objetivando compreender melhor o método híbrido, seus conceitos e desafios, além de investigar o processo de implantação da metodologia citada da IES, observando a adaptação dos alunos da instituição à metodologia educacional, proporcionando uma reflexão sobre os efeitos causados pela metodologia híbrida em instituições de ensino superior.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O modelo educacional tradicional tem sido questionado diante das mudanças sociais sofridas até hoje, pois os tempos mudaram e os métodos, currículo, tempos e espaços precisam ser questionados. A escola tradicional, fruto desse paradigma, gera resultados previsíveis, visto que é padronizada, ignorando fatores que extrapolam os muros institucionais, seguindo os mesmos procedimentos e, por ser assim, ela não produz formação de alunos proativos, colaborativos, empreendedores (MORAN, 2015).

Serão apresentados, neste artigo, aspectos teóricos relativos, entre outros, à educação e ao ensino experimental. No campo da Psicologia Cognitiva, particularmente no cognitivismo construtivista, foram encontrados diversos estudiosos, entre eles Novak, Ausubel e Lev Vygotsky e outros, que colaboraram com trabalhos aplicados na construção do conhecimento.

Este trabalho de pesquisa, que envolve teoria e prática, tem como referencial teórico a aprendizagem significativa, segundo o proposto por David Paul Ausubel.

O referencial teórico está embasado em Vygotsky. Para o pensador, a interação entre alunos influencia no desenvolvimento intelectual do indivíduo e cada ser é produto do meio cultural onde vive. Outro autor importante é Ausubel, com a aprendizagem significativa, que não poderá ser aprendida com significado, a menos que o estudante saiba, previamente, o significado dos conceitos. Conforme o pesquisador, a memorização automatizada de definições e conceitos sem a compreensão do significado é uma das razões para o surgimento de uma aprendizagem automática e sem significado para os alunos.

Para Ausubel (1963, p. 58), “a aprendizagem significativa é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento”.

Aprendemos o que nos interessa, o que faz sentido em nossa vida. Dewey (1950), Ausubel *et al.* (1980), Piaget (2006), Vygotsky (1998), entre tantos outros e de forma diferente, têm mostrado como as pessoas aprendem de forma ativa e significativa, a partir do seu contexto, com ênfase em suas competências. É válido pontuar que todos esses autores questionam o modelo tradicional de aprendizado.

Podemos considerar que toda aprendizagem é ativa, exigindo do aprendiz e docente formas diferentes de movimentação interna e externa. Porém o mesmo não se pode dizer sobre o ensino, pois o docente pode ensinar e o aprendiz pode não aprender. Um processo profundo de aprendizagem requer espaços de prática frequentes como aprender fazendo e ambientes ricos em oportunidades. Deste modo, são importantes o estímulo multissensorial e a valorização dos conhecimentos prévios dos estudantes para que ocorra o aprofundamento em novos conhecimentos.

Vygotsky (2000, p. 341) apresenta uma situação de mediação feita pelo professor: “[...] ao trabalhar o tema com o aluno, o professor explicou, comunicou conhecimentos, fez perguntas, corrigiu, levou a própria criança a explicar”. O trecho mencionado revela a metodologia do professor, que deixa de ser bancária para ser dinâmica. Entendemos que explicar é mais que expor, precisa envolver recursos diversos para aproximar o aluno da compreensão.

As ações do professor na situação analisada revelam o reconhecimento do aluno como um sujeito também ativo na construção do conhecimento. Responder perguntas e explicar o que aprendeu são formas de o aluno tomar consciência de todo o processo realizado e não apenas de mostrar o que ou o quanto aprendeu.

São muitos os métodos que podem ser utilizados com vistas à aprendizagem do aluno, tais como sala de aula invertida, sala de aula compartilhada, aprendizagem por projetos, contextualização

da aprendizagem, programação, ensino híbrido, *design thinking*, desenvolvimento do currículo *STEAM*, criação de jogos, entre outras.

3. METODOLOGIA

A metodologia empregada nesta pesquisa configura-se como uma abordagem qualitativa descritiva de estudo de caso.

A abordagem qualitativa, segundo Yin (2016), caracteriza-se por estudar a vida das pessoas, representar opiniões e perspectivas, abranger as condições contextuais em que as pessoas vivem, contribuir com revelações sobre conceitos existentes ou emergentes que possam ajudar a explicar o comportamento social humano, buscando muitas fontes de evidências.

A pesquisa descreve, analisa e compreende melhor os desafios apontados em uma nova metodologia de ensino. A escolha da metodologia de investigação a ser utilizada na abordagem de um determinado problema é sempre condicionada por uma série de opções e concepções relacionadas com a natureza do problema em estudo, os objetivos do estudo, os tipos de questões a que ele procura responder, a perspectiva do investigador relativamente às vias possíveis de abordar esse problema, o papel do pesquisador no processo de investigação e com os sujeitos envolvidos na investigação (BOGDAN e BIKLEN, 1994).

Portanto, de acordo com o exposto por Ludke e André (1986, p18- 19) e por Silva (2006, p. 40), o trabalho apresenta a abordagem qualitativa de estudo de caso, que se caracteriza por estudar um grupo ou caso isolado, entendendo que determinado caso que se estude em profundidade pode ser representativo de muitos outros.

Minha intenção como pesquisadora foi acompanhar e relatar os maiores desafios apontados pelos discentes na implantação do ensino híbrido na instituição. Godoy (1995) explica que para responder perguntas “como e por quê” e fenômenos atuais, o estudo de caso é uma das melhores metodologias para se trabalhar. Adotando um enfoque exploratório e descritivo, o pesquisador que pretende desenvolver um estudo de caso deverá estar aberto às suas descobertas.

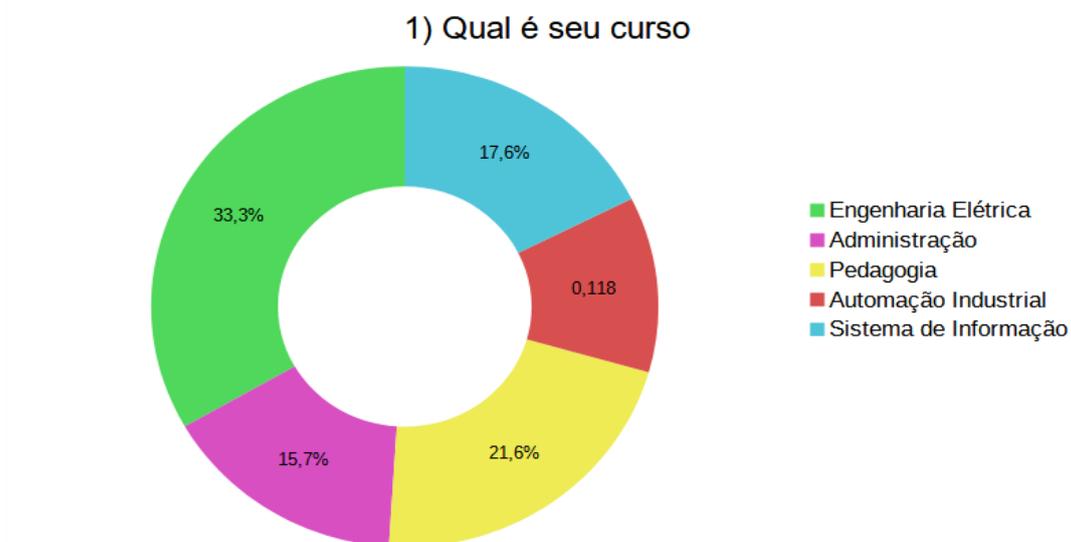
Deste modo, o objetivo central da pesquisa é identificar a visão do aluno em relação à implantação do ensino híbrido na instituição.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação do questionário abordou questões com a intenção de verificar a satisfação dos alunos em relação ao método de ensino híbrido, adotado na instituição desde 2020, visando a observar os pontos negativos e positivos pela ótica dos discentes. A pesquisa foi feita com 51 alunos dos cursos de Administração, Pedagogia, Engenharia Elétrica, Sistema de Informação e Automação. Devido à

instituição ter o maior número de alunos concentrados no curso de Engenharia, com o total de 85 alunos, e na instituição como um todo, 240 alunos, o retorno mais expressivo veio dos alunos de engenharia, e, em segundo lugar, da Pedagogia, com 24,6% de contribuição para a pesquisa. Os demais cursos contabilizaram 33,41%. O curso de Engenharia na instituição é o único com somente 20% da carga horária em EAD, tendo os demais cursos 40% das disciplinas em EAD, conforme portaria nº 2.117, DE 6 DE DEZEMBRO DE 2019, que dispõe sobre a oferta de carga horária na modalidade de Ensino a Distância - EaD em cursos de graduação presenciais ofertados por Instituições de Educação Superior.

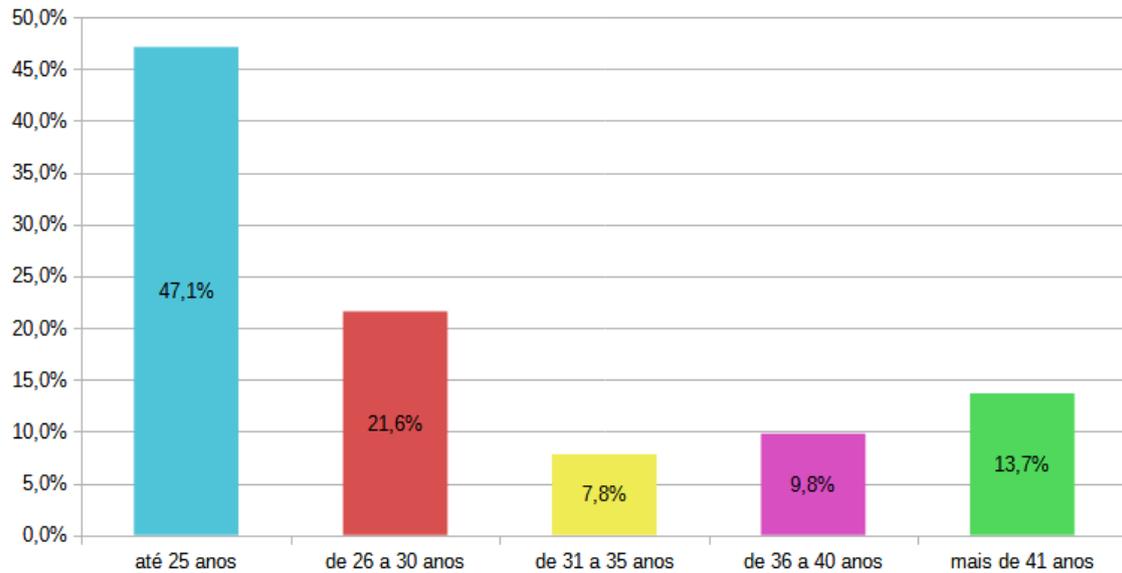
Figura 1: Em relação ao curso



Em relação à idade dos alunos da instituição, foi verificado que 41,1% tem até 25 anos, e 21,6% de 26 a 30 anos, sendo considerado um público ainda jovem, antenado com as mudanças e tecnologias atuais. Somente 13,7% do público tem mais de 41 anos.

Figura 2: Idade do aluno

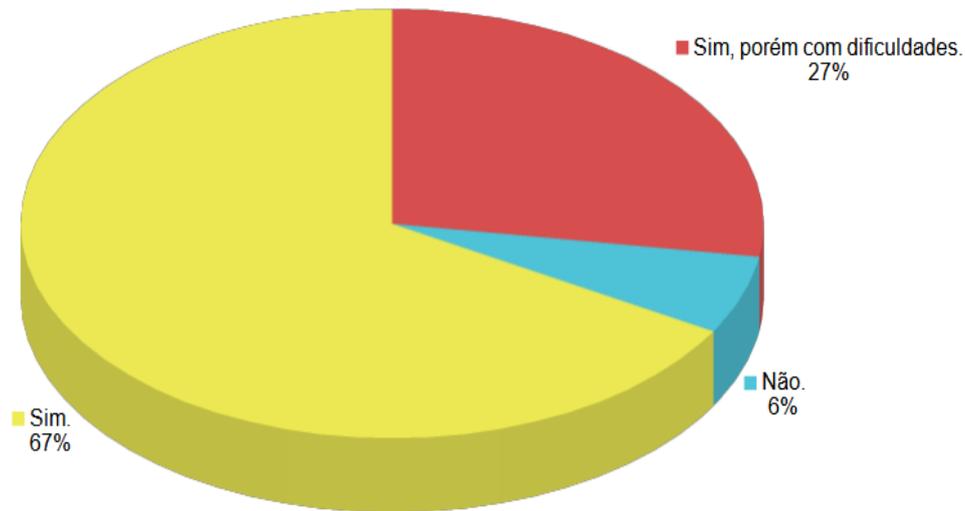
2) Qual é a sua idade



Um dos atributos principais do ensino híbrido é o exercício da autonomia do aluno, que consiste na elaboração, por parte do professor, de atividades que condicionem os educandos a estudarem previamente o conteúdo disponível nos ambientes virtuais de aprendizagem (AVA). Assim, os alunos foram questionados sobre sua relação com os estudos dirigidos, 67% responderam que organizam seus estudos de forma autônoma e 27% organizam, mas com dificuldades. Somente 6% não conseguem organizar seus estudos. Levando em consideração que o método de ensino híbrido considera parte de sua didática por uma abordagem não presencial, sendo necessários estudos prévios por meio dos estudos dirigidos, os alunos estão na direção certa, pois 94% dos alunos realizam seus estudos prévios conforme requer modelo.

Figura 3: Em relação aos estudos dirigidos

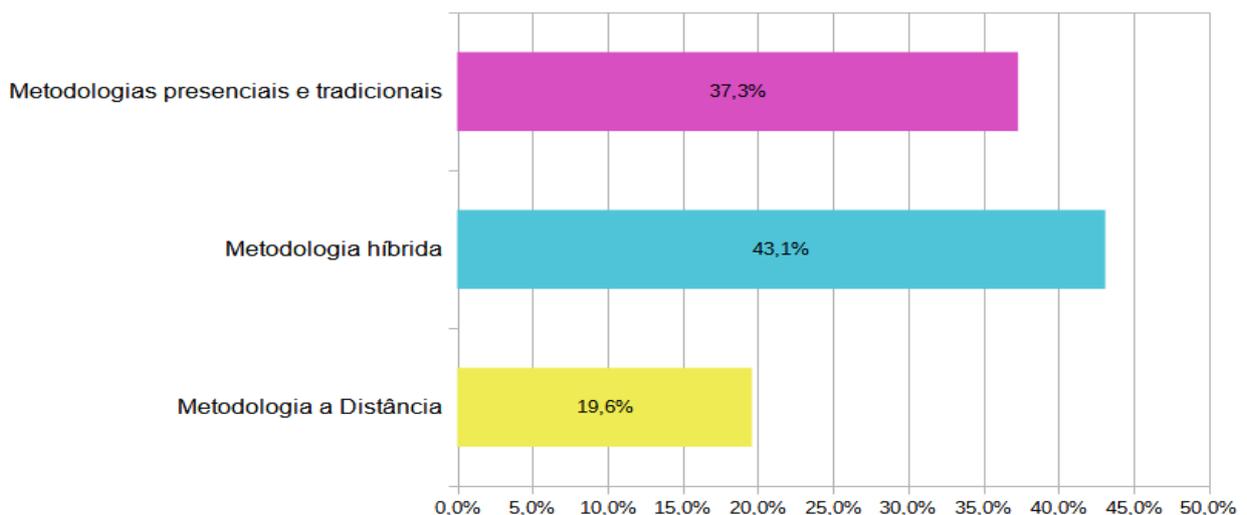
3) Organiza seus estudos de forma autônoma ?



Moran (2017) explica que o ensino híbrido tem uma mediação tecnológica forte: físico-digital, móvel, ubíquo, realidade física e aumentada, com inúmeras possibilidades de combinações, arranjos, itinerários, atividades e que as metodologias são grandes diretrizes que orientam os processos de ensino e aprendizagem, que se concretizam em estratégias, abordagens e técnicas concretas, específicas, diferenciadas.

Figura 4: Metodologia

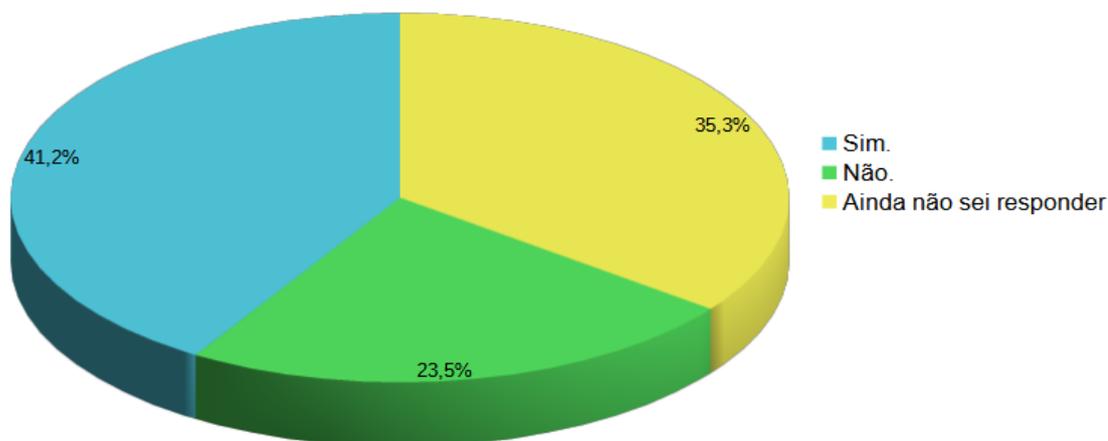
4) Qual tipo de metodologia você mais se adapta ?



Em relação à metodologia, os resultados obtidos revelaram as seguintes preferências: 37,3% dos alunos preferem a metodologia presencial e tradicional. Esses alunos demonstraram uma inclinação pela abordagem clássica, na qual as aulas ocorrem em sala de aula, com interação direta entre professores e alunos. A preferência por essa metodologia pode estar relacionada à valorização do contato humano e da imersão no ambiente acadêmico; 43,1% dos alunos manifestaram preferência pela metodologia híbrida. Os estudantes que optaram por essa metodologia possivelmente valorizam a flexibilidade oferecida pelo ensino on-line, aliada à interação presencial e ao suporte direto do corpo docente e 19,6% dos alunos indicaram preferência pelo ensino a distância. Essa opção envolve a realização das atividades acadêmicas inteiramente remotas, sem a necessidade de frequentar a instituição fisicamente. Os estudantes que preferem essa metodologia podem apreciar a autonomia e a conveniência de estudar em seu próprio ritmo, além da eliminação das barreiras geográficas.

Figura 5: Processo de aprendizagem

5) Você acha que a metodologia híbrida é melhor no seu processo de aprendizagem ?

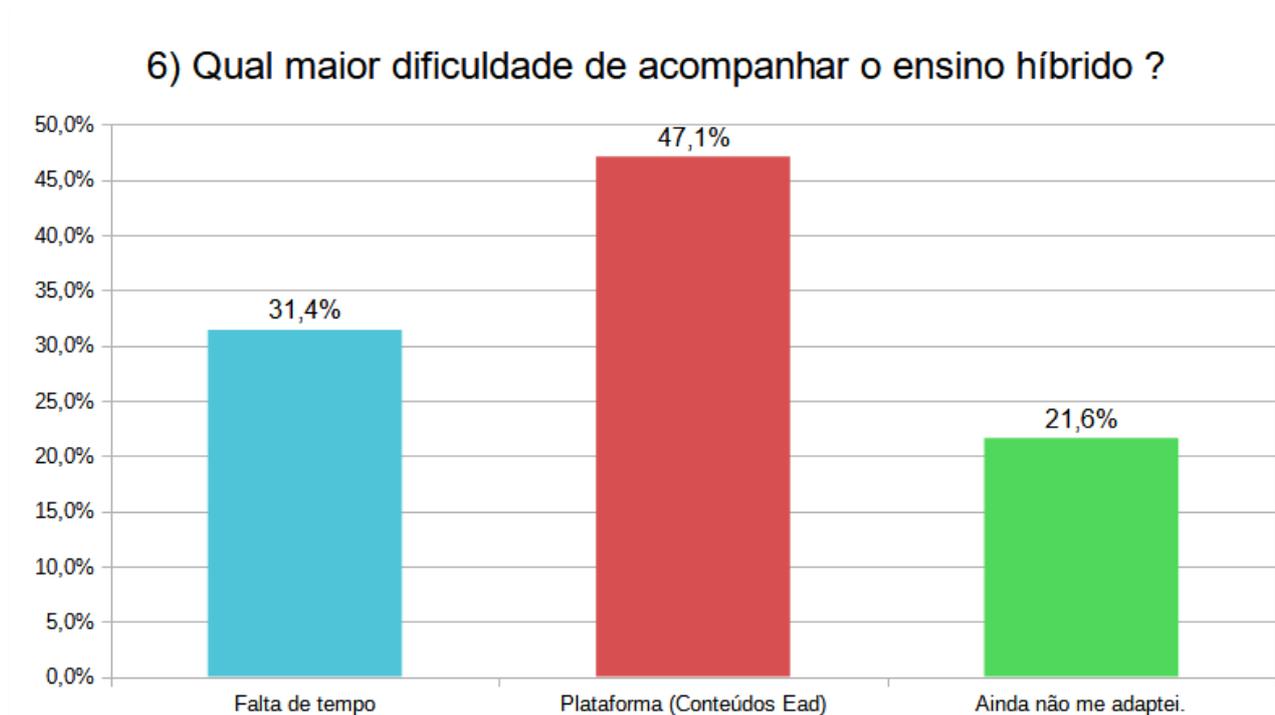


A aprendizagem híbrida é poderosa para desenhar formas interessantes de ensinar e aprender, enfatizando o papel protagonista do aluno, o seu envolvimento direto, participativo e reflexivo em todas as etapas do processo, experimentando, desenhando, criando, com orientação do professor. Nesse processo, destacam-se a flexibilidade, a mistura e o compartilhamento de espaços, tempos, atividades, materiais, técnicas e tecnologias que compõem esse processo ativo.

Em relação à aprendizagem, perguntou-se se o aluno sente confiança no seu aprendizado com a nova metodologia, ao que 41,2% responderam que sim e 35,3% responderam que ainda não sabem.

Mesmo com o método em vigor desde 2020 na instituição, podemos perceber que os alunos não se sentem seguros com o novo método, e que, por mais que estejam gostando, ainda não viram o resultado efetivo.

Figura 6: Dificuldade com a metodologia



Entre as principais dificuldades apontadas, 31,4% mencionaram a falta de tempo como obstáculo para acompanhar essa modalidade de ensino. Essa resposta indica a necessidade de conciliar as demandas acadêmicas com outras responsabilidades e compromissos cotidianos dos alunos. Além disso, 41,1% dos participantes expressaram dificuldades específicas relacionadas à plataforma utilizada no ensino híbrido, o que destaca a importância de uma infraestrutura tecnológica adequada e de capacitação para o uso efetivo dessas ferramentas. Por fim, 21,6% dos alunos afirmaram ter dificuldades em fazer escolhas apropriadas no contexto do ensino híbrido, indicando a importância de orientação e suporte para que possam aproveitar ao máximo os recursos disponíveis. Essas respostas evidenciam os desafios enfrentados pelos alunos na transição para o ensino híbrido e destacam a necessidade de abordar essas questões para garantir uma implementação eficaz e inclusiva dessa modalidade de ensino.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo analisar o grau de satisfação dos alunos da Faculdade de Tecnologia de São Vicente – FATEF – em relação à implantação do método de ensino híbrido na instituição, com base na análise dos dados coletados dos discentes dos cursos que adotaram tal método, observando os pontos positivos e negativos. Portanto, com base na análise dos dados citados, conclui-se que, na percepção dos discentes, a implantação do modelo híbrido de ensino na instituição é satisfatória, apesar das dificuldades de se estudar pelo AVA. É importante salientar que esse parâmetro de satisfação é em relação a 21,25% da instituição como um todo.

Acredito que por ter maior número de jovens, totalizando 68,7% até 30 anos, sendo este um público antenado com as tecnologias, a satisfação deva-se ao fato do método propor novas formas de aprendizado, envolvendo fatores concretos e cotidianos dos alunos, por meio da resolução de problemas, integrando o uso das TICs e desafiando o aluno a assumir o papel de protagonista no processo de ensino aprendizagem, mediante trabalhos em grupos, dando-lhe autonomia e liberdade, fatores que contribuem para uma aprendizagem significativa.

Porém, observaram-se fatores relevantes, 37,3% ainda não se habituaram à rotina e apresentam dificuldades em lidar com o método, preferindo o ensino tradicional; e 21,6% não se adaptaram ao novo modelo.

O presente estudo se limitou à análise da satisfação dos alunos, tendo como objeto de pesquisa a perspectiva dos discentes. Todavia, para que se proponham melhorias mais eficazes e se obtenham dados mais completos, sugere-se que sejam feitas pesquisas cujo objeto de estudo seja o ponto de vista dos docentes, havendo assim a possibilidade de uma comparação de dados, confrontando as perspectivas e proporcionando mais informações sobre o modelo de ensino híbrido.

Concluiu-se que ainda há necessidade de melhoria na instituição no tocante à implantação da metodologia híbrida, principalmente no AVA, citado pelos alunos como a maior dificuldade em acompanhar o ensino, creio que por falta de familiaridade com a plataforma.

Entretanto sabemos que a metodologia surge como uma melhoria da qualidade de ensino, e que 76,5% dos discentes tem ciência de como o novo método favorece o seu processo de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Luiz. Henrique. AMARAL, C. L. C. **Tecnologias de comunicação aplicadas à educação**. In: Sueli Cristina Marquesi; Vanda Maria da Silva Elias;

ARAÚJO Jr, Carlos Fernando. AMARAL, Luiz Henrique. **Ensino de Ciências e Matemática: tópicos em ensino e pesquisa**. São Paulo: Andross Editora, 2006, v. 1. 180 p

AUSUBEL, D. NOVAK, J. & HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 2ª ed. Tradução de E. Nick et al. Rio de Janeiro, Editora Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D., HANESSIAN, H., *Educational psychology*. New York: Holt, Rinehart and Winston. Reimpresso em inglês por Werbel & Peck, New York, 1986.

Bardin, L.(2011). **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70.

BOGDAN, R., & BIKLEN, S. (1991). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.

Câmara, R.H. **Análise de conteúdo**: da teoria à prática em pesquisas sociais aplicadas às organizações. Gerais: Revista Interinstitucional de Psicologia, 6 (2), jul - dez, 2013,179-191

COELHO, Taiana Costa. ENSINO HÍBRIDO: um estudo sobre a eficiência da metodologia híbrida no UNIFAGOC. Congresso Internacional de Educação e Tecnologias 2020.

FILHO, G. F. DE A.; SCHIMIGUEL, J.; AMARAL, L. H. Ambientes colaborativos para ensino de Eletrônica e Lógica de Programação. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 7, n. 5, p. 31-39, 22 dez. 2016.

FONSECA, E. DA S.; ARAÚJO JR., C. F. DE. Learning Analytics para avaliar o desempenho discente em uma disciplina de cursos a distância. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 4, p. 137-151, 18 jul. 2019.

MOREIRA, Marco Antonio. MASINI. ELCIE F. Salzano. V Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências associação brasileira de pesquisa em educação em ciências atas do V ENPEC - Nº 5. 2005 - ISSN 1809-5100, 1982.

_____. MASINI, ELCIE F. Salzano. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. Centauro. São Paulo, 2001.

MORAN. José. Metodologias ativas e modelos híbridos na educação. Publicado em YAEGASHI, Solange e outros (Orgs). **Novas Tecnologias Digitais**: Reflexões sobre mediação, aprendizagem e desenvolvimento. Curitiba: CRV, 2017, p.23-35.

OLIVEIRA, M.K.. Vygotsky: **Aprendizado e Desenvolvimento**: Um processo sócio-histórico. São Paulo: Scipione, 1997. Pensamento e Ação no Magistério.

GODOY, A.S Pesquisa Qualitativa- Tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas** 35(3), 1995, pp.20-29. Disponível em:
https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75901995000300004

PIRES, J. P. & Costa, B. A. Filho. (2008). Fatores do Índice de Prontidão à Tecnologia (TRI) como Elementos Diferenciadores entre Usuários e Não Usuários de Internet Banking e como Antecedentes do Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM). **Revista de Administração Contemporânea**, v. 12, n. 2, pp. 429-456.

SANTOS, Júlio César Furtado dos. **Aprendizagem significativa**: modalidades de aprendizagem e o papel do professor. Porto Alegre. Mediação, 2008.

SEVERINO, Antônio Joaquim. Metodologia do Trabalho Científico. 23^a. **Edição Revista e atualizada**. 3^a. Reimpressão. São Paulo: Cortez Editora, 2007;

LUDKE, M. & ANDRÉ M. E. D. A. **Pesquisa em Educação**: Abordagens.

YIN, ROBERT K. Pesquisa qualitativa do início ao fim. Porto Alegre: Penso, 2016.