

VOLUME 4

2023

E-TEC

Revista de Tecnologia e Ciência



WWW.UNISENAIPR.COM.BR

 UniSENAIPR

— Edição V4 - Ano 2023

— Corpo Editorial

Editor Chefe

Prof. Dr. Vicente de Lima Gongora

— Comitê Executivo

Profa. Esp. Adriana Giseli Leite Carvalho

Prof. Esp. Antônio Carlos Rodrigues

Prof. Me. Anderson Ávila dos Santos

Profa. Dra. Camila Fogaça de Oliveira

Prof. Esp. Fabio Rodrigo Milanez

Prof. Dr. Renato Kazuo Miyamoto

Prof. Dr. Rodolfo Alexandre Hildebrandt

Prof. Esp. Wesley Candido da Silva

Editora: Centro Universitário UniSenai Londrina

ISSN: 2358-5528

Direitos reservados

Centro Universitário UniSenai Londrina

Rua Belém, 844 - Londrina / PR (43) 3294-5100

Partes desta publicação poderão ser reproduzidas, sem a autorização prévia ou escrita deste Editor, desde que citada a fonte. Este periódico publica nomes individuais, comerciais, marcas registradas e produtos pertencentes a diversas companhias. O Editor utiliza-se destes nomes somente para fins editoriais e em benefício dos proprietários dos nomes e marcas, sem intenção de atingir seus direitos. Observa-se ainda que os dados contidos nos artigos são de responsabilidade dos próprios autores.



Editorial

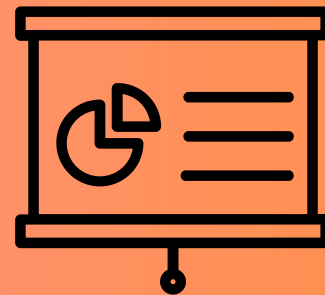
Caros leitores e pesquisadores,
É com grande entusiasmo que inauguramos mais uma edição da revista científica E-Tec. O Volume 4/2023 está dedicada aos temas relacionados as áreas de Engenharia Elétrica e de Automação Industrial.

Neste volume, reunimos uma seleção cuidadosa de artigos que refletem a vanguarda da pesquisa nesses campos dinâmicos e em constante evolução. Convidamos todos os leitores a explorarem as páginas deste volume com curiosidade e mente aberta, mergulhando nas descobertas e inovações que nossos colegas pesquisadores têm a oferecer. É através da colaboração e do compartilhamento de conhecimento que avançamos como comunidade científica.

Agradecemos sinceramente a todos os autores e revisores que dedicaram tempo e esforço para garantir a qualidade e relevância dos artigos apresentados. Seu comprometimento é fundamental para o sucesso contínuo desta revista.

Que este volume inspire novas ideias, desafie conceitos estabelecidos e estimule discussões enriquecedoras. Estamos ansiosos para ver como esses avanços contribuirão para a transformação positiva em nossas áreas de estudo.

Atenciosamente,
Vicente Gongora [Editor-Chefe]



Destaques da Mostra de Resultados da Engenharia Elétrica

Entre os dias 27 e 30 de novembro de 2023 ocorreu a 7ª mostra de resultados das Jornadas de Aprendizagem. Os resultados apresentados nesta mostra de Engenharia Elétrica e de Tecnologia em Automação Industrial destacam a excelência e inovação que impulsionam o futuro tecnológico dessas disciplinas.



Esses resultados representam a aplicação prática do conhecimento em Engenharia Elétrica e Automação Industrial, oferecendo soluções inovadoras para desafios complexos.

— *Introdução*

Seja um aluno UniSenai PR

Excelência em engenharias:

Com uma visão voltada para o futuro da indústria, formamos profissionais capacitados a impulsionar o desenvolvimento e a gerar soluções inovadoras para o setor industrial.

Cursos ofertados:

- Engenharia Mecânica
- Engenharia Elétrica
- Engenharia de Software
- Tecnologia em Automação Industrial



— *Fique por dentro*



Acadêmicos de Engenharia Elétrica do UniSenai Paraná – Campus Londrina destacaram-se na 9ª edição do Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia (CONTECC), realizado de 8 a 11 de agosto. Os trabalhos foram orientados e supervisionados pelos professores Vicente de Lima Gongora, Renato Kazuo Miyamoto e Wesley Candido da Silva, com a consultoria de Paulo Broniera Junior do Instituto Senai de Tecnologia da Informação e Comunicação (IST TIC).



Saiba Mais:



[HTTTPS://WWW.UNISENAIPR.COM.BR/NOTICIAS/GRADUACAO/ACADEMICOS-DE-ENGENHARIA-ELETRICA-APRESENTAM-TRABALHOS-NO-CONTECC](https://www.unisenai.br/noticias/graduacao/academicos-de-engenharia-eletrica-apresentam-trabalhos-no-contecc)



— *Mural de avisos*



MEIO AMBIENTE

No intuito de promover a sustentabilidade e a correta gestão de resíduos eletrônicos, estamos organizando um evento de descarte de eletrônicos.

Se você tem aparelhos antigos, quebrados ou simplesmente não utiliza mais, traga-os até o UniSenai Londrina. Este é o momento perfeito para dar uma destinação adequada a dispositivos eletrônicos, contribuindo para a preservação do meio ambiente.

A UniSenai se preocupa com o meio ambiente.



Chamada para 8º Mostra de Resultados Jornada de Aprendizagem de Engenharia Elétrica e Tecnologia em Automação Industrial

Entre os dias 24 a 28 de junho de 2024



— *Sumário*

Capítulo I

Alocação de Potência em Redes Ópticas Elásticas auxiliada pelo Modelo de Verhulst Pg. 10

Capítulo II

Simulação e aplicação da Lógica Fuzzy através do SCILAB e Arduino Pg. 25

Capítulo III

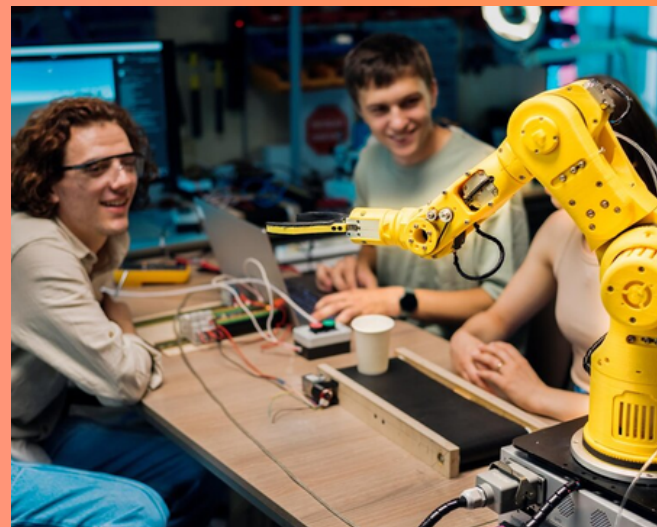
A importância da comunicação em Gestão de Projetos: estudo de caso em uma indústria de automação robótica Pg. 53

Capítulo IV

Implementação de um controle de nível PID no TIA Portal Pg.93

Capítulo V

Processo de Engenharia aplicada a jogos digitais para uma empresa de componentes elétricos em São José dos Pinhais Pg. 108



— Sumário

Capítulo VI

Estratégias de gamificação para Gestão de Pessoas: um estudo de caso em uma empresa de automação Pg. 116

Capítulo VII

Proposta para solucionar a falta de peças na montagem de um produto Pg. 124

Capítulo VIII

Proposta de redução de avarias e perdas de produtos acabados e aumento da efetividade em conferências de recebimento e expedição Pg. 133

Capítulo IX

Análise de dados em transformação digital: índice de transformação digital da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial Pg. 150



Capítulo I – Alocação de Potência em Redes Ópticas Elásticas auxiliada pelo Modelo de Verhulst

Layhon Roberto Rodrigues dos Santos¹

Renato Kazuo Miyamoto²

Wesley Candido da Silva³

Carolina Alves Bianchini⁴

Vicente De Lima Gongora⁵

RESUMO

As redes ópticas heterogêneas, em especial as redes ópticas elásticas (EON – *Elastic Optical Networks*), são promissoras para provisionamento de recursos nas redes de transporte, que tipicamente concentram um grande volume de tráfego de dados. Os principais benefícios das EONs são a escalabilidade, que é a capacidade de acréscimo de usuários, bem como a flexibilidade, que é a capacidade da existência de vários serviços (taxas de bit) em uma mesma rede. A alocação de recursos nas EONs é um grande desafio devido a gama de parâmetros a serem controlados, tais como a potência, o formato de modulação, o espectro, as rotas, dentre outros. Esta gama de parâmetros caracteriza a alocação de recursos nas heterogêneas, como um problema de solução do tipo não polinomial difícil. Como proposta de alocação de recursos nas redes heterogêneas em tempo real, este trabalho assume que na etapa de projeto alguns parâmetros são pré-determinados e na etapa de operação um algoritmo de alocação de potência baseada no modelo populacional de Verhulst PA-V garante a qualidade de transmissão por meio do ajuste da potência de cada usuário ativo na EON. O algoritmo PA-V é comparado com o método de alocação de potência egoísta (EPA). Métricas de desempenho e complexidade computacional são avaliadas, bem como o compromisso entre elas.

Palavras-chave: Redes ópticas elásticas. Alocação de Potência. Verhulst. Eficiência Energética. Complexidade Computacional.

POWER ALLOCATION IN OPTICAL NETWORKS AIDED BY VERHULT MODEL

ABSTRACT

Heterogeneous optical networks, especially elastic optical networks (EONs), are promising for provisioning resources in transport networks, which normally concentrate a large volume of data traffic. The main benefits of EONs are scalability, which is the ability to add users, as well as flexibility, which is the ability provides multiple services (bit rates) on the same network. Appropriated Resource allocation in EONs is a major challenge due to a range of parameters to be controlled, such as power, modulation format, spectrum, routes, among others. This parameters range characterizes the allocation of resources in heterogeneous

¹ Docente UniSenaiPR - Campus Londrina, layhon.santos@sistefafiep.org.br

² Docente UniSenaiPR - Campus Londrina, renato.miyamoto@sistefafiep.org.br

³ Docente UniSenaiPR - Campus Londrina, wesley.candido@sistefafiep.org.br

⁴ Docente UniSenaiPR - Campus Londrina, carolina.bianchini@sistefafiep.org.br

⁵ Docente UniSenaiPR - Campus Londrina, vicente.gongora@sistefafiep.org.br

as a problem of the type non-polynomial hard. As a proposal for resource allocation in heterogeneous networks in real time, this work assumes that in the design stage some parameters are predefined and in the operation stage a power allocation algorithm based on the population model of Verhulst PA-V guarantees the quality transmitted by adjusting the power of each active user in the EON. The PA-V algorithm is compared with the egoistic power allocation method, named as EPA. Performance metrics and computational complexity are evaluated, as well as the trade-off between them.

Keywords: Elastic Optical Networks. Power Allocation. Verhulst. Energy Efficiency. Computational Complexity.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o crescimento na demanda por tráfego de dados e o surgimento de novas aplicações, vem fomentando pesquisas em sistemas ópticos de telecomunicações em busca de um melhor aproveitamento dos recursos espectrais e energéticos disponíveis. Estudos apontam que o melhor aproveitamento energético e espectral, pode ser favorecido pelo conceito de alocação de recursos adaptativos, por exemplo, as larguras de bandas ópticas, as rotas, os formatos de modulação e as potências ópticas de transmissão em função da demanda. A técnica de modulação por comprimento de onda (WDM - *Wavelength-Division Multiplexing*) é uma técnica promissora no cenário óptico para alocação de recursos adaptativos, pois tem apresentado resultados promissores, dentre eles, a redução de custos de despesas capital e de operação, principalmente porque compartilha os mesmos elementos ópticos (fibras e amplificadores) com a maioria ou todos usuários, provendo então um melhor aproveitamento para alocação eficiente de recursos energéticos e espectrais (HADI; PAKRAVAN, 2017; YAN et al., 2015).

Os dois grupos principais que caracterizam as redes heterogêneas são o grupo das redes ópticas com múltiplas taxas (MLR – *Mixed Line Rates*) e o das redes ópticas elásticas (EON – *Elastic Optical Network*). As redes ópticas com MLR são compostas por diferentes tipos de transponder que configuram diferentes taxas de transmissão (pré-ajustadas) coexistindo em uma mesma fibra óptica. Já, as EONS são compostas por transponders adaptativos, os quais permitem que a taxas de transmissão na rede possam ser ajustadas em conformidade com a demanda. As tecnologias do tipo EON, tipicamente, se utilizam de tecnologias como a multiplexação por divisão de frequência ortogonal óptica coerentes (CO-OFDMA), ou, a multiplexação por divisão de comprimento de onda de Nyquist (N-WDM- *Nyquist wavelength division multiplexing*) são de comprimento de onda de Nyquist (N-WDM-*Nyquist Wavelength Division Multiplexing*) (CUKURTEPE et al., 2013; YAN et al.,

2015). Neste trabalho, assume-se a técnica NWDW, uma vez que a sua complexidade computacional para implementação é inferior a técnica CO-OFDMA para desempenho energético e espectral semelhante.

Vários parâmetros precisam ser monitorados nas redes heterogêneas para a garantia dos requisitos de qualidade de transmissão das mesmas, por exemplo a potência de transmissão, o comprimento de onda de cada usuário, a relação do sinal e ruído óptico (OSNR – *Optical Signal to Noise Ratio*), atraso diferencial de grupo, os efeitos não-lineares, topologia da rede óptica, dentre outros (CHATTERJEE et. al., 2017).

As métricas de qualidade de transmissão podem ser obtidas por diferentes métodos que estimam as condições de canais dos canais ópticos, por meio de coletas de informações em cada um dos nós, dentre elas, as fórmulas aproximadas, os modelos sofisticados e os monitores de desempenho óptico (MDO). Estes métodos de estimativa de condições de canais permitem que recursos energéticos e espectrais sejam alocados com o mínimo desperdício de recursos, resultando em redução de regeneradores, aumento do alcance de transmissão, aumento da eficiência energética e espectral. O método MDO destaca-se em relação aos demais por apresentar estimativas adequadas e em tempo real. (BIRAND et al., 2014; SOUMLIS et al., 2017)

A alocação de recursos nas EONs é definida pela atribuição de espectro, de potência, de roteamento, de formato de modulação e de potência no caso das redes ópticas elásticas, bem nas redes ópticas com MLR é definida pela atribuição de potência, de roteamento, de taxa de bit, de formato de modulação e comprimento de onda. Estes recursos podem ser otimizados na etapa de projeto ou em tempo real, principalmente quando auxiliados por MDOs. Tanto nas EONs como nas redes ópticas de taxa mista, os problemas de alocação de recursos possuem tempo não polinomial (NP), e podem ser divididos em subproblemas com complexidade computacional reduzida (SEVE et al., 2018; BOUDA et al., 2018). As EONS são capazes de prover maior eficiência espectral e energética, por isso são objetivo de estudo deste artigo.

A resolução dos problemas de alocação de recursos nas EONs pode ser realizada por três principais classes de algoritmos, os algoritmos analíticos, aproximados e heurísticos evolucionários. Normalmente, comparando as três classes de algoritmos citadas, os métodos analíticos obtêm uma melhor precisão na solução com alto custo de complexidade, os métodos aproximados encontram uma baixa precisão na solução com baixo custo de complexidade, e os métodos heurísticos evolucionários retornam soluções adequadas com custo de complexidade computacional mediano (MATA et al., 2018).

Neste trabalho investigou-se um algoritmo para alocação de potência eficiente em redes ópticas heterogêneas, tendo como estudo de caso uma topologia virtual de uma EON, com dois nós, com o intuito de obter o menor custo energético que atenda aos requisitos de qualidade de transmissão. O algoritmo investigado é baseado no modelo populacional de Verhulst, por se tratar de um algoritmo que apresenta bons resultados para alocação de potências em redes ópticas com complexidade computacional adequada. O método de alocação de potência egoísta, é adotado para realizar comparações com o algoritmo de Verhulst.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A redes ópticas elásticas são redes flexíveis, pois permitem a coexistência de multisserviços (diferentes taxas de bits), e escaláveis, pois facilitam o acréscimo no volume de dados sob demanda. Estes dois fatores, a escalabilidade e a flexibilidade, fazem com que elas apresentem um melhor aproveitamento energético e espectral em relação as redes ópticas legado que possuem taxas únicas. A maior aplicação destas redes está no campo das redes, as quais concentram um maior volume no tráfego de dados para atender as demandas de internet das coisas, serviços de multimídia, aplicações em tempo real, TV em alta definição, dentre outros (SANTOS; ABRÃO, 2022).

Os recursos espectrais nas EONS são alocados de forma adaptativa com diferentes taxas de bit, banda de guarda e formato de modulação. A granularidade das EONS é considerada mais fina do que as redes com uma única ou múltiplas taxas fixas. A técnica N-WDM é adotada neste trabalho, pois apresenta eficiência energética e espectral semelhante ao CO-OFDM com complexidade computacional inferior (SANTOS; ABRÃO, 2022).

A seguir são apresentados a arquitetura das redes ópticas elásticas, na subseção 2.1, o problema de alocação de potência, na subseção 2.2 e o algoritmo para alocação de potência, subseção 2.3. Entre os algoritmos de alocação de potência se têm o método de alocação de potência baseado no gradiente descendente, o algoritmo heurístico baseado no PSO e o algoritmo aproximado baseado na alocação de potência egoísta.

2.1 Arquitetura das Redes Ópticas Elásticas

Os principais elementos da EON são os M transmissores que ajustam os formatos de modulação, as bandas de guarda, os níveis de potência, as taxas de bits; N^{span} por link,

em que cada span tem um comprimento de fibra L e um amplificador de fibra dopado com Érbio (EDFA – *Erbium – Doped Fiber Amplifier*), bem como M receptores com habilidades de processamento digital de sinais para compensar os efeitos de dispersão. Assume-se três tipos de nós, o nó transmissor, o nó receptor e o nó intermediário. Cada destes nós tem um multiplexador óptico de adição e retirada de comprimento de onda reconfigurável (ROADM – *Reconfigurable Optical Add-Drop Multiplexer*). O ROADM pode adicionar, remover e permitir a passagem de um determinado comprimento de onda, compensando flutuações indesejadas que podem ser causadas pelo EDFA. Cada EDFA opera no modo ganho automático controlado, em conformidade com o ROADM (SANTOS; ABRÃO, 2022).

Os caminhos ópticos são representados pela tecnologia de supercanais de Nyquist-WDM, em que a largura de banda do i -ésimo canal é dada por (SANTOS; ABRÃO, 2022):

$$u_i = \frac{R_i}{c_i}, \quad (1)$$

sendo c_i a eficiência espectral do formato de modulação do i – éximo canal em $\text{bps} \cdot \text{hz}^{-1}$, R_i a taxa de bit do i – éximo canal em bps . A eficiência espectral de modulação é descrita a seguir na Tabela 1, para a modulação em fase (PM–*Phase Modulation*) com chaveamento por deslocamento de fase binário (BPSK–*Binary Phase Shift Keying*), com chaveamento por deslocamento de fase em quadratura (QPSK–*Quadrature phase-shift keying*) e com modulação de amplitude em quadratura (QAM–*Quadrature Amplitude Modulation*), bem como razão sinal-ruído óptica (OSNR – *Optical Signal to Noise Ratio*) considerando uma taxa de erro de bit tolerável de $4 \cdot 10^{-3}$ na correção antecipada de erros e a taxa de bit recomendada (R^*) para cada formato de modulação. (SANTOS; ABRÃO, 2022).

Tabela 1 – Formato de Modulação, eficiência de modulação e OSNR alvo

Formato de Modulação	Eficiência Espectral c_i [bps/hz]	R^* [Gbps]	γ^* [db]
PM – BPSK	2	50	5.5
PM – QPSK	4	100	8.5
PM – 8QAM	6	150	12.5
PM – 16QAM	8	200	15.15
PM – 32QAM	10	250	21.10

Fonte: (SANTOS; ABRÃO, 2022)

A potência de transmissão do i -ésimo canal em W é dada por (SANTOS; ABRÃO, 2022):

$$p_i = g_i \cdot u_i, \quad (2)$$

em g_i é a densidade de potência espectral relacionada ao i -ésimo canal óptico em W/Hz. A qualidade de transmissão pode ser aferida por meio do modelo de OSNR no receptor do i -ésimo canal óptico, que em termos admissionais é dada por (SANTOS; ABRÃO, 2022):

$$\gamma_i = \frac{p_i}{p_i^{\text{ASE}} + p_i^{\text{NLI}}}, \quad (3)$$

sendo p_i^{ASE} é a potência de ruído emissão espontânea amplificada (ASE – *Amplifier Spontaneous Emission*) em W e p_i^{NLI} é a potência de ruído não linear em W. A potência de ruído ASE em W é dada por (SOUMPLIS et al. (2017) e YAN et al. (2015):

$$p_i^{\text{ASE}} = N_i \cdot ((A_i^{\text{span}} - 1) + (A_i^{\text{ROADM}} - 1)) \cdot h \cdot f, \quad (4)$$

em que N_i é a figura de ruído do EDFA relacionado ao i -ésimo canal óptico; h é a constante de Planck em $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}}$ e $f = c/\lambda$ é a frequência do caminho de luz em Hz, sendo composto pela velocidade da luz c em m/s e o comprimento de onda λ em m; A_i^{ROADM} é a perda provadas pelos ROADMs percorridos pelo i -ésimo canal óptico em dB, seja no acréscimo, passagem e retirada do mesmo ao longo do seu perfil óptico; e A_i^{span} é a perda total nos spans relacionados ao i -ésimo canal óptico, dada por (SANTOS; ABRÃO, 2022):

$$A_i^{\text{span}} = L_i \cdot a, \quad (5)$$

sendo L_i o comprimento de fibra relacionado ao i -ésimo canal óptico e a o parâmetro de atenuação da fibra em decibel por km.

A potência de ruído não-linear, resultando da soma da interferência própria do canal e da interferência cruzada dos canais em W, é dada por:

$$p_i^{\text{NLI}} = 3 \frac{(\eta^{\text{fibra}})^2}{2 \pi \cdot a |\beta_2|} \sinh^{-1} \left(\frac{\pi^2 |\beta_2|}{2a} u_i \right) N_i^{\text{SPAN}} \cdot p_i^3 \quad (6)$$

$$+ 6 \frac{(\eta^{\text{fibra}})^2}{a^2} \sum_{i \neq j} \frac{a}{4\pi |\beta_2|} \log \left| \frac{|f_i - f_j| + \frac{u_j}{2}}{|f_i - f_j| - \frac{u_j}{2}} \right| N_i^{\text{SPAN}} \cdot p_i \cdot p_j^2$$

em η^{fibra} é o coeficiente de não linearidade da fibra devido às duas características físicas em W/km, B_2 é a dispersão por velocidade de grupo em s^2/km , p_j é a potência interferente do j -ésimo canal óptico em W.

As condições obtidas a partir da eq. (3) são mensuradas pelos MDO instalados em cada um dos nós da rede e então reportadas ao plano de controle para a garantia da qualidade de transmissão. O total conhecimento das condições de canais resulta em acréscimo de confiabilidade, economia de recursos, acréscimo do número de usuários, dentre outros benefícios (SANTOS; ABRÃO, 2022).

2.2 Problema de Alocação de Potência

A atribuições de rotas, de formato de modulação e do posicionamento dos canais no espectro disponível são resolvidos previamente na etapa de projeto, enquanto o problema de alocação de potência é solucionado durante a operação regular das redes ópticas (SANTOS; ABRÃO, 2022).

Basicamente, a alocação de potência consiste em buscar o vetor de potência que é composto pela potência de cada um dos canais ópticos, definido como $\mathbf{p} = [p_1, \dots, p_M]^{M \times 1}$, sendo M a quantidade de canais ópticos, que minimiza a função custo $J^{PA}(\mathbf{p})$ enquanto as restrições Λ de qualidade de transmissão são garantidas (SANTOS; ABRÃO, 2022):

$$p_i^{NLI} = 3 \frac{(\eta^{\text{fibra}})^2}{2 \pi \cdot a |\beta_2|} \sinh^{-1} \left(\frac{\pi^2 |B_2|}{2a} u_i \right) N_i^{\text{SPAN}} \cdot p_i^3 + 6 \frac{(\eta^{\text{fibra}})^2}{a^2} \sum_{i \neq j} \frac{a}{4\pi |B_2|} \log \left| \frac{|f_i - f_j| + \frac{u_j}{2}}{|f_i - f_j| - \frac{u_j}{2}} \right| N_i^{\text{SPAN}} \cdot p_i \cdot p_j^2 \quad (6)$$

em que R_i é a taxa de bit do i -ésimo canal óptico [bps] e R_i^{\min} é a taxa de bit mínima solicitada pelo i -ésimo canal óptico; em que p_{\min} e p_{\max} são os valores mínimos e máximos que podem ser alocados para o i -ésimo canal óptico [W], respectivamente; e Λ_i são os requisitos de qualidade de transmissão no canal óptico (SANTOS; ABRÃO, 2022).

2.3 Algoritmos de Alocação de Potência

A seguir são apresentados os algoritmos adotados para alocação de potência na EON, na subseção 2.3.1, o algoritmo para alocação de potência em EONs baseado no modelo populacional de Verhulst, e na subseção 2.3.2, o algoritmo aproximado baseado na alocação de potência egoísta.

2.1.1. Algoritmo de alocação de potência baseada no gradiente descendente.

O modelo populacional de Verhulst considera que potência do i -ésimo canal evolui de forma análoga a evolução temporal de uma quantidade de indivíduos de algumas espécies biológicas, quem tem o seu crescimento limitado pelos alimentos e espaços físicos os quais habitam (GROSS et. al, 2011) (SANTOS; ABRÃO, 2022). Então, é possível realizar a alocação de potência, nomeada como PA-V, minimizando o valor da margem residual $\left(1 - \frac{\gamma^*}{\gamma}\right)$ do canal óptico na n -ésima iteração, modelada como:

$$p_i[n] = p_i[n - 1] + k_v \left(1 - \frac{\gamma^*}{\gamma}\right) \cdot p_i[n - 1], \quad (7)$$

sendo k_v o coeficiente de aprendizado de Verhulst. O critério de para poder ser dado por uma quantidade de iterações e a qualidade das soluções pelo critério do erro quadrático médio normalizado (NMSE – Normalized Mean Square Error), tal como em (SANTOS; ABRÃO, 2022).

2.1.2. Algoritmo de Alocação de Potência Baseado na Alocação de Potência Egoísta.

O algoritmo de alocação de potência egoísta (EPA – *Egoistic Power Allocation*) é um método não iterativo que consistem em alocar a potência que maximiza a OSNR de M canais ópticos, isto é, a potência máxima que pode ser alocada para o i -ésimo canal óptico em uma determinada configuração dos canais ópticos. Para isso, calcula-se a primeira derivada da eq. (3) assumindo uma aproximação na qual a potência interferente (p_j) tem o mesmo valor da potência de transmissão do i -ésimo canal óptico (p_i) em W , tal como em (SANTOS; ABRÃO, 2022):

$$p_i \approx \sqrt[3]{\frac{p_i^{ASE}}{2\eta_i}}, \quad (7)$$

sendo η_i o a quantia não linear da potência de ruído não linear que é dada por:

$$\eta_i \approx \eta'_i + \eta''_i, \quad (8)$$

em que η'_i é a quantia não linear da potência de ruído não linear relacionada a interferência própria do canal óptico, obtida por meio de (6), dada por:

$$\eta'_i \approx 3 \frac{(\eta^{\text{fibra}})^2}{2\pi \cdot a |\beta_2|} \sinh^{-1} \left(\frac{\pi^2 |B_2|}{2a} u_i \right) N_i^{\text{SPAN}}, \quad (9)$$

bem como em que η''_i é a quantia não linear da potência de ruído não linear relacionada a interferência cruzada entre os canais ópticos, obtida por meio de (6), dada por:

$$\eta''_i \approx 6 \frac{(\eta^{\text{fibra}})^2}{a^2} \sum_{i \neq j} \frac{a}{4\pi|B_2|} \log \left| \frac{|f_i - f_j| + \frac{u_j}{2}}{|f_i - f_j| - \frac{u_j}{2}} \right| N_i^{\text{SPAN}}. \quad (10)$$

3 METODOLOGIA

Os métodos utilizados neste trabalho são a caracterização do problema de pesquisa, tal como discutido nas seções anteriores, bem como a simulação do problema em um programa matemático, tanto para a simulação do modelo rede óptica elástica, como para a implementação dos algoritmos de alocação de potência baseados no modelo populacional de Verhulst (PA-V), e alocação de potência egoísta (EPA). O Algoritmo de PA-V é sintonizado, ajustando o seu ganho k_v , então é realizado a alocação de potência e analisado aspectos de convergência. Então, os resultados do PA-V são comparados com os resultados do EPA, em termos de desempenho e complexidade computacional (ms).

4 RESULTADOS NUMÉRICOS

Esta seção apresenta os principais elementos da camada física da rede óptica elástica (EON), subseção 4.1, bem como os algoritmos de alocação de potência, subseção 4.2. As simulações foram realizadas em um computador pessoal com 16 GB RAM e processador Intel (R) Core (TM) i7-8550U CPU com velocidade base de 1.80 GHz podendo chegar a 1.99 GHz via turbo. As simulações numéricas são avaliadas sobre um comportamento médio de 100 tentativas.

4.1 Camada Física da EON

Nesta seção são apresentados os resultados numéricos da alocação de potência na EON para dois algoritmos de alocação de potência o EPA e o PA-V. O estudo de caso é uma topologia da rede virtual de uma EON, que assume dois nós com um link composto por 6 spans de 80 km. Uma grade com granularidade de 6.25 GHz é assumida para alocação dos canais, adotando-se uma banda de guarda de 12.5 GHz. Seis tipos de serviços, i.e., taxas de bit, com 10 canais cada, trafegam do nó A até o nó B, e.g., 10 x 50 Gbps, 10 x 100 Gbps, 10 x 150 Gbps, 10 x 200 Gbps e 10 x 250 Gbps. Os parâmetros físicos da EON são os mesmos adotados em (SOUMLIS et. al, 2017) (YAN et. al, 2015),

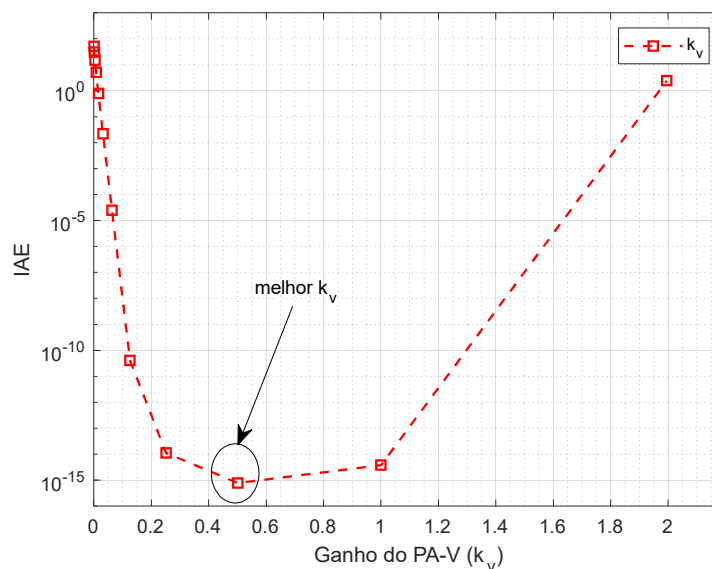
considerando que a EON está operando no início de vida. Para atribuir o formato de modulação se considera os valores da Tabela 1.

4.2 Algoritmo de Alocação de Potência.

Nesta subseção são discutidos os algoritmos de alocação de potência PA-V e e EPA. Ambos os algoritmos são discutidos em termos de desempenho e complexidade computacional. O ganho k_v do algoritmo PA-V será otimizado para o melhor proveito deste ao longo de sua operação.

Para o ajuste do ganho k_v do algoritmo PA-V, assume-se o cálculo do do erro quadrático médio de $\left(1 - \frac{\gamma^*}{\gamma}\right)$ na n-ésima iteração, sendo analisada na faixa de valores $k_v \in [10^{-3}; 2]$, em que valores de k_v abaixo de 10^{-3} apresentam convergência lenta e valores acima de 2 não apresentam convergência; e adota-se um número máximo de 250 iterações. Os resultados obtidos de k_v em função ISE são ilustrados na Figura 1.

Figura 1 – Seleção do valor de k_v



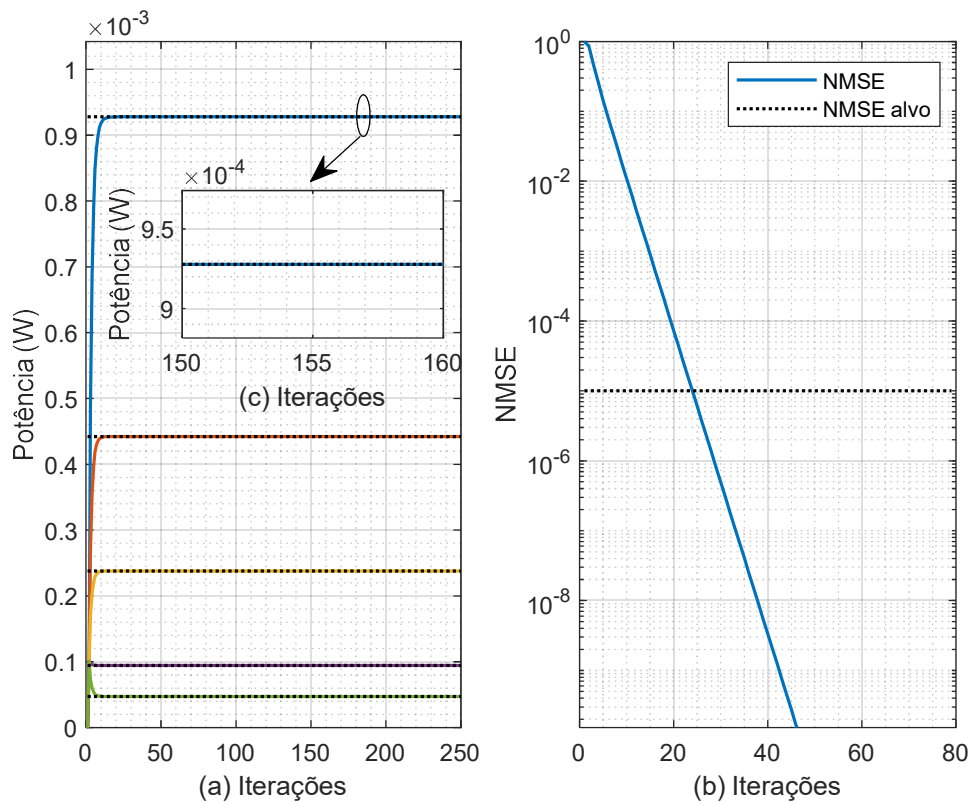
Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Como pode ser observado na Figura 1, o melhor ganho que pode ser obtido para o algoritmo PA-V é $k_v^* = 0,5012$, pois valores superiores e inferiores a k_v^* obtêm um custo IAE superior.

A convergência da alocação de potência é ilustrada na Figura 2, sendo a linha pontilhada o valor médio da alocação de potência obtido em 100 realizações do procedimento de PA para $k_v^* = 0,5012$. Somente cinco dos canais ópticos 50 alocados são

apresentados, para ilustrar de forma clara a convergência da alocação de potência. Além disso, a Figura 2 também ilustra o erro quadrático médio normalizado para a alocação de potência dos 50 canais alocados em função do número de iterações.

Figura 2 – Alocação de potência e NMSE utilizando o algoritmo PA-V.



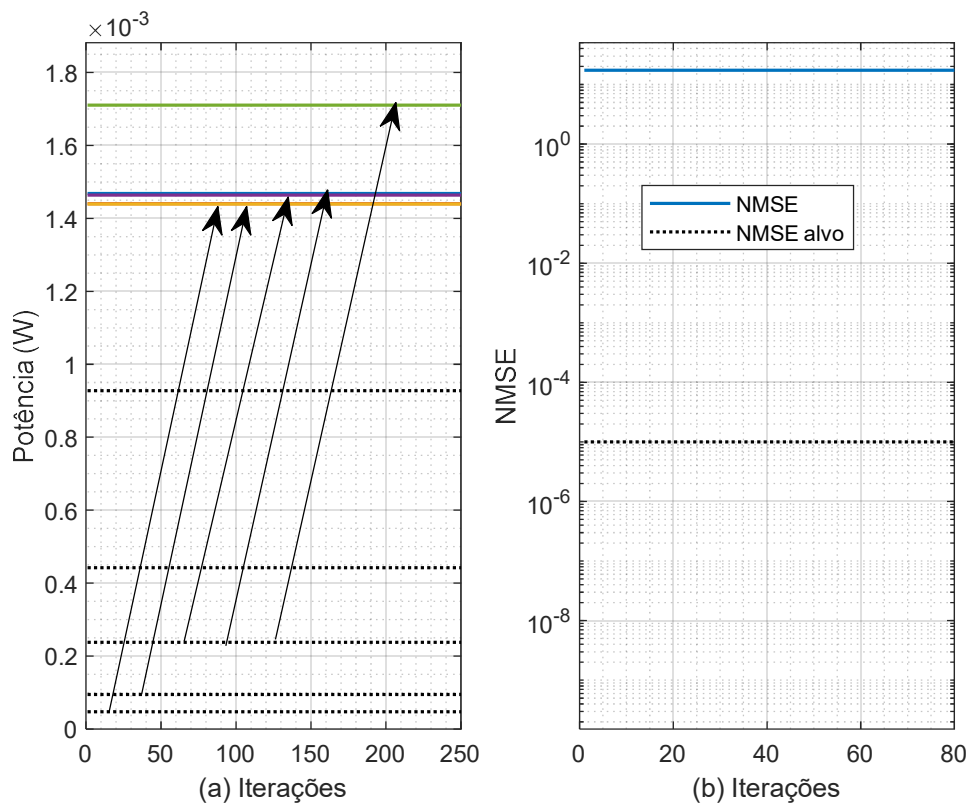
PA – V: (a) alocação de potência para cinco de cinquenta canais da EON, em função do número de iterações, com o intuito de apresentar uma ilustração limpa; (b) NMSE em função do número de iterações para 50 canais ópticos alocados; (c) zoom para enfatizar a convergência da alocação de potência de um canal óptico.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Como pode ser observado na Figura 2, todos os canais ilustrados alcançam a convergência total em termos de alocação de potência e NMSE. No que diz respeito ao NMSE, que compara a potência alocada pelo PA-V na iteração atual na sua última iteração, em aproximadamente 23 iterações se obtém a alocação de potência alvo que garante a qualidade de transmissão estabelecida como $NMSE = 10^{-5}$. Este valor de NMSE é assumido como o suficiente para garantir uma taxa de erro de bit tolerável.

A alocação de potência pelo algoritmo EPA também é realizada para efeito de comparação com os resultados obtidos pelo algoritmo PA-V. Tanto a alocação de potência para 5 usuários como o NMSE para todos os 50 canais ópticos é apresentada na Figura 3.

Figura 3 – Alocação de potência e NMSE utilizando o algoritmo EPA.



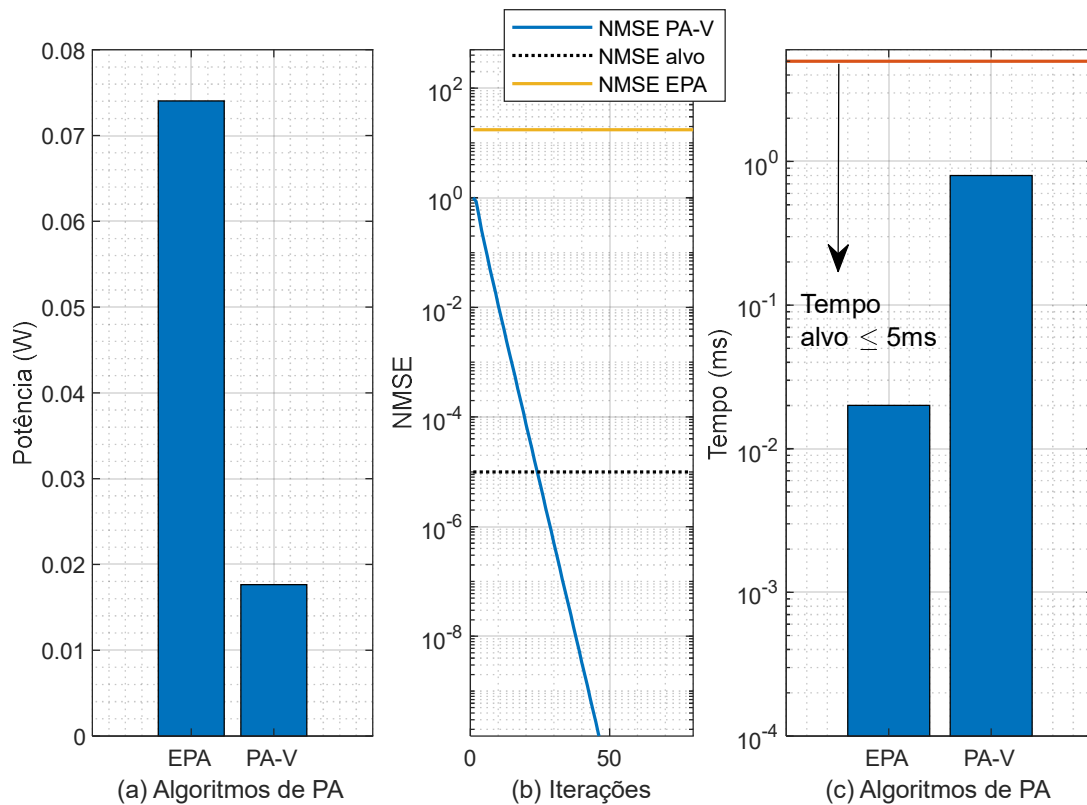
EPA: (a) alocação de potência para cinco canais de cinquentas canais da EON, em função do número de iterações, com o intuito de apresentar uma ilustração limpa; (b) NMSE em função do número de iterações para cinquentas canais da EON.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Como pode ser observado na Figura 3, nenhum dos canais convergem para a mínima potência que garante a qualidade de transmissão por meio do PA-V. No que diz respeito ao NMSE, que compara a potência alocada pelo EPA em relação a potência alocada por canal óptico no PA-V em sua última iteração, o EPA não encontra o valor $NMSE^* = 10^{-5}$. O NMSE encontrado pelo EPA evidencia a não convergência para o $NMSE^*$ com desperdício de energia.

Uma comparação dos algoritmos em termos da potência alocada total em W, NMSE por iteração e do tempo computacional em milissegundos (ms) é ilustrado na Figura 4. Estas comparações são apresentadas para uma melhor compreensão do compromisso entre as métricas de desempenho (potência alocada e NMSE) e a complexidade (ms) dos algoritmos de alocação de potência PA-V e EPA. Os valores alvos de NMSE e tempo (ms) são destacados na Figura 4.

Figura 4 – Alocação de potência e NMSE utilizando o algoritmo EPA.



Comparação entre os algoritmos PA – V e EPA: (a) potência alocada para todos os canais da EON; (b) NMSE em função do número de iterações para 50 canais ópticos alocados; (c) tempo computacional em ms.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Como pode ser observado na Figura 4 – a) e b) o algoritmo EPA apresenta desperdícios de potência em relação ao algoritmo PA-V, por isso em termos de desempenho o PA-V é superior. Já em termos de complexidade computacional em ms, o algoritmo EPA vence o algoritmo PA-V, porém o PA-V está dentro os limites de tempo aceitáveis para que ocorra a alocação de potência em tempo real em redes ópticas heterogêneas. Estes resultados demonstram que o PA-V vence o algoritmo de baixa complexidade EPA, pois apresenta um menor desperdício de potência com custo computacional realizável.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho apresenta uma estratégia de alocação de recursos em EONs, por meio dos algoritmos PA-V e EPA. As soluções são avaliadas em termos do desempenho e da complexidade dos algoritmos, bem como pelo compromisso desempenho-complexidade. O algoritmo PA-V apresentou bons resultados de alocação de potência em termos alocação

de potência mínima enquanto a qualidade de transmissão é garantida, bem como em termos da complexidade computacional adequada para operação em tempo real em EONs. Os resultados numéricos deixam claro que o PA-V vence o EPA. Para trabalhos futuros, destaca-se ainda que, as soluções obtidas podem ainda ser otimizadas através de estratégias de FPGA e outros algoritmos que podem garantir um custo computacional inferior ao obtido pelo PA-V.

REFERÊNCIAS

BIRAND, B.; WANG, H.; BERGMAN, K.; KILPER, D.; NANDAGOPAL, T.; ZUSSMAN, G. Real-time power control for dynamic optical networks—algorithms and experimentation. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, IEEE, v. 32, n. 8, p. 1615–1628, 2014.

BOUDA, M.; ODA, S.; VASSILIEVA, O.; MIYABE, M.; YOSHIDA, S.; KATAGIRI, T.; AOKI, Y.; HOSHIDA, T.; IKEUCHI, T. Accurate prediction of quality of transmission based on a dynamically configurable optical impairment model. *Journal of Optical Communications and Networking*, Optical Society of America, v. 10, n. 1, p. A102–A109, 2018

BOYD, Stephen; BOYD, Stephen P.; VANDENBERGHE, Lieven. *Convex optimization*. Cambridge university press, 2004.

CUKURTEPE, H.; TORNATORE, M.; YAYIMLI, A.; MUKHERJEE, B. Provisioning of dynamic traffic in mixed-line-rate optical networks with launch power determination. *Photonic Network Communications*, Springer, v. 27, n. 3, p. 154–166, 2014.

Gross, T. J., Abrão, T., & Jeszensky, P. J. E. (2011). Distributed power control algorithm for multiple access systems based on Verhulst model. *AEU-International Journal of Electronics and Communications*, 65(4), 361-372.

HADI, M.; PAKRAVAN, M. R. Resource allocation for elastic optical networks using geometric optimization. *Journal of Optical Communications and Networking*, Optical Society of America, v. 9, n. 10, p. 889–899, 2017.

HATTERJEE, B. C.; BA, S.; OKI, E. Fragmentation problems and management approaches in elastic optical networks: a survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, IEEE, v. 20, n. 1, p. 183–210, 2017.

KENNEDY, James; EBERHART, Russell. Particle swarm optimization. In: *Proceedings of ICNN'95-international conference on neural networks*. IEEE, 1995. p. 1942-1948.

ROBERTS, Ian; KAHN, Joseph M.; BOERTJES, David. Convex channel power optimization in nonlinear WDM systems using Gaussian noise model. *Journal of Lightwave Technology*, 2016, 34.13: 3212-3222.

SANTANA, Gisele Alves, et al. Halton-Chaos-Beta-Pso: uma nova abordagem metaheurística baseada em enxame de partículas aplicada à problemas de engenharia elétrica. 2021.

SANTOS, Layhon R. Rodrigues dos; ABRAO, Taufik. Heuristic chaotic hurricane-aided efficient power assignment for elastic optical network. *IEEE Access*, 2020, 8: 83359-83374.

SANTOS, L. R. R. dos, & ABRÃO, T. (2022). Low-margin efficient power and spectrum assignment in elastic optical networks. *Optical Switching and Networking*, 43, 100649.

SEVE, E.; PESIC, J.; DELEZOIDE, C.; BIGO, S.; POINTURIER, Y. Learning process for reducing uncertainties on network parameters and design margins. *Journal of Optical Communications and Networking*, Optical Society of America, v. 10, n. 2, p. A298–A306, 2018.

SOUMPLIS, P.; CHRISTODOULOPOULOS, K.; QUAGLIOTTI, M.; PAGANO, A.; VARVARIGOS, E. Network planning with actual margins. *Journal of Lightwave Technology*, IEEE, v. 35, n. 23, p. 5105–5120, 2017.

MATA, J.; MIGUEL, I. de; DURAN, R. J.; MERAYO, N.; SINGH, S. K.; JUKAN, A.; CHAMANIA, M. Artificial intelligence (AI) methods in optical networks: A comprehensive survey. *Optical switching and networking*, Elsevier, v. 28, p. 43–57, 2018.

YAN, L.; AGRELL, E.; WYMEERSCH, H.; BRANDT-PEARCE, M. Resource allocation for flexible-grid optical networks with nonlinear channel model. *Journal of Optical Communications and Networking*, Optical Society of America, v. 7, n. 11, p. B101–B108, 2015.

Capítulo II – Simulação e aplicação da Lógica Fuzzy através do SCILAB e Arduino

Wagner De Lima Santos¹

John Everson Rodrigo De Mello Jayme²

Fabio Oswaldo De Souza Koyano Filho³

Wesley Candido da Silva⁴

Carolina Alves Bianchini⁵

Rodolfo Alexandre Hildebrandt⁶

RESUMO

A Lógica Difusa, também conhecida como Lógica Fuzzy, é uma teoria que surgiu em 1965 com a proposta de preencher uma lacuna entre a comunicação humana e os sistemas computacionais. Utilizando conceitos da Teoria dos Conjuntos Difusos, a Lógica Fuzzy permite representar incertezas e imprecisões de forma mais próxima à forma como os seres humanos lidam com informações. Através das funções de pertinência, é possível mensurar em valores adjetivos que antes eram considerados subjetivos, como "muito alto" ou "pouco quente". O artigo apresenta um passo a passo para a simulação da Lógica Fuzzy no software Scilab, bem como uma explicação detalhada sobre um código em Arduino que utiliza a Lógica Fuzzy para controlar a luminosidade de um LED, utilizando um sensor LDR. A aplicação prática da Lógica Fuzzy em Arduino demonstra como a teoria pode ser utilizada em situações reais, permitindo um maior controle sobre sistemas complexos e incertos. Em suma, o artigo aborda tanto a teoria quanto a prática da Lógica Fuzzy, mostrando sua importância na solução de problemas que envolvem incertezas e imprecisões. Com a apresentação dos conceitos e técnicas envolvidos na Lógica Fuzzy, almeja-se capacitar os leitores para aplicar essa técnica tão relevante e importante na área da computação e automação em seus projetos, explorando todo o seu potencial e proporcionando soluções mais precisas e eficientes.

Palavras-chave: Lógica Fuzzy. Simulação. Aplicação Prática.

1 INTRODUÇÃO

A Lógica Fuzzy, também conhecida como Lógica Difusa, tem como objetivo modelar modos de raciocínio aproximados em vez de precisos, incorporando a inteligência humana à arquitetura computacional. Diferente da lógica binária, que considera apenas proposições

¹ Estudante Engenharia Elétrica UniSENAI PR -Campus Londrina, delimasantoswagner@gmail.com

² Estudante Engenharia Elétrica UniSENAI PR -Campus Londrina, jonhermj@hotmail.com

³ Estudante Engenharia Elétrica UniSENAI PR -Campus Londrina, fabio koyano filho@outlook.com

⁴ Docente UniSenaiPR - Campus Londrina, wesley.candido@sistemafiep.org.br

⁵ Docente UniSenaiPR - Campus Londrina, carolina.bianchini@sistemafiep.org.br

⁶ Docente UniSenaiPR - Campus Londrina, rodolfo.hildebrandt@sistemafiep.org.br

verdadeiras ou falsas, a Lógica Fuzzy permite valores intermediários entre essas duas possibilidades, ou seja, a veracidade das proposições pode variar entre 0 e 1, estabelecendo graus de pertinência. Na prática, a Lógica Fuzzy é capaz de lidar com problemas complexos que não podem ser representados pela lógica clássica, com seus casos precisos funcionando como situações limite.

Essa Lógica é uma técnica matemática utilizada para lidar com a incerteza presente em muitos problemas complexos do mundo real. Ela se baseia na teoria dos conjuntos fuzzy, onde cada elemento possa ter uma pertinência parcial em um conjunto. Com a evolução da tecnologia, sistemas complexos e inteligentes têm sido desenvolvidos para solucionar problemas em diversas áreas. Nesse contexto, a Lógica Fuzzy tem sido cada vez mais utilizada, pois permite uma análise mais precisa de sistemas não-lineares, não-determinísticos e imprecisos.

Este artigo tem como objetivo fornecer uma introdução detalhada sobre a Lógica Fuzzy apresentando uma aplicação prática em um sistema embarcado utilizando o Arduino, onde foi realizado o controle de um LED a partir da leitura de um sensor LDR, responsável por captar a luminosidade do ambiente. Será apresentado um passo a passo de como simular a Lógica Fuzzy no software Scilab, bem como a explicação do código desenvolvido para o Arduino. Com isso, espera-se que o leitor possa compreender os principais conceitos e técnicas envolvidos na Lógica Fuzzy e utilizá-los em seus próprios projetos e aplicações.

A utilização dessa lógica tem se destacado por sua flexibilidade e capacidade de modelagem em situações complexas, apresentando resultados mais precisos e próximos da realidade. A aplicação desenvolvida neste artigo permite uma melhor compreensão do funcionamento dessa lógica e de como ela pode ser implementada em sistemas embarcados, mostrando a importância de seu uso na resolução de problemas.

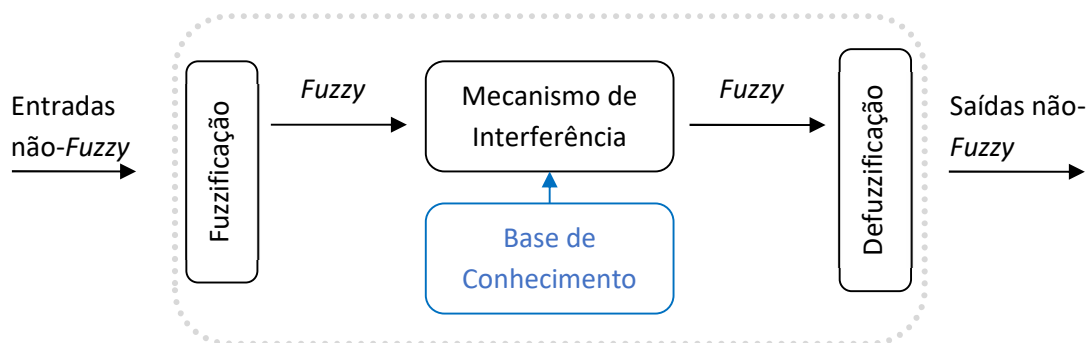
2 MATERIAIS E MÉTODOS

A lógica fuzzy permite representar e manipular informações imprecisas ou incertas através de valores numéricos fuzzy, que são transformados por meio da fuzzificação e defuzzificação. A fuzzificação é o processo de mapear uma variável de entrada em um conjunto de valores fuzzy. Isso significa que a variável é transformada em um conjunto de valores que representam o grau de pertinência da variável a diferentes categorias. Por

exemplo, se a variável de entrada for a temperatura de um ambiente, ela pode ser fuzzificada em conjuntos como "frio", "morno" ou "quente".

A defuzzificação é o processo oposto à fuzzificação. Ela consiste em transformar o conjunto de valores fuzzy em um valor numérico único, que representa o grau de pertinência da variável a uma categoria específica. Isso é feito para que o resultado da lógica fuzzy possa ser utilizado em sistemas de controle ou tomadas de decisão.

Figura 1 – Representação Lógica Fuzzy



Fonte: Dos Autores.

2.1 SIMULAÇÃO DE UMA LÓGICA FUZZY NO SOFTWARE SCILAB V.6.1.1

Para representar a aplicação da lógica fuzzy, será realizada uma implementação no software Scilab V.6.1.1, utilizando a extensão sciFLT. Essa implementação irá envolver um controle simples de tensão em um LED, que será controlado de acordo com a iluminação do ambiente, classificando a iluminação em quatro categorias: BAIXO, MÉDIO BAIXO, MÉDIO ALTO e ALTO. A resposta do sistema será dada em três categorias de tensão no LED: BAIXA, MÉDIA e ALTA. Posteriormente, essa lógica será aplicada de forma prática, utilizando um Arduino programado com base nos componentes físicos utilizados na protoboard.

Figura 2 - Software Scilab V.6.1.1

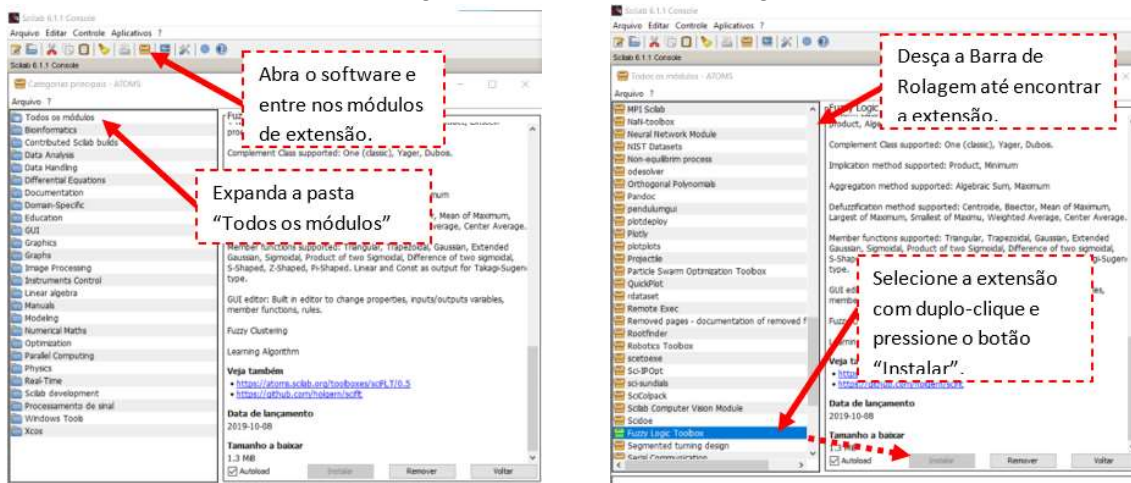


Fonte: Dos Autores.

2.1.1 INSTALAÇÃO E CONFIGURAÇÃO DA FERRAMENTA

Após a instalação do software, é necessário realizar a configuração da ferramenta computacional para suportar a lógica Fuzzy. Para isso, será necessário adicionar a extensão “Fuzzy Logic Toolbox” ao programa, de acordo com a Figura 3.

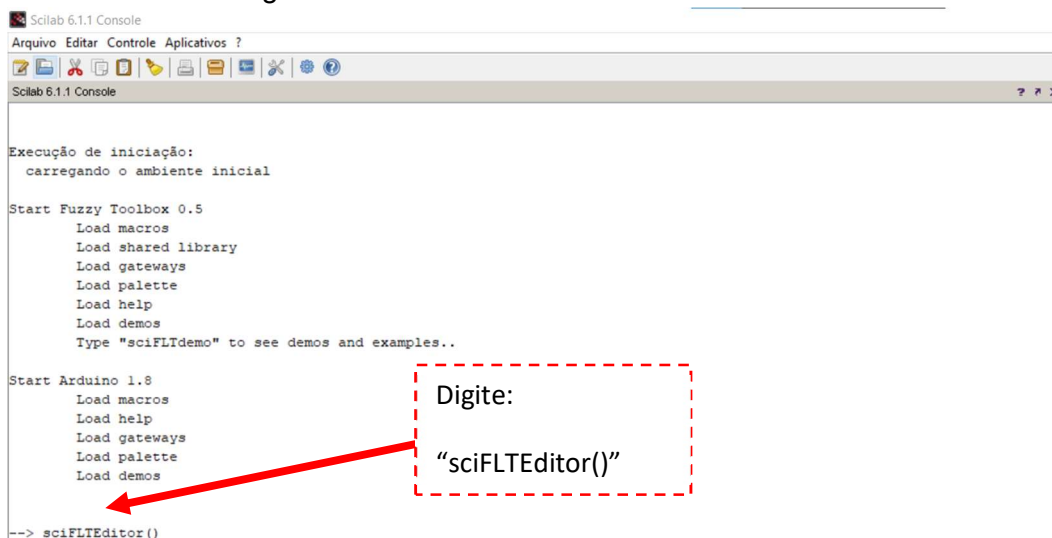
Figura 3 – Exibindo as Categorias



Fonte: Dos Autores.

Com a instalação da extensão "Fuzzy Logic Toolbox" realizada, acesse o Console do Scilab e execute o comando "sciFLTEditor()" de acordo com as convenções de maiúsculas e minúsculas. Esse comando é responsável por inicializar o "sciFLT fls Editor", uma ferramenta que permite a construção de sistemas de lógica fuzzy.

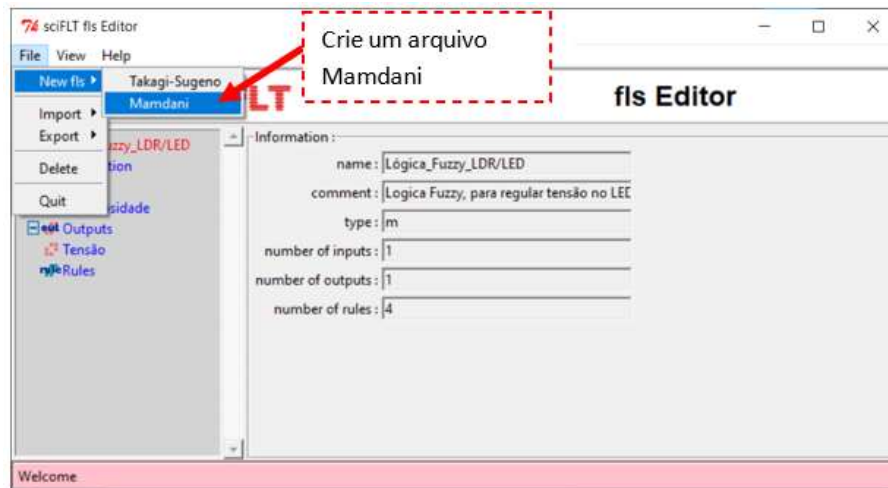
Figura 4 – Abrindo a ferramenta sciFLT Editor



Fonte: Dos Autores.

Ao inicializar a ferramenta "sciFLT fls Editor", podemos proceder com a criação de um novo arquivo, o qual será utilizado para simular a lógica fuzzy desejada. Para tanto, devemos acessar o menu "File" > "New fls" > "Mamdani", a fim de selecionar a opção de criação de um novo arquivo do tipo Mamdani.

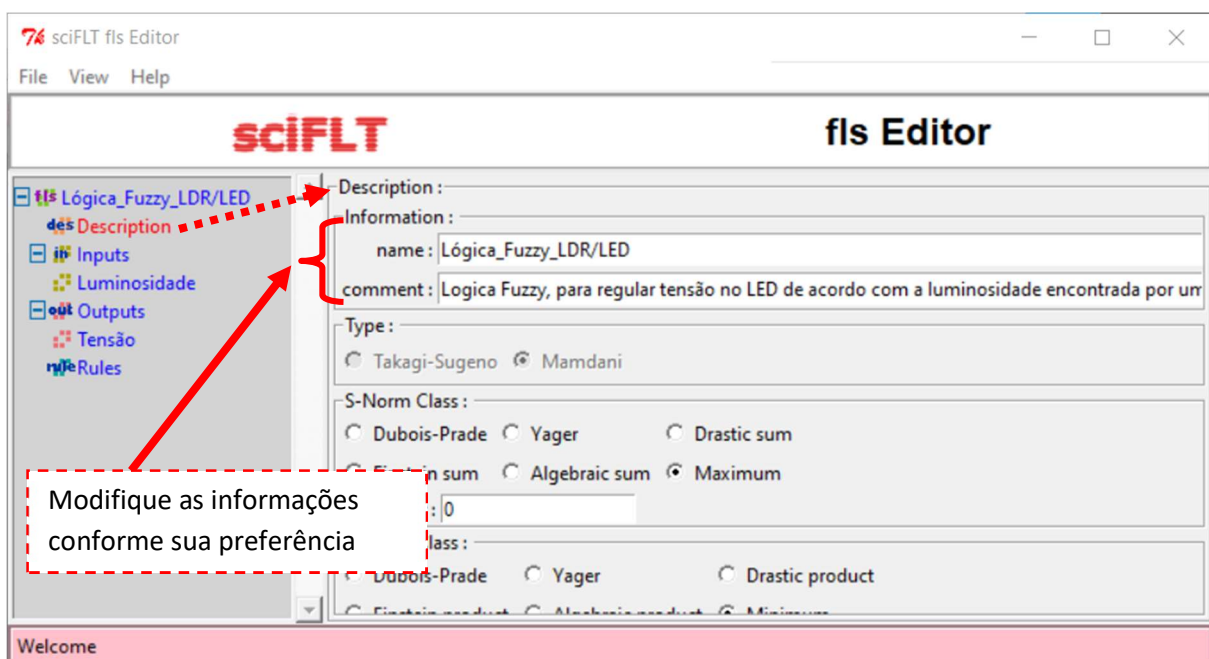
Figura 5 – Criando arquivo



Fonte: Dos Autores.

Após a criação do arquivo de simulação da lógica fuzzy, é possível identificá-lo por meio da alteração do seu nome e comentário, caso necessário.

Figura 6 – Identificando o Projeto



Fonte: Dos Autores.

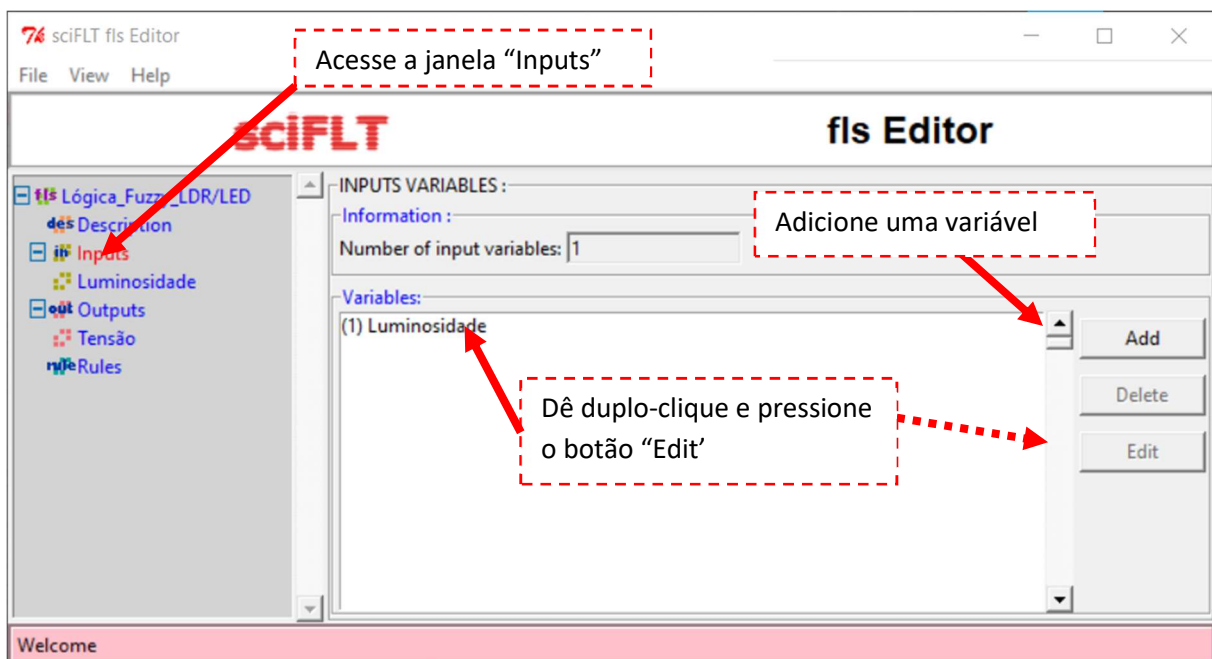
Uma das etapas fundamentais da lógica Fuzzy é o processo de Fuzzificação, o qual consiste em transformar as entradas do sistema em variáveis linguísticas, estabelecendo uma correlação entre as entradas e um conjunto de valores. Após o processo de Fuzzificação configuramos as saídas conforme o processo de Defuzzificação. Para correlacionar as entradas com a saída, regras de inferência são necessárias, as quais serão configuradas em sequência.

2.1.2 CONFIGURAÇÃO DOS PARÂMETROS DE ENTRADA

Para cada entrada, é necessário configurar o parâmetro do range de atuação, que é composto por um intervalo de valores nítidos, permitindo, dessa forma, a mensuração das entradas. Com base na base de conhecimento do problema proposto, é atribuído a cada entrada um subconjunto denominado conjunto difuso, o qual é definido pelos parâmetros do range de atuação e da função de pertinência.

Para fazer a configuração das entradas, precisamos acessar a janela “Inputs” e adicionar todas as entradas do problema proposto, para esse exemplo adicionaremos apenas uma entrada “Luminosidade” que representará a luminosidade encontrada no ambiente. Ao adicionar a entrada, selecionamos a mesma e editamos os valores dando duplo-clique e clicando no botão “Edit” que nos levará até o campo de edição da variável.

Figura 7 – Adicionando Variáveis de Entrada

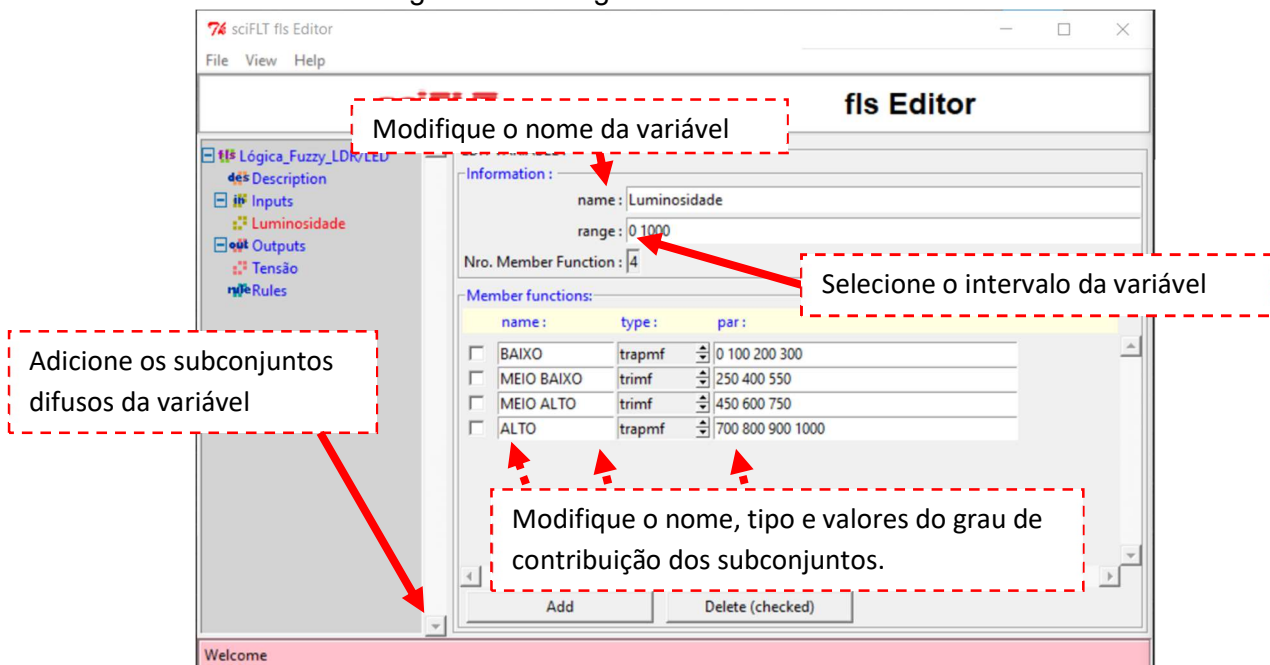


Fonte: Dos Autores.

Nesta janela, você poderá acionar quantas variáveis de entrada você julgar necessário para simular o problema proposto. Cada variável deverá ser configurada individualmente com base na base de conhecimento do seu processo, definindo parâmetros para os conjuntos difusos.

Na janela de edição da variável de entrada, foi realizada a configuração do intervalo de valores nítidos, permitindo a mensuração da entrada "Luminosidade" em um intervalo de 0 a 1000. De acordo com a base de conhecimento do problema proposto, foram atribuídos quatro subconjuntos à entrada criada, denominados conjuntos difusos, que são definidos pelos parâmetros do range de atuação e da função de pertinência.

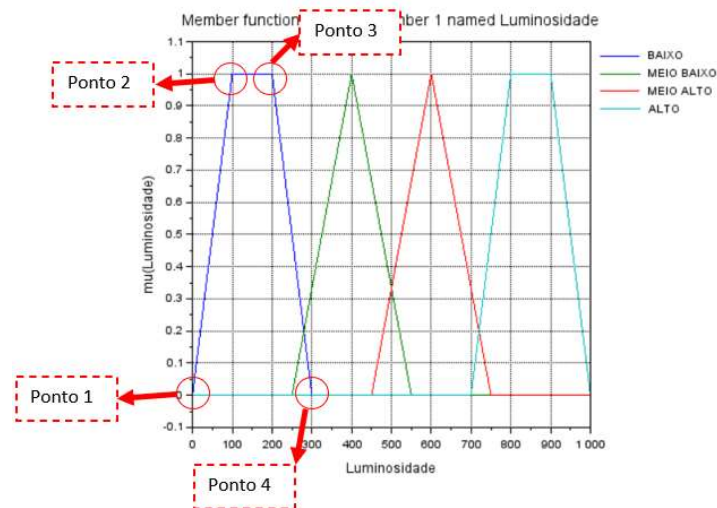
Figura 8 – Configurando Variável de Entrada



Fonte: Dos Autores.

Os subconjuntos "BAIXO" e "ALTO" foram identificados na visualização dos conjuntos difusos, sendo que o conjunto difuso correspondente recebeu uma função de pertinência trapmf (função trapezoidal), já os subconjuntos "MEIO BAIXO" e "MEIO ALTO" receberam uma função de pertinência trimf (função triangular). Para cada função de pertinência, é determinado um conjunto de valores no qual é medido seu grau de contribuição e a quantidade de pontos a serem inseridos no subconjunto. Por exemplo, uma função triangular requer três pontos, enquanto a trapezoidal requer quatro pontos.

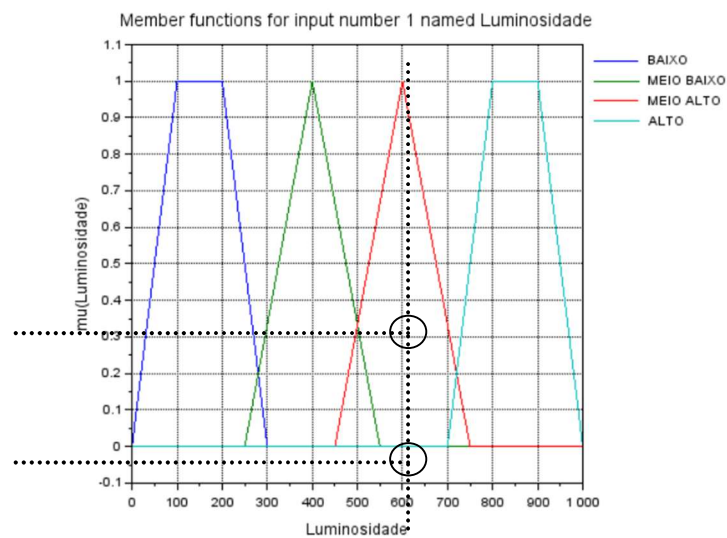
Figura 9 – Pontos de um Subconjunto do Conjunto “Luminosidade”



Fonte: Dos Autores.

Podemos observar o conjunto difuso da variável “Luminosidade” por meio de um gráfico no qual representa visualmente o grau de pertinência da função. Onde no eixo Y temos o grau de pertinência representando com um range de 0:1, e no eixo X o range de entrada da Luminosidade conforme a configuração previamente realizada de 0:1000. Para visualizarmos o contexto do conjunto difuso, utilizamos a variável de entrada “Luminosidade” plotando um gráfico e posteriormente traçamos uma reta horizontal afim de observar as funções de pertinência que influenciarão na saída no instante desejado, conforme a Figura 10.

Figura 10 – Conjunto Difuso “Luminosidade”



Fonte: Dos Autores.

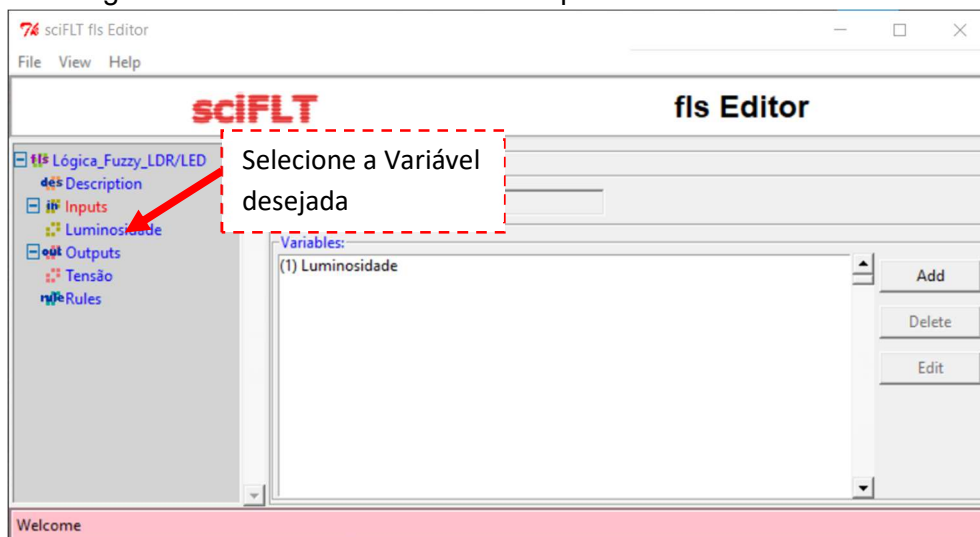
Foi selecionado o instante de Luminosidade de 740 para exemplificar, e assim, observamos que nesse instante a reta cruzou as funções de pertinência “MEIO ALTO” e “ALTO” e assim

podemos visualizar o grau de pertinência de cada funções, nitidamente notamos que o grau de influência na resposta será maior da função “ALTO” (próximo a 0,4 ou 40%) do que da função “MEIO ALTO” (próximo a 0,08 ou 8%) contudo será considerada as duas funções para a resposta neste instante.

2.1.3 EXIBIÇÃO DO GRÁFICO DAS VÁRIAVEIS

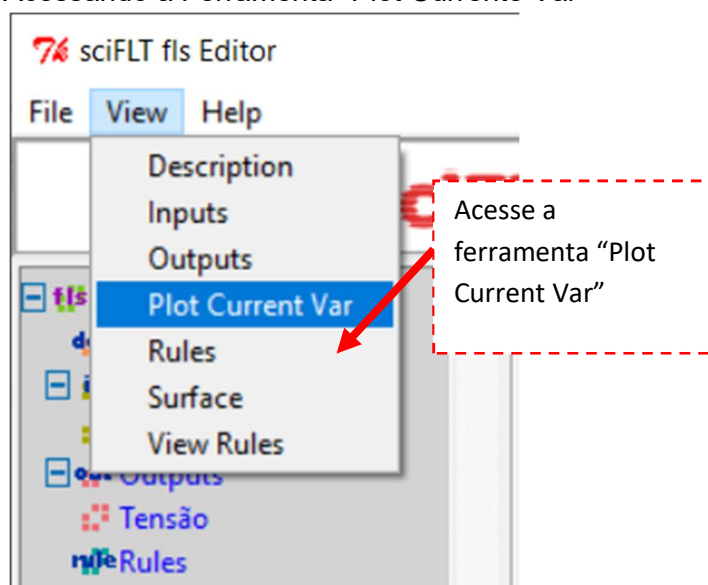
Para exibir o gráfico das variáveis (tanto variável de entradas quanto variáveis de saídas), selecionamos a variável desejada e em seguida no menu “View” selecionamos a ferramenta “Plot Currente Var” para exibir o gráfico da variável selecionada.

Figura 11 – Selecionando a Variável para Exibir o Gráfico



Fonte: Dos Autores.

Figura 12 – Acessando a Ferramenta “Plot Currente Var”



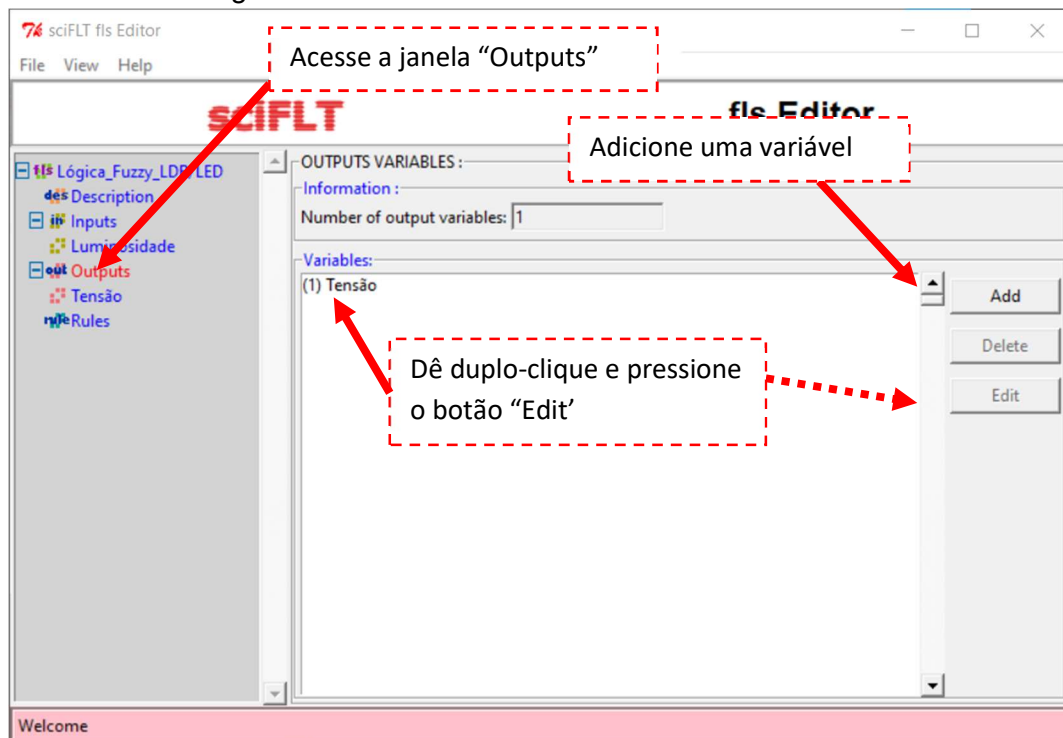
Fonte: Dos Autores.

2.1.4 CONFIGURAÇÃO DOS PARÂMETROS DE SAÍDA.

Para cada saída, também é necessário configurar o parâmetro do range de atuação, composto por um intervalo de valores nítidos. Com base na base de conhecimento do problema proposto, atribuímos um subconjunto (conjunto difuso) para cada saída.

Para fazer a configuração das saídas seguimos os mesmos passos utilizados nas configurações das entradas, acessando a janela “Outputs” e adicionar todas saídas do problema proposto, para esse exemplo adicionaremos apenas uma saída “Tensão” que representará o nível de tensão aplicado no LED. Ao adicionar a saída, selecionamos a mesma e editamos os valores dando duplo-clique e clicando no botão “Edit” que nos levará até o campo de edição da variável.

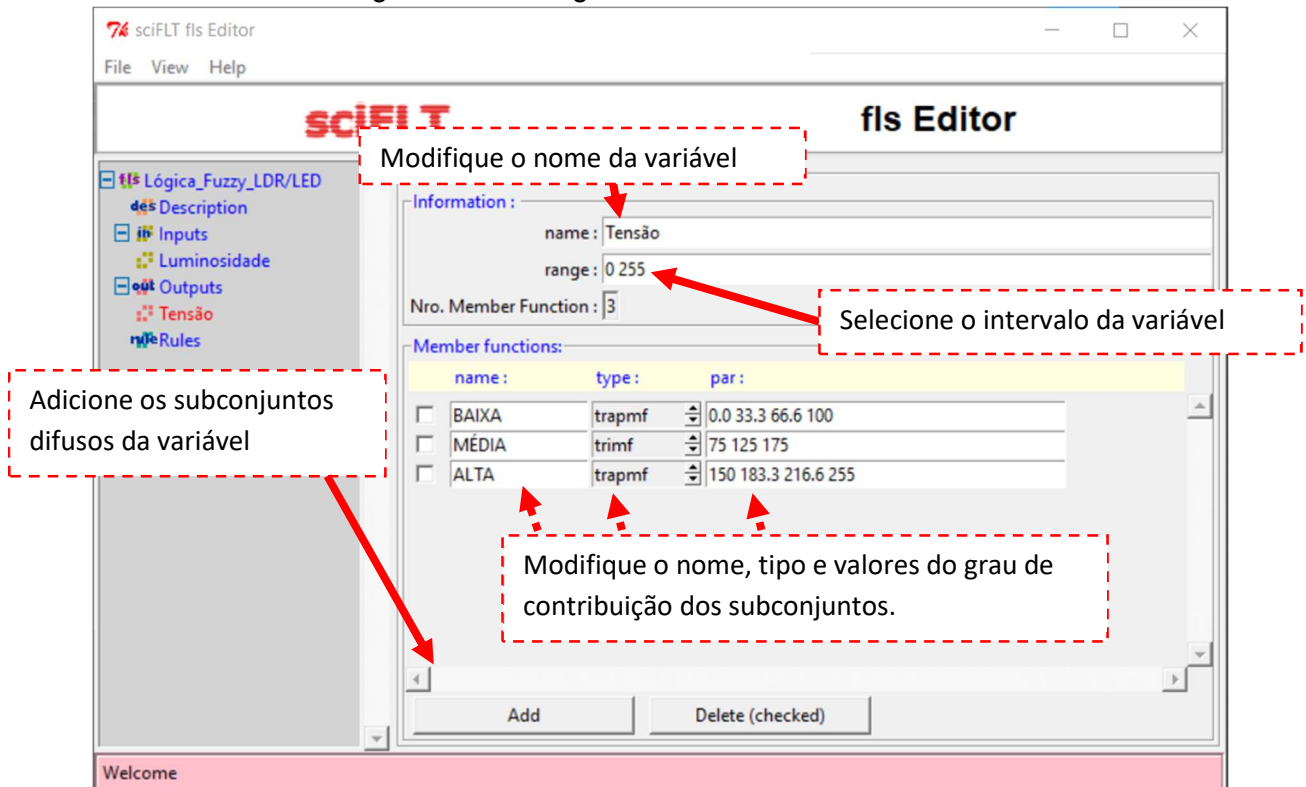
Figura 13 – Adicionando Variáveis de Saída



Fonte: Dos Autores.

Similar as variáveis de entrada, na janela das variáveis de saída, também possibilitam a criação de diversas variáveis, para exemplificar seu problema da melhor forma. Também se faz necessário uma configuração individual para cada variável conforme a base de conhecimentos do seu processo.

Figura 14 – Configurando Variáveis de Saída



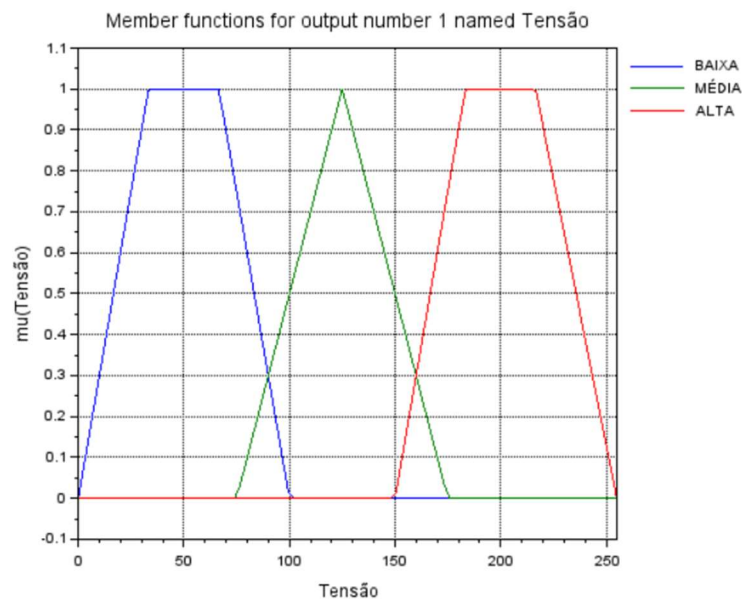
Fonte: Dos Autores.

Na janela de edição da variável de saída, foi realizada a configuração do intervalo de valores nítidos, permitindo a mensuração da saída "Tensão" em um intervalo de 0 a 255, o que não representa um sinal de tensão de 0 a 255 volts, e sim, o sinal poderá ser enviado a um microcontrolador fazer os devidos controles de tensão.

De acordo com a base de conhecimento do problema proposto, foram atribuídos três conjuntos difusos à saída criada. Os subconjuntos "BAIXA" e "ALTA" receberam uma função de pertinência trapmf (função trapezoidal), já o subconjunto "MÉDIA" recebeu uma função de pertinência trimf (função triangular). Sendo assim, temos 4 pontos para os subconjuntos "BAIXA" e "ALTA" e 3 pontos para o subconjunto "MÉDIA".

Utilizando a ferramenta "Plot Currente Var" conseguimos exibir o gráfico da variável de saída no qual facilita a configuração dos valores do grau de contribuição para cada subconjunto.

Figura 15 – Conjunto Difuso de Saída “Tensão”



Fonte: Dos Autores.

Podemos observar o conjunto difuso da variável “Saída” conforme o gráfico acima no qual representa visualmente o grau de pertinência de cada subconjunto da função. Onde no eixo Y temos o grau de pertinência representando com um range de 0:1, e no eixo X o range de entrada da Tensão conforme a configuração previamente realizada de 0:255.

2.1.5 DEFINIÇÃO DAS REGRAS, CORRELAÇÃO ENTRE ENTRADA E SAÍDA.

As devidas correlações entre as entradas e as saídas devem ser feitas de acordo com o estabelecimento de algumas regras, essas regras devem ser seguidas conforme a base de conhecimento do processo. Se uma determinada ação for correspondida, a saída estará de acordo com a sua regra criada para ela.

Para criar essas regras, devemos acessar a janela “Rules” que possibilitará a criação das regras de correlação. Inicialmente precisamos selecionar na variável de entrada (destacada no software pela cor azul) qual subconjunto será atribuído a essa regra e posteriormente selecionar na variável de saída (destacada no software pela cor roxa) qual subconjunto será atribuído a essa regra. Temos a opção também de selecionar, quando mais de uma variável de entrada, a opção “AND (traduzindo para o português: “E”) ou OR (traduzindo: “OU”) para assim, trazer várias opções de correlações para as entradas com a saída.

Figura 16 – Configuração das Regras de Correlação



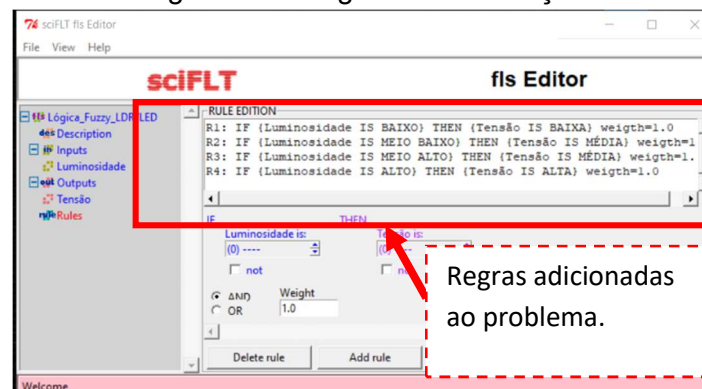
Fonte: Dos Autores.

Para essa situação problema, utilizamos apenas 4 regras de decisão, sendo elas:

- **R1:** Se “Luminosidade” for “BAIXO” então “Tensão” será “BAIXA”;
- **R2:** Se “Luminosidade” for “MEIO BAIXO” então “Tensão” será “MÉDIA”;
- **R3:** Se “Luminosidade” for “MEIO ALTO” então “Tensão” será “MÉDIA”;
- **R4:** Se “Luminosidade” for “ALTO” então “Tensão” será “ALTA”;

O modelo pode contemplar a quantidade de regras necessária para se aproximar da base de conhecimento existente do problema.

Figura 17 – Regras de Correlação



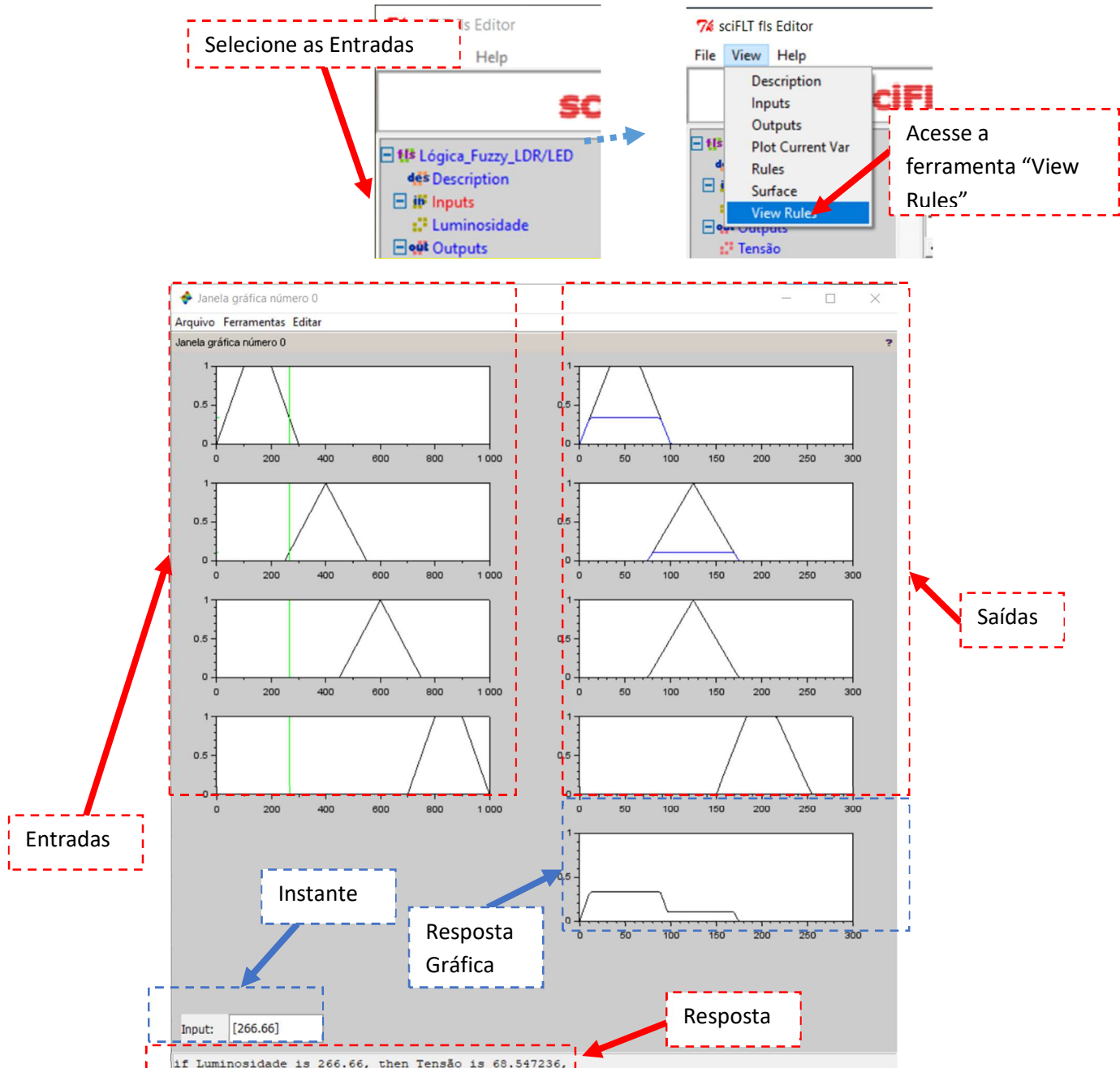
Fonte: Dos Autores.

2.1.6 EXIBIÇÃO DOS GRÁFICOS DAS REGRAS.

Com a definição dos parâmetros das entradas, saídas e regras; o próximo passo é analisar a regras. Para exibir os gráficos das regras, com as variáveis de entradas

selecionada, no menu “View” selecionamos a ferramenta “View Rules” e assim será exibida a janela gráfica.

Figura 18 – Acessando a Ferramenta “View Rules” e Exibição da Janela Gráfica



Fonte: Dos Autores.

2.2 EXPLICAÇÃO DE UMA LOGICA FUZZY INTRODUIZA NO ARDUINO.

Este código implementa um sistema de lógica fuzzy para controlar a velocidade de um objeto com base em sua distância de um obstáculo. A lógica fuzzy é uma técnica de inteligência artificial que lida com a incerteza e a imprecisão em sistemas de controle.

Tabela 2 – Código Proposto para Análise

Aplicação de uma Logica Fuzzy em Arduino	
<pre>#include <Fuzzy.h> // Instanciando um objeto Fuzzy Fuzzy *fuzzy = new Fuzzy(); void setup() { // Configurando a saída Serial Serial.begin(9600); // Definindo uma semente aleatória randomSeed(analogRead(0)); // Instanciando um objeto FuzzyInput FuzzyInput *distance = new FuzzyInput(1); // Instanciando um objeto FuzzySet FuzzySet *small = new FuzzySet(0, 20, 20, 40); // Incluindo o FuzzySet no FuzzyInput distance->addFuzzySet(small); // Instanciando um objeto FuzzySet FuzzySet *safe = new FuzzySet(30, 50, 50, 70); // Incluindo o FuzzySet no FuzzyInput distance->addFuzzySet(safe); // Instanciando um objeto FuzzySet FuzzySet *big = new FuzzySet(60, 80, 80, 80); // Incluindo o FuzzySet no FuzzyInput distance->addFuzzySet(big); // Incluindo o FuzzyInput no Fuzzy fuzzy->addFuzzyInput(distance); // Instanciando um objeto FuzzyOutput FuzzyOutput *speed = new FuzzyOutput(1); // Instanciando um objeto FuzzySet FuzzySet *slow = new FuzzySet(0, 10, 10, 20); // Incluindo o FuzzySet no FuzzyOutput</pre>	<pre>// Incluindo a FuzzyRule no Fuzzy fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule01); // Criando a regra "SE a distância é segura ENTÃO a velocidade é média" // Instanciando um objeto FuzzyRuleAntecedent FuzzyRuleAntecedent *ifDistanceSafe = new FuzzyRuleAntecedent(); // Criando um FuzzyRuleAntecedent com apenas um FuzzySet ifDistanceSafe->joinSingle(safe); // Instanciando um objeto FuzzyRuleConsequent FuzzyRuleConsequent *thenSpeedAverage = new FuzzyRuleConsequent(); // Incluindo um FuzzySet neste FuzzyRuleConsequent thenSpeedAverage->addOutput(average); // Instanciando um objeto FuzzyRule FuzzyRule *fuzzyRule02 = new FuzzyRule(2, ifDistanceSafe, thenSpeedAverage); // Incluindo a FuzzyRule no Fuzzy fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule02); // Criando a regra "SE a distância é grande ENTÃO a velocidade é alta" // Instanciando um objeto FuzzyRuleAntecedent FuzzyRuleAntecedent *ifDistanceBig = new FuzzyRuleAntecedent(); // Criando um FuzzyRuleAntecedent com apenas um FuzzySet ifDistanceBig->joinSingle(big); // Instanciando um objeto FuzzyRuleConsequent FuzzyRuleConsequent *thenSpeedFast = new FuzzyRuleConsequent(); // Incluindo um FuzzySet neste FuzzyRuleConsequent thenSpeedFast->addOutput(fast); // Instanciando um objeto FuzzyRule FuzzyRule *fuzzyRule03 = new FuzzyRule(3, ifDistanceBig, thenSpeedFast); // Incluindo a FuzzyRule no Fuzzy fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule03); }</pre>

<pre> speed->addFuzzySet(slow); // Instanciando um objeto FuzzySet FuzzySet *average = new FuzzySet(10, 20, 30, 40); // Incluindo o FuzzySet no FuzzyOutput speed->addFuzzySet(average); // Instanciando um objeto FuzzySet FuzzySet *fast = new FuzzySet(30, 40, 40, 50); // Incluindo o FuzzySet no FuzzyOutput speed->addFuzzySet(fast); // Incluindo o FuzzyOutput no Fuzzy fuzzy->addFuzzyOutput(speed); // Criando a regra Fuzzy "SE distância = small ENTÃO velocidade = slow" // Instanciando um objeto FuzzyRuleAntecedent FuzzyRuleAntecedent *ifDistanceSmall = new FuzzyRuleAntecedent(); // Criando um FuzzyRuleAntecedent com um único FuzzySet ifDistanceSmall->joinSingle(small); // Instanciando um objeto FuzzyRuleConsequent FuzzyRuleConsequent *thenSpeedSlow = new FuzzyRuleConsequent(); // Incluindo um FuzzySet neste FuzzyRuleConsequent thenSpeedSlow->addOutput(slow); // Instanciando um objeto FuzzyRule FuzzyRule *fuzzyRule01 = new FuzzyRule(1, ifDistanceSmall, thenSpeedSlow); </pre>	<pre> void loop() { // Obtendo um valor aleatório int input = random(0, 80); // Imprimindo algo Serial.println("\n\nEntrance: "); Serial.print("\t\tDistance: "); Serial.println(input); // Definindo o valor aleatório como entrada fuzzy->setInput(1, input); // Executando a Fuzzificação fuzzy->fuzzify(); // Executando a Defuzzificação float output = fuzzy->defuzzify(1); // Imprimindo algo Serial.println("Result: "); Serial.print("\t\tSpeed: "); Serial.println(output); // esperando 12 segundos delay(12000); } </pre>
---	--

Fonte: eFLL/arduino_simple_sample.ino at master · alvesoaj/eFLL · GitHub

Na inicialização do programa, são criados dois objetos FuzzyInput e FuzzyOutput, que representam as variáveis de entrada e saída do sistema, respectivamente. Cada objeto é composto por 3 objetos FuzzySet, que definem conjuntos fuzzy que descrevem o comportamento da variável. São criadas então três FuzzySet para o FuzzyInput "distância" e três para o FuzzyOutput "velocidade".

Sendo elas:

FuzzyInput (distance):

```
small = (0, 20, 20, 40);
```

safe = (30, 50, 50, 70);

big = (60, 80, 80, 80).

FuzzyOutput (speed):

slow = (0, 10, 10, 20);

average = (10, 20, 30, 40);

fast = (30, 40, 40, 50).

Em seguida, são definidas regras fuzzy que relacionam as variáveis de entrada e saída. As regras fuzzy são definidas pelo objeto FuzzyRule, que contém um FuzzyRuleAntecedent (que descreve as condições da regra) e um FuzzyRuleConsequent (que descreve a ação a ser tomada se a condição for verdadeira). São definidas três regras que relacionam cada FuzzySet do FuzzyInput "distância" a um FuzzySet do FuzzyOutput "velocidade".

Sendo elas:

SE a distância = small ENTÃO a velocidade = slow;

SE a distância = safe ENTÃO a velocidade = média;

SE a distância = big ENTÃO a velocidade = alta.

No loop principal, é gerado um valor aleatório (de 0 a 80) para a entrada e, em seguida, é realizado o processo de fuzzificação, que determina em que grau cada FuzzySet da variável de entrada é verdadeiro para o valor de entrada. Então, é feita a defuzzificação, que determina a saída do sistema com base nas regras definidas e nos graus de verdade dos FuzzySets. O valor da saída é impresso no monitor serial.

A lógica fuzzy tem diversas aplicações em tecnologia, como em sistemas de controle, reconhecimento de padrões, previsão de séries temporais, sistemas especialistas, entre outros. Ela é particularmente útil em sistemas que lidam com imprecisão ou incerteza, onde as regras de controle não são facilmente expressas por meio de lógica booleana.

Tabela 3 – Código Comentado

Aplicação de uma Logica Fuzzy em Arduino Comentada	
<pre>#include <Fuzzy.h> Fuzzy *fuzzy = new Fuzzy();</pre>	<p>Inicia-se incluindo a biblioteca "Fuzzy.h" responsável pelas configurações dos parametros de entrada e saída, bem como, as regras responsáveis pela fuzzificação e defuzzificação.</p>

<pre>void setup() { Serial.begin(9600); randomSeed(analogRead(0)); FuzzyInput *distance = new FuzzyInput(1); FuzzySet *small = new FuzzySet(0, 20, 20, 40); distance->addFuzzySet(small); FuzzySet *safe = new FuzzySet(30, 50, 50, 70); distance->addFuzzySet(safe); FuzzySet *big = new FuzzySet(60, 80, 80, 80); distance->addFuzzySet(big); fuzzy->addFuzzyInput(distance);</pre>	<p>Criado um numero aleatorio para a entrada (RandomSeed).</p> <p>Configurações das entradas conforme conhecimento do processo.</p> <p>Neste exemplo (Ao lado), temos três entradas:</p> <pre>small = (0, 20, 20, 40); safe = (30, 50, 50, 70); big = (60, 80, 80, 80).</pre>
<pre>FuzzyOutput *speed = new FuzzyOutput(1); FuzzySet *slow = new FuzzySet(0, 10, 10, 20); speed->addFuzzySet(slow); FuzzySet *average = new FuzzySet(10, 20, 30, 40); speed->addFuzzySet(average); FuzzySet *fast = new FuzzySet(30, 40, 40, 50); speed->addFuzzySet(fast); fuzzy->addFuzzyOutput(speed);</pre>	<p>Configurações das saídas conforme conhecimento do processo.</p> <p>Neste exemplo (Ao lado), temos três saídas:</p> <pre>slow = (0, 10, 10, 20); average = (10, 20, 30, 40); fast = (30, 40, 40, 50).</pre>
<pre>FuzzyRuleAntecedent *ifDistanceSmall = new FuzzyRuleAntecedent(); ifDistanceSmall->joinSingle(small); FuzzyRuleConsequent *thenSpeedSlow = new FuzzyRuleConsequent(); thenSpeedSlow->addOutput(slow); FuzzyRule *fuzzyRule01 = new FuzzyRule(1, ifDistanceSmall, thenSpeedSlow); fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule01); FuzzyRuleAntecedent *ifDistanceSafe = new FuzzyRuleAntecedent(); ifDistanceSafe->joinSingle(safe);</pre>	<p>Definição das Regras do sistema Fuzzy, de acordo com os parâmetros de entrada com os parâmetros de saída.</p> <p>Neste exemplo (Ao lado), temos três regras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SE a distância = small ENTÃO a velocidade = slow; • SE a distância = safe ENTÃO a velocidade = média; • SE a distância = big ENTÃO a velocidade = alta.

<pre> FuzzyRuleConsequent *thenSpeedAverage = new FuzzyRuleConsequent(); thenSpeedAverage->addOutput(average); FuzzyRule *fuzzyRule02 = new FuzzyRule(2, ifDistanceSafe, thenSpeedAverage); fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule02); FuzzyRuleAntecedent *ifDistanceBig = new FuzzyRuleAntecedent(); ifDistanceBig->joinSingle(big); FuzzyRuleConsequent *thenSpeedFast = new FuzzyRuleConsequent(); thenSpeedFast->addOutput(fast); FuzzyRule *fuzzyRule03 = new FuzzyRule(3, ifDistanceBig, thenSpeedFast); fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule03); } </pre>	
<pre> void loop() { int input = random(0, 80); Serial.println("\n\n\nEntrance: "); Serial.print("\t\tDistance: "); Serial.println(input); </pre>	<p>Início da Função LOOP no qual é responsável por rodar o código incessantemente.</p> <p>Impressão do sinal de Entrada.</p>
<pre> fuzzy->setInput(1, input); fuzzy->fuzzify(); float output = fuzzy->defuzzify(1); </pre>	<p>Fuzzificação e Defuzzificação do sinal de entrada para o sinal de saída.</p>
<pre> Serial.println("Result: "); Serial.print("\t\tSpeed: "); Serial.println(output); delay(12000); } </pre>	<p>Impressão do sinal de Saida com um tempo de espera de 12s para cada loop.</p>

Fonte: Dos autores.

Aplicação Prática Realizada no Arduino

<pre>#include <Fuzzy.h> #define PIN_PWM 5 Fuzzy *fuzzy = new Fuzzy(); int Luminosidade_LDR = 0; void setup() { pinMode (A0, INPUT); pinMode (5, OUTPUT); Serial.begin(9600); }</pre>	<p>Inicia-se incluindo a biblioteca “Fuzzy.h”</p> <p>Também, definindo a variável “define” como PIN_PWM 5</p> <p>Definindo a variável Luminosidade_LDR como inteiro com valor 0</p> <p>Iniciando as configurações como o pino A0 do arduino como Entrada e o pino 5 do arduino como Saida.</p>
<pre>FuzzyInput *Luminosidade = new FuzzyInput(1); FuzzySet *BAIXO = new FuzzySet(0, 100, 200, 300); Luminosidade->addFuzzySet(BAIXO); FuzzySet *MEIO_BAIXO = new FuzzySet(250, 400, 400, 550); Luminosidade->addFuzzySet(MEIO_BAIXO); FuzzySet *MEIO_ALTO = new FuzzySet(450, 600, 600, 750); Luminosidade->addFuzzySet(MEIO_ALTO); FuzzySet *ALTO = new FuzzySet(600, 800, 900, 1000); Luminosidade->addFuzzySet(ALTO); fuzzy->addFuzzyInput(Luminosidade);</pre>	<p>Configurações das entradas conforme conhecimento do processo.</p> <p>Para essa aplicação usamos quatro entradas:</p> <p>BAIXO = (0, 100, 200, 300);</p> <p>MEIO_BAIXO = (250, 400, 400, 550);</p> <p>MEIO_ALTO = (450, 600, 600, 750);</p> <p>ALTO = (600, 800, 900, 1000).</p>
<pre>FuzzyOutput *Tensao = new FuzzyOutput(1); FuzzySet *BAIXA = new FuzzySet(0, 30, 61, 100); Tensao->addFuzzySet(BAIXA); FuzzySet *MEDIA = new FuzzySet(75, 125, 125, 175); Tensao->addFuzzySet(MEDIA); FuzzySet *MEDIA2 = new FuzzySet(75, 125, 125, 175); Tensao->addFuzzySet(MEDIA2); FuzzySet *ALTA = new FuzzySet(150, 183, 217, 255); Tensao->addFuzzySet(ALTA); fuzzy->addFuzzyOutput(Tensao);</pre>	<p>Configurações das saídas conforme conhecimento do processo.</p> <p>Para essa aplicação usamos quatro saídas:</p> <p>BAIXA = (0, 30, 61, 100);</p> <p>MEDIA = (75, 125, 125, 175); ~Para relacionar com Meio_Baixo</p> <p>MEDIA2 = (75, 125, 125, 175). ~Relacionar com Meio_Alto</p> <p>ALTA = (150, 183, 217, 255).</p>

<pre> FuzzyRuleAntecedent *ifLuminosidadeBAIXO = new FuzzyRuleAntecedent(); ifLuminosidadeBAIXO->joinSingle(BAIXO); FuzzyRuleConsequent *thenTensaoALTA = new FuzzyRuleConsequent(); thenTensaoALTA->addOutput(ALTA); FuzzyRule *fuzzyRule01 = new FuzzyRule(1, ifLuminosidadeBAIXO, thenTensaoALTA); fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule01); FuzzyRuleAntecedent *ifLuminosidadeMEIO_BAIXO = new FuzzyRuleAntecedent(); ifLuminosidadeMEIO_BAIXO->joinSingle(MEIO_BAIXO); FuzzyRuleConsequent *thenTensaoMEDIA = new FuzzyRuleConsequent(); thenTensaoMEDIA->addOutput(MEDIA); FuzzyRule *fuzzyRule02 = new FuzzyRule(2, ifLuminosidadeMEIO_BAIXO, thenTensaoMEDIA); fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule02); FuzzyRuleAntecedent *ifLuminosidadeMEIO_ALTO = new FuzzyRuleAntecedent(); ifLuminosidadeMEIO_ALTO->joinSingle(MEIO_ALTO); FuzzyRuleConsequent *thenTensaoMEDIA2 = new FuzzyRuleConsequent(); thenTensaoMEDIA2->addOutput(MEDIA2); FuzzyRule *fuzzyRule04 = new FuzzyRule(4, ifLuminosidadeMEIO_ALTO, thenTensaoMEDIA2); fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule04); FuzzyRuleAntecedent *ifLuminosidadeALTO = new FuzzyRuleAntecedent(); ifLuminosidadeALTO->joinSingle(ALTO); FuzzyRuleConsequent *thenTensaoBAIXA = new FuzzyRuleConsequent(); thenTensaoBAIXA->addOutput(BAIXA); FuzzyRule *fuzzyRule03 = new FuzzyRule(3, ifLuminosidadeALTO, thenTensaoBAIXA); fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule03); } </pre>	<p>Definição das Regras do sistema Fuzzy, de acordo com os parâmetros de entrada com os parâmetros de saída.</p> <p>Para essa aplicação usamos quatro regras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SE a Luminosidade = BAIXO então o nível de tensão = ALTA; • SE a Luminosidade = MEIO_BAIXO então o nível de tensão = MEDIA; • SE a Luminosidade = MEIO_ALTO então o nível de tensão = MEDIA2; • SE a Luminosidade = ALTO então o nível de tensão = ALTA.
<pre> void loop() { </pre>	<p>Início da Função LOOP no qual é responsável por rodar o código incessantemente.</p>

<pre>Luminosidade_LDR = analogRead(A0); int input = Luminosidade_LDR;</pre>	<p>Definição da variável Luminosidade_LDR como o valor coletado pela porta A0.</p> <p>Definindo variável inteira input como o valor da variável Luminosidade_LDR</p>
<pre>Serial.println("\nEntrada: "); Serial.print("Luminosidade: "); Serial.println(input);</pre>	<p>Impressão do sinal de Entrada.</p>
<pre>fuzzy->setInput(1, input); fuzzy->fuzzify(); int output = fuzzy->defuzzify(1);</pre>	<p>Fuzzificação e Defuzzificação do sinal de entrada para o sinal de saída.</p>
<pre>Serial.println("Saída: "); Serial.print("Tensão: "); Serial.println(output);</pre>	<p>Impressão do sinal de Saída.</p>
<pre>analogWrite(PIN_PWM, output); delay (50); }</pre>	<p>Jogando no pino 5 (PIN_PWM) a variável output que é o sinal defuzzificado, onde varia entre 0:255, e assim, proporcionalmente alimentará o LED com 0:5V.</p>

Fonte: Dos autores.

3 RESULTADOS

Ao aplicar a lógica fuzzy no software Scilab para simular o controle de tensão em um LED com base na iluminação do ambiente, foi obtido um resultado eficiente contudo com poucas oscilações de saída regulação do sinal de tensão no LED, variando o sinal próximo de 50 a 200, contudo proporcionando uma adaptação satisfatória à variação das condições de iluminação.

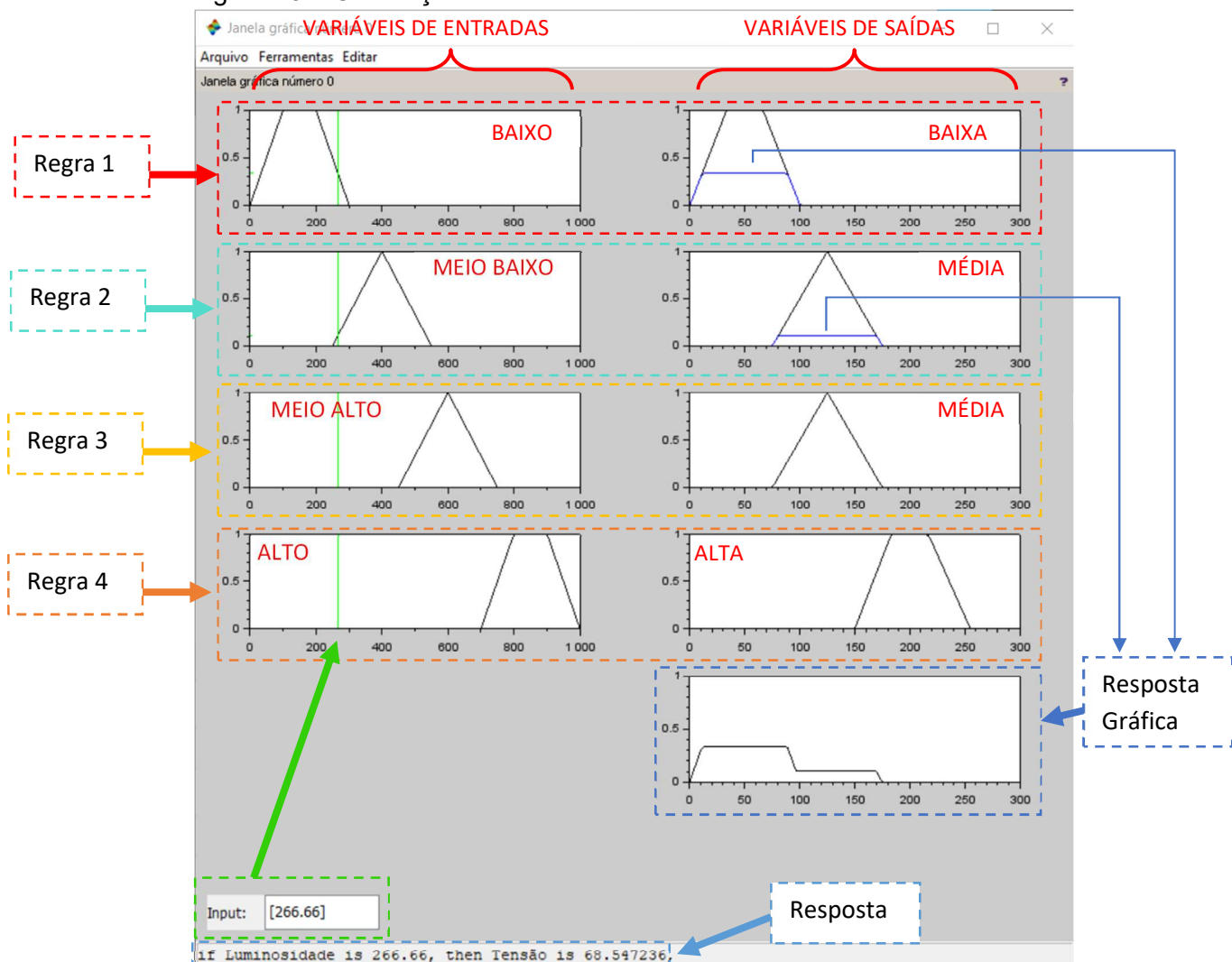
Quando visualizados a prática aplicada no Arduino conseguimos interpretar melhor a relação entre entrada e saída, que representa o processo de fuzzyficação e

defuzzificação. Também podemos notar as poucas oscilações de saída também encontradas no simulador conforme os parâmetros e regras aplicadas.

3.1 RESULTADOS NA SIMULAÇÃO PELO SOFTWARE SCILAB V.6.1.1.

O nível de tensão aplicado no LED é definido conforme a variável ILUMINAÇÃO, e assim, a saída analisa os graus de pertinências da variável e se comporta de acordo com o grau de pertinência mais influente.

Figura 20 – Correlação entre Entrada e Saída de acordo com o Instante Selecionado



Fonte: Dos Autores.

E assim, representando o problema proposto, o nível de tensão aplicado no LED se mostra proporcional a relação das entradas, e faz uso do método de centro de massa para definir o valor final, conforme apresentado na figura, sendo assim, temos um valor atribuído

na saída de 68.54, para uma resposta em que a iluminação possui um valor de 266.66. Nesta situação, existe a aplicação de duas das regras feitas.

Ou seja, para uma entrada onde a iluminação é de 266.66 é correlacionado os subgrupos de entrada “MEIO ALTO” e “MEIO BAIXA” com o de saída “MÉDIA” e assim o resultado com um nível de sinal de tensão de 68,54. Realizou-se diversas simulações no software, a fim de validar as possibilidades do problema. A tabela abaixo contempla os valores das entradas e os respectivos resultado da saída, sendo possível observar a coerência entre os valores.

Tabela 4 – Simulações.

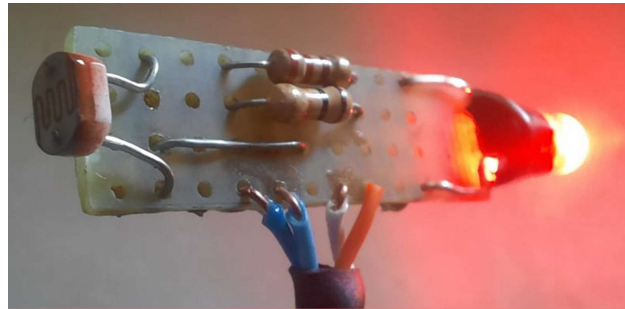
Simulação	Luminosidade	Tensão
1	66.66	49.99
2	133.33	49.99
3	200.00	49.99
4	266.66	68.54
5	333.33	124.99
6	400.00	124.99
7	466.66	124.99
8	533.33	124.99
9	600.00	124.99
10	666.66	124.99
11	733.33	183.77
12	800.00	201.43
13	866.66	201.43
14	933.33	201.73
15	990.00	202.23

Fonte: Dos Autores.

3.2 RESULTADOS NA APLICAÇÃO PRÁTICA UTILIZANDO O ARDUINO.

Uma vez que feito a simulação no software Scilab juntamente com a montagem do prototipo no Arduino aplicando o código descrito acima, seguimos com a montagem do circuito na placa universal para assim, obter uma melhor experiencia nos testes e análises realizadas.

Figura 21 – Circuito Montado na Placa Universal



Fonte: Dos Autores.

Quando comparamos os resultados das simulações realizadas no Scilab com a lógica aplicada no Arduino, conseguimos visualizar nitidamente a similaridade dos valores encontrados após a Defuzzificação, classificando as saídas em grupos:

Tabela 5 – Simulações Divididas em Grupos

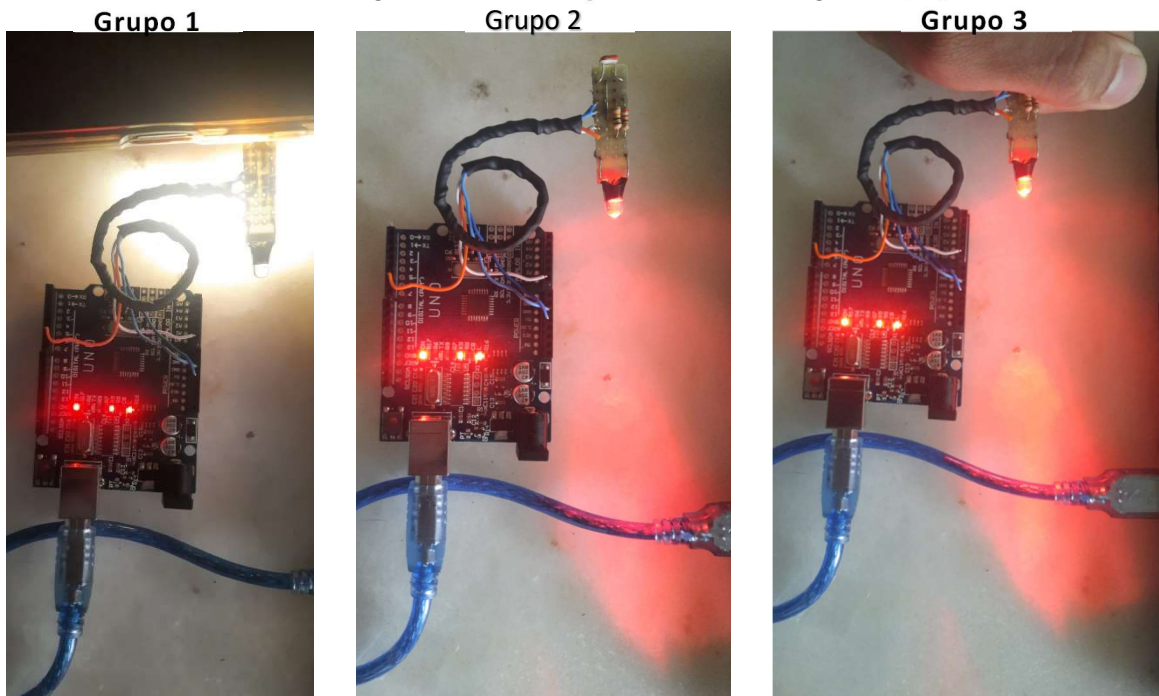
Simulação	Luminosidade	Tensão	
1	66.66	49.99	➔ Grupo 1
2	133.33	49.99	
3	200.00	49.99	➔ Grupo 2
4	266.66	68.54	
5	333.33	124.99	
6	400.00	124.99	
7	466.66	124.99	➔ Grupo 3
8	533.33	124.99	
9	600.00	124.99	
10	666.66	124.99	
11	733.33	183.77	
12	800.00	201.43	

13	866.66	201.43
14	933.33	201.73
15	990.00	202.23

Fonte: Dos Autores.

Assim, reproduzindo as simulações na placa montada, conseguimos visualizar a resposta do LED conforme a luminosidade de acordo com as simulações realizadas, no primeiro teste utilizamos a lanterna de um celular para facilitar a elevação da iluminação ambiente, no segundo teste temos a luminosidade natural e no terceiro teste foi tampado o sensor LDR para reduzir a iluminação ambiente, como podemos ver na figura abaixo:

Figura 22 – Aplicação Prática da Logica Fuzzy



Fonte: Dos Autores.

4 CONCLUSÃO

Em conclusão, expressamos de forma clara e didática a lógica fuzzy e como ela pode ser aplicada em controle de iluminação, tanto por meio de simulações no software Scilab quanto por meio da implementação prática em uma placa eletrônica com um LDR e um LED no Arduino. A importância desse assunto para a indústria em geral é evidente, já que a eficiência energética é uma preocupação crescente em processos industriais. O controle de luminosidade em barracões de depósitos industriais, por exemplo, pode resultar em

economia de energia significativa, automatizando para um cenário onde a iluminação artificial possa ser controlada de acordo com a iluminação natural do ambiente.

É importante destacar que a lógica fuzzy pode ser aplicada em diversas áreas da indústria para otimizar processos e promover a eficiência energética. Por meio do controle de variáveis como temperatura, umidade e fluxo de materiais, é possível reduzir o desperdício de energia e recursos, aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos produtos. Além disso, a lógica fuzzy pode ser usada para sistemas de controle de tráfego, controle de processos químicos, entre outros. Em resumo, a lógica fuzzy é uma ferramenta poderosa para otimização de processos e para a promoção da eficiência energética em diversas aplicações industriais.

Este artigo pode mudar a perspectiva das pessoas sobre a utilização da lógica fuzzy. Ao apresentar exemplos práticos de como essa técnica pode ser aplicada, evidenciando como ela pode ser uma solução viável e eficiente em diversas áreas. Além disso, é importante destacar como a lógica fuzzy pode contribuir para a sustentabilidade, já que a eficiência energética é uma questão cada vez mais importante em todo o mundo. Em suma, este artigo é um convite para que mais pessoas se interessem e se envolvam no desenvolvimento de soluções inovadoras para os desafios do mundo moderno, em que a sustentabilidade é uma questão chave para o futuro.

REFERÊNCIAS

Sampaio, F., Cuenca, M., Rodrigues, R., & Silva, W. C. (2022). Metodologia para simulação da Lógica Fuzzy através do SCILAB SciFLTEditor. SENAI Londrina PR, 1(1), pp. 1-18.

Autodesk. (2023). Tinkercad [Simulação de Arduino, Módulo: eletrônica]. Recuperado de <https://www.tinkercad.com/>

TEDESCO, Patricia; GERMANO, Vasconcelos. Lógica Fuzzy. Recuperado em 24 de abril de 2023, de <https://www.cin.ufpe.br/~if684/EC/aulas/Aula-logica-Fuzzy-SI.pdf>.

ALVES, Otávio. eFLL - Fuzzy Logic Library for Arduino. Disponível em: <https://github.com/alvesoj/eFLL>. Acesso em: 24 de abril de 2023.

ARDUINO. Software. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/software>. Acesso em: 27 de abril de 2023.

ARDUINO. Tutorials. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/HomePage>. Acesso em: 27 de abril de 2023.

Capítulo III – A importância da comunicação em Gestão de Projetos: estudo de caso em uma indústria de automação robótica

Alana Rafaely¹

João Berlim²

Keylla Rodrigues³

Larissa Farias⁴

Mariana Igeski⁵

Oceania Moya⁶

Ana Crhistina Vanali⁷

Ana Cristina Fermino Deschamps⁸

Cassiana Fagundes da Silva⁹

Denice Lusa¹⁰

Eli Carlos Dal Pupo¹¹

Joair Rossetto Schelela Junior¹²

Jorge Ferreira De Sa Junior¹³

Suellen Terroso de Mendonça Ferreira Jacoboski¹⁴

Thiago Schaedler Uhlmann¹⁵

Tuany Kasiorowski Neves¹⁶

RESUMO

Este trabalho tem como tema central o desafio de elaborar uma ferramenta em que os setores envolvidos nos projetos consigam se comunicar em uma empresa de automação e robótica. A empresa selecionada para a realização da pesquisa de campo foi a Empresa em setembro de 2023. A referida pesquisa teve como objetivo geral o estudo de uma ferramenta para a organização dos prazos dos múltiplos projetos e específicos levantar a situação atual, buscar alternativa de solução e elaborar um plano de ação. Sendo uma pesquisa de natureza qualitativa, utilizou-se como metodologia para o desenvolvimento do presente trabalho para a coleta de dados e análise dos dados pesquisa de campo, entrevista informal, pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, pesquisa de internet,

¹ Estudante de Bacharelado em Administração UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais

² Estudante de Bacharelado em Administração UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais

³ Estudante de Bacharelado em Administração UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais

⁴ Estudante de Bacharelado em Administração UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais

⁵ Estudante de Bacharelado em Administração UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais

⁶ Estudante de Bacharelado em Administração UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais

⁷ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, ana.vanali@sistemafiep.org.br

⁸ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, ana.deschamps@sistemafiep.org.br

⁹ Docente UniSenaiPR - Campus Afonso Pena, cassiana.silva@sistemafiep.org.br

¹⁰ Docente UniSenaiPR - Campus Afonso Pena, denice.lusa@sistemafiep.org.br

¹¹ Docente UniSenaiPR - Campus Afonso Pena, eli.pupo@sistemafiep.org.br

¹² Docente UniSenaiPR - Campus Afonso Pena, joair.junior@sistemafiep.org.br

¹³ Docente UniSenaiPR - Campus CIC, jorge.junior@sistemafiep.org.br

¹⁴ Docente UniSenaiPR - Campus CIC, suellen.jacoboski@sistemafiep.org.br

¹⁵ Docente UniSenaiPR - Campus Afonso Pena, thiago.uhlmann@sistemafiep.org.br

¹⁶ Docente UniSenaiPR - Campus Afonso Pena, tuany.neves@sistemafiep.org.br

Brainstorming, estudo de casos, Benchmarking, Matriz Gut, e Matriz Swot. Para a elaboração do plano de ação foram utilizados 5W2H e Cronograma de Gantt. Utilizou-se como referencial teórico os conceitos de Lacerda, Ferreira, Hofstede, Feltrin e entre outros. Na apresentação dos resultados da pesquisa, através do plano de ação sugeriu-se ampliação do uso da ferramenta Bitrix24 e a implementação da avaliação de desempenho por objetivos.

Palavras-chave: Projetos. Comunicação Organizacional. Recursos Humanos.

1. INTRODUÇÃO

A comunicação desempenha um papel fundamental nas interações humanas, no desenvolvimento das sociedades e no funcionamento das organizações, desde as relações interpessoais até os processos de negociação.

Para Chiavenato (2004), a comunicação desempenha um papel fundamental para as experiências humanas e a organização social, importantíssimo no relacionamento entre as pessoas e na explicação das orientações. Fora isso, a explícita significância das redes de comunicação para que esse papel fundamental seja exercido, não havendo somente uma maneira universal de comunicação nas corporações, afinal, as informações e dados são compartilhados para diversos fins e em diferentes circunstâncias. Necessitando assim de análises das redes para se identificar as maneiras mais indicadas de se comunicar em determinadas situações.

Uma das situações da qual é estritamente necessário a comunicação, certamente é a gestão de projetos. Segundo Campos (2012), a gestão de projetos baseia-se em uma totalidade, uma formação de práticas, princípios e aplicações de técnicas para a lideranças de grupos de projetos, o controle de toda a programação, dos custos, riscos e a gestão dos desempenhos para o cumprimento das exigências de um cliente final, apoiando-se em duas fases nucleares, o planejamento e o controle de projetos. Com a comunicação sendo de extrema importância para a liderança, para o bom entendimento e desdobramento das atividades do projeto, necessitando também, de bastante atenção na interação interpessoal para a eficácia do comunicado.

Constata-se dessa maneira, o valor do papel interno na comunicação, sendo para o Curvello (2012), que tal papel interno desempenha uma função estratégica fundamental na criação de um ambiente simbólico, que, combinado com as práticas de gestão de recursos humanos, desenvolve como objetivo, a aproximação e a integração dos diferentes públicos aos princípios e objetivos centrais da organização. Formado por um agrupamento de ações

com o objetivo de manter a coesão interna ao redor dos valores que precisam ser admitidos e transmitidos por todos para gerar uma imagem pública positiva.

Ainda abordado por Curvello (2012), uma grande definidora do caráter interno das ações das organizações, é a cultura organizacional, através de suas instâncias, torna-se factível captar as razões da relação interna, suas mediações, contradições, para a compreensão melhor dos sucessos e fracassos organizacionais, facilidades ou dificuldades, para o melhor entendimento dos estágios administrativos.

Já por outro lado, para Schein (2006), a cultura organizacional é formada por diferentes níveis, começando pelo nível de artefatos visíveis, são aqueles manifestos de maneira visível e tangível, formada pela arquitetura, as maneiras de se vestir, as tecnologias, documentos públicos, entre outros. O segundo nível é formado pelos valores, dos quais são um tanto quanto mais difíceis de identificar do que o primeiro nível, geralmente percebidos através das interações, elas são as crenças fundamentais e as normas de grupo. Por fim, o terceiro nível, o mais difícil de se identificar e conhecido como pressupostos básicos, muitas vezes inconsciente, trata-se de pressupostos que orientam o pensamento e o comportamento dos membros da organização.

O presente artigo foi formulado conforme o contexto atual da empresa estudada, foi trabalhado com as ferramentas e metodologias necessárias para a resolução dos problemas apresentados através de entrevista informal e visita nas instalações da empresa durante o segundo semestre de 2023.

A empresa alvo apresenta sérios problemas relacionados a comunicação interna entre os setores que trabalham com projetos e uma cultura colaborativa problemática. O objetivo deste trabalho é a apresentação de possíveis causas para os problemas citados, assim como propostas de planos de ação a serem tomados para a conclusão da problemática apresentada.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nessa estação, serão tratados o tema abordado do semestre, apresentado o desafio da empresa e a fundamentação teórica. Em toda organização há a dependência, variando em sua magnitude, da atividade humana para que se alcance o sucesso. Devido a essa razão, se estrutura e organiza uma forma de atuação que influencia as ações comportamentais, da qual convencionou-se chamar de modelo de gestão de pessoas (FISCHER, 2002).

Para Chiavenato (2014) tratar da gestão de pessoas é falar de gente, do elemento humano das organizações, das culturas e mentalidades; sendo a gestão de pessoas uma área com diversas transformações no passar dos anos. A administração de recursos humanos tem desempenhado um papel preponderante na conquista da excelência por parte das organizações.

Dessa forma, a gestão de pessoas nas organizações não se restringe somente às funções operacionais, mas permeia todos os níveis da organização, potencializando a capacidade dos colaboradores em contribuir para o alcance dos objetivos estratégicos.

Em suma, o presente artigo foi realizado analisando o contexto da empresa de automação e robótica, utilizando as ferramentas e metodologias necessárias para salientar as possíveis causas e soluções para o problema de comunicação de projetos dentro da empresa.

Para as empresas bem-sucedidas tornou-se essencial fazer do ambiente de trabalho um local agradável, pois ele facilita o relacionamento interpessoal e melhora a produtividade. Ainda reduz acidentes, doenças, absenteísmo e rotatividade do pessoal (CHIAVENATO, 2004).

Diante do desafio proposto, foi analisado que a Empresa enfrenta desafios relacionados a déficits decorrentes da alta demanda de produção, fora o agravamento para entrega de prazos corretos e comunicação interna. Esses problemas podem afetar negativamente o bem-estar dos trabalhadores, bem como a produtividade e eficiência da empresa.

Antes assim, um ambiente organizacional marcado pela falta de comunicação eficaz acarreta a insatisfação pessoal e interpessoal da equipe. Diante desse cenário, o foco deste trabalho é apresentar sugestões que torne eficaz a comunicação organizacional.

De acordo com Gabrielle Armbrust (2023), os indicadores de resultados são ferramentas utilizadas pelo RH, para acompanhar o desenvolvimento dos colaboradores, descobrir talentos, encontrar os possíveis problemas e através desses resultados, se necessário, elaborar um planejamento estratégico para a evolução da organização.

Através desse *Feedback* também é possível se analisar as *hard skills* e *soft skills*, ou seja, habilidades técnicas e comportamentais de cada funcionário. Esse processo pode ser realizado de maneira periódica, de acordo com o cenário atual da empresa. (ARMBRUST, 2023)

As maneiras mais utilizadas para se obter os indicadores de resultados são: Matriz 9 Box, Autoavaliação de Desempenho, Avaliação da Equipe, Avaliação de Desempenho

180°, Avaliação de Desempenho 360°, Avaliação por Competência, Avaliação por Objetivos, Escala Gráfica e Avaliação do Líder. (ARMBRUST, 2023)

De acordo com Pontotel (2022) o RH tem uma grande importância na organização, cuidando da parte interna e garantindo um melhor ambiente de trabalho para seus colaboradores, sabemos que as empresas valorizam o capital humano para obter melhores estratégias e resultados.

Os Projetos de RH são desenvolvidos para melhorar a qualidade de vida no trabalho, sendo bem planejados pelos gestores da organização, com o objetivo de que a missão, visão e valores da empresa sejam implementados de fato no ambiente organizacional. Para uma boa gestão empresarial o RH e projetos precisam estar bem alinhados para cumprir seu objetivo de melhorar o clima organizacional, reter os talentos, atuar de forma estratégica e eficaz para se manter no mercado de trabalho e garantir o sucesso da empresa.

A comunicação está sempre presente em nossas vidas e no meio organizacional. Ela exerce um grande papel dentro das organizações, tais como pública, privadas ou pertinente ao terceiro setor. Dessa forma, podemos considerar que uma boa organização gerência melhor os seus processos de comunicação e proporciona melhores resultados de desempenhos. (DUARTE; DUARTE, 2021.)

Conforme Chiavenato (2004), a comunicação é de estrita importância no relacionamento entre funções, no esclarecimento e na elucidação aos participantes inferiores das orientações. Devendo os subordinados receberem constantemente dos superiores certo fluxo de comunicações qualificada ao dever de suprir-lhes as necessidades. Em contrapartida, os superiores devem adquirir dos funcionários igual fluxo de comunicações adequadas a fornecer uma boa ideia do que está se ocorrendo.

O desafio proposto pela empresa é elaborar uma ferramenta em que os setores envolvidos nos projetos consigam se comunicar e atualizar seus cronogramas de acompanhamento dos projetos presentes e futuros.

Para a realização deste artigo foi estabelecido um objetivo geral e três objetivos específicos. O objetivo geral o estudo de uma ferramenta para a organização dos prazos, dos múltiplos projetos na empresa. Os objetivos específicos são levantar a situação atual; buscar alternativa de solução e elaborar um plano de ação.

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

Para a elaboração deste artigo foram utilizados diversos métodos para levantamento e análise de dados, e apresentação do plano de ação.

3.1 Métodos e Técnicas para o Levantamento dos Dados

Pesquisa Bibliográfica

De acordo com Igor Alves (2009), pesquisa bibliográfica se refere à junção de informações obtidas, com fim de investigar um assunto específico. Através dessa investigação é possível se obter um histórico sobre esse tema e anular contradições referente ao assunto. A pesquisa bibliográfica foi realizada através de uma coleta de dados em livros que abordassem temas relacionados, com o objetivo de correlacionar as pesquisas com a problemática proposta dentro do contexto atual.

Pesquisa Na Internet

A pesquisa internet auferiu muito espaço nos meios de busca documental, pois sua facilidade de procura é muito maior, onde sua plataforma abrange muito mais conhecimento e de muitos lugares ao mesmo tempo de forma *on-line* (MERCADO, 2005.)

Segundo Diandra Bernardino (2023), as pesquisas na internet estão trazendo resultados muito precisos sobre os entrevistados, seus costumes, diferenciais, equilíbrio e resiliência necessária que precisam ter no ambiente de trabalho, informações obtidas através dos questionários, que são enviados através de *e-mail*, redes sociais e entre outros. Além de economizar o tempo dos pesquisadores, pois se considera um método de levantamento de dados mais rápido. A pesquisa de internet foi utilizada para buscas de artigos, livros *on-line* ou documentos em sites.

Pesquisa Documental

De acordo com Aline Oliva (2023), a pesquisa documental é o conjunto de informações retiradas de documentos, sejam eles de livros, jornais, revistas, bibliografias etc. Hoje em dia essa forma de pesquisa não é tão utilizada, mas se torna a mais segura dentre elas, devido às suas fontes. (OLIVA, 2023). A pesquisa documental foi utilizada para coleta de dados em documentos acadêmicos, jornais e revistas.

Entrevista Informal

De acordo com Gil (2011), comparada a entrevista formal, a informal se difere pela simples conversação, ela explora diversas realidades e permite o entrevistado falar abertamente sobre determinado tema, cujo objetivo final é a coleta de dados.

Neste trabalho a entrevista informal foi realizada no dia 14/09/2023 com a funcionária Débora Marques, através de uma reunião on-line e algumas perguntas relacionadas a área de planejamento de projetos.

Brainstorming

Segundo Raphael Farinazzo (2022), *Brainstorming* significa “tempestade de ideias”. Criado por Alex Osborn, é uma dinâmica realizada em grupo, tem por objetivo inovar, criar ideias e solucionar problemas. O *Brainstorming* foi utilizado através de reuniões entre os autores, para argumentações que acrescentassem bases de conhecimento ao trabalho.

Pesquisa De Campo

O autor Becker (2018), defende que a pesquisa de campo é um processo em que o pesquisador adquire conhecimento sobre o mundo social através da observação e da interação com os atores sociais. O objetivo não é apenas coletar dados, mas sim compreender a dinâmica das práticas sociais e dos processos de interação. Nessa perspectiva, Becker defende uma abordagem de pesquisa que valoriza a subjetividade do pesquisador e reconhece a sua posição social e cultural como um aspecto relevante na construção do conhecimento.

Neste trabalho a pesquisa de campo foi realizada no dia 02/10/2023 na empresa, para coleta de dados que auxiliassem no conhecimento do desafio proposto.

3.2 Métodos e Técnicas para a Análise dos Dados

Estudo De Caso

Segundo Yin (2005), o estudo de casos deve basear-se em fundamentos lógicos onde suas fontes apresentam evidências para a finalidade do desenvolvimento de pesquisas, objetivando em linhas de investigação de dados adquiridos através de análises, proporcionando estudos mais aprimorados e persuasivos. Yin também diz que a aplicação deste meio, permite possibilidades de triangulação que podem decorrer de quatro formas diferentes, como o de dados, investigação, metodológico e teórico.

O método de estudo de casos foi primordial para a coleta de dados utilizados para a realização do *Benchmarking*, ao qual nos permitiram avaliar casos de sucesso que passaram por problemas semelhantes e, por assim, chegarmos a propostas de soluções categóricas.

Benchmarking

De acordo com Camp (2006) o *Benchmarking* é conceituado como um processo contínuo e sistemático de avaliação de relatório das organizações reconhecidas como líderes no mercado para determinar o processo de melhores práticas do trabalho, que significa, estabelecer metas de desempenho racionais. Bruno Volpato (2020) relata que esse método pode ser realizado através de pesquisa de campo, visitas presenciais, eventos e mentoria.

Sendo um instrumento fundamental de avaliação e análise estratégica utilizada pelos gestores de uma organização, proporciona maior produtividade e excelência. Por assim, os gestores empresariais conseguem realizar comparativas de desempenho entre sua organização e a de seus concorrentes no mercado. Quem utiliza este método no planejamento, objetiva melhorias práticas e atinge um grau de superioridade maior (PEREIRA, 2017). Na figura 1 podemos ver o exemplo de uma tabela com as fases do *Benchmarking*.

Figura 1 - Fases do *Benchmarking*



Fonte: PEREIRA, 2017.

O *Benchmarking* foi utilizado para buscar referências e realizar um estudo de casos aprofundados em organizações que realizam projetos, por fim, entender como elas se comunicam internamente sanando os déficits.

Matriz SWOT

Segundo Charles Prada (2020), a Matriz SWOT tem como objetivo nortear o ponto de partida de uma organização, definir seu planejamento estratégico e descobrir o cenário que se encontra o fator de empreendimento.

A Matriz SWOT é definida por quatro quadrantes que analisam a organização ao todo, observando o ambiente interno e externo. O primeiro quadrante faz uma análise pela sua força (*Strengths*), ou seja, os pontos positivos em relação aos concorrentes. O segundo quadrante analisa as fraquezas (*Weaknesses*) que são as desvantagens internas presentes na empresa. O terceiro quadrante são as oportunidades (*Opportunities*) para a organização, isto é, os fatores externos que são positivos. O último quadrante são as ameaças (*Threats*) que podem afetar a empresa de forma prejudicial (GILLES B., 2015). Na figura 2 podemos ver uma exemplificação de uma SWOT.

Figura 2 - Exemplo de análise SWOT/FOFA



Fonte: BORGES, 2013.

A Matriz SWOT foi utilizada para uma análise detalhada dos pontos positivos e críticos da Empresa, de um ponto de vista externo da organização.

Matriz GUT

Segundo Andreia Silva Justo (2019), a matriz G.U.T é formada por três princípios: gravidade, urgência e tendência. Coletando essas informações podemos chegar à conclusão de qual projeto tem prioridade para ser realizado, auxiliando também na resolução de problemas, pois através dessa técnica é possível ver quais fatores podem contribuir para o prejuízo da empresa. A figura 3 exemplifica como são utilizados os princípios da GUT.

Figura 3 - Exemplo de Matriz GUT

MATRIZ GUT			
NOTA	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA
1	Sem gravidade	Pode esperar	Não mudar nada
2	Pouco grave	Pouco urgente	Piorar em longo prazo
3	Grave	O mais rápido possível	Piorar em médio prazo
4	Muito grave	É urgente	Piorar em curto prazo
5	Extremamente grave	Precisa ser resolvido já	Piorar rapidamente

Fonte: RABELLO, 2023.

Após listar os problemas encontrados na empresa e dividi-los em cada princípio, é preciso atribuir notas para cada propriedade. Para se encontrar o resultado, basta multiplicar todos os aspectos citados: gravidade, urgência e tendência. Que terá o valor final (SYDLE, 2023). Na figura 4 temos um modelo de como realizar multiplicação de causas.

Figura 4 – Multiplicação GUT

PROBLEMA	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA		GRAU CRÍTICO (G x U x T)	SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES
Atraso na entrega	4	4	3	=	48	2
Capacitação da equipe de vendas	3	3	1		9	4
Defeitos na produção da embalagem	5	5	5		125	1
Aumento do consumo de água	3	2	5		30	3

Fonte: RABELLO, 2023.

A Matriz Gut foi empregada no levantamento dos problemas atuais na organização e qual é a prioridade de resolver cada um deles. Ao qual incluímos na parte de desenvolvimento deste projeto.

3.3 Métodos e Técnicas para o Plano de Ação

5W2H

5W2H é uma sigla que representa questionamentos a serem feitas e respondidas pelo ambiente organizacional, com intuito de investigar fatos ou situações, dando uma

iniciativa para tomada de decisões (BIANCO, 2020). A ferramenta 5W2H é composta por sete campos em que devem constar as seguintes informações, de acordo com o quadro 1:

Quadro 1 - Exemplo de tabela 5W2H.

O quê? <i>Qual? What?</i>	Etapa	O que você está apresentando?
Quando? <i>When?</i>	Tempo	Quando será executado?
Onde? <i>Where?</i>	Local	Onde serão executadas as ações?
Quem? <i>Who?</i>	Responsabilidade	Quem será o responsável pelas ações?
Por quê? <i>Para quê? Why?</i>	Justificativa	Por que está executando estas ações?
Como? <i>How?</i>	Método	Como este projeto será executado?
Quanto? <i>How much?</i>	Custo	De quanto dinheiro você necessita? Quanto você já tem (contrapartida)?

Fonte: BIANCO, 2020.

A ferramenta 5W2H foi utilizada para a elaboração de nosso plano de ação, apresentando uma proposta de solução para as causas priorizadas.

Plano descritivo do 5W2H

A sigla 5W2H representa questionamentos a serem feitos e respondidos pelo ambiente organizacional, com intuito de investigar fatos ou situações, dando uma iniciativa para tomada de decisões (BIANCO, 2020).

A ferramenta 5W2H é composta por sete campos em que devem constar as seguintes informações, de acordo com as seguintes informações:

- a) ação que deve ser executada ou o problema ou o desafio que deve ser solucionado;
- b) justificativa dos motivos e objetivos daquilo estar sendo executado ou solucionado;
- c) definição de quem será o(s) responsável(eis) pela execução do que foi planejado;
- d) informação sobre onde cada um dos procedimentos será executado;
- e) cronograma sobre quando ocorrerão os procedimentos;
- f) explicação sobre como serão executados os procedimentos para atingir os objetivos;
- g) limitação de quanto custará cada procedimento e o custo total do que será feito. NAKAGAWA (2020, p.1).

Cronograma de GANTT

Segundo Mattos (2010) o Cronograma de GANTT é conhecido como a mais antiga técnica de administração de projetos, sendo uma ferramenta que facilita no controle da produção de atividades, representado num gráfico simples, que descreve ditas atividades com suas barras desenhadas em uma escala do início até o fim, podem ser lidas as subdimensões na escala de tempo.

O Diagrama de GANTT foi utilizado no trabalho para uma organização das atividades que serão realizadas, estipulando assim os processos e o tempo necessário de cada ação.

4 ANÁLISE DOS DADOS

A Empresa Automação e Robótica, empresa localizada em São José dos Pinhais, foi fundada em 2002 e tem como principal objetivo aplicar modernização na automação industrial. Gerando soluções para as dificuldades do ramo através da tecnologia dos mais diversos sistemas de controle, com base na indústria 4.0.

No ano de 2003, a Empresa tinha como projetos com foco na indústria de *Software* no ramo de papel e celulose. Em 2006, desenvolveu um novo projeto com a Renault Brasil que contava com linha de solda, conjunto de painéis e *Softwares* industriais. Com o foco no mercado logístico nacional, uma de suas grandes parcerias, está no desenvolvimento da primeira linha AGV para a Renault Brasil em 2010. A AGV é um robô portátil que leva e traz mercadorias de forma automática e inteligente. Com grande crescimento, logo em 2014 a Volkswagen estabeleceu um projeto com 22 unidades AGV's e em 2019 o maior contrato, 100 unidades AGV's estabelecendo a linha completa de montagem de chassis para Mercedes Benz Brasil. (EMPRESA, 2023).

Dentre os diversos veículos autoguiados desenvolvidos pela Empresa, destacam-se alguns modelos demonstrados nas figuras 5 e 6.

Figura 5 – Rebocador automático



Fonte: EMPRESA, 2023.

Figura 6 – AGV TR8t (transportador de até 8 toneladas)



Fonte: EMPRESA, 2023.

Sua missão visa tornar as empresas mais sustentáveis, facilitando a adoção da tecnologia. Com inovação, valorizando o amor, a confiança e o compromisso. (EMPRESA, 2023).

Atuando e já consagrada em novas tecnologias nas áreas de automação, elétrica, eletrônica e mecânica, a empresa se estabelece no mercado como uma grande parceira estratégica para gigantes companhias automotivas e agrícolas, seus produtos incluem AGV's (*Automated Guided Vehicle*) ou Veículos Autoguiados, painéis elétricos, mesas transportadoras, entre outros. (EMPRESA, 2023). Nas figuras 8 e 9 podemos ver um dos painéis elétricos e uma das mesas transportadoras que a organização produz.

Figura 8 – Painel elétrico de baixa tensão



Fonte: EMPRESA, 2023.

A empresa se orgulha de sua abordagem sustentável e tem por objetivo a inovação no mercado de automação, visando atender à crescente demanda por eficiência logística e flexibilidade no transporte de materiais, considerando sua missão. Seus AGV's desempenham um papel fundamental nesse cenário, proporcionando soluções avançadas para otimizar as operações. (EMPRESA, 2023).

Pelo ambiente altamente competitivo e dinâmico, o Brasil, com o aumento crescente de investimentos na automação industrial e a alta demanda por robôs, vêm gerando um crescimento anual de 15% ao ano neste âmbito *high-tech*, apesar de ser apenas o 39º no ranking entre 44 países analisados (FOLHA DE SÃO PAULO, 2018). O Brasil é categoricamente um país com bastante potencial, baseado nos dados anteriormente apresentados, há ainda, muito a ser desenvolvido, muitas ações não de ser tomadas para manter a indústria brasileira competitiva e sempre fluída, para sempre que houver de adaptar o mercado às demandas, não ocorrer declínios que levem a atividade industrial à estagnação. (MACROTEC, 2023).

De acordo com uma entrevista realizada no dia 14 de setembro de 2023, com a gestora de projetos, quando há alta na demanda por AVG's+ e produtos customizados, a Empresa sofre com grandes necessidades de mão de obra e com a falta de comunicação

entre setores. Visto que os projetos da empresa levam de três meses a um ano para serem concluídos e seus produtos de duas semanas até dois meses, é extremamente prejudicial à falta de mão de obra e a falta de contato entre os setores, dado que às vezes se torna necessário alterações de colaboradores entre projetos, tornando os prazos apertados e muitas vezes atrasando-os. Outrossim, quando não existe contato, os empregados se tornam incapazes de acompanhar o cronograma, trazendo diversas consequências ao processo e planejamento do produto, como o atraso dos prazos, inconsistências no sequencial do cronograma e informações sobre o processo, ineficiência operacional e possíveis insatisfações do cliente.

Para contextualizar o recebimento e desenvolvimento dos pedidos foi disponibilizado quais são os setores que a Empresa possui no momento. Sendo eles: setor comercial, setor de projetos, setor fabril (PCP, produção), setor de engenharia (projeto elétrico, projeto mecânico e *Software*), como podemos analisar na figura 10.



Fonte: Autores, 2023.

Foi relatado na entrevista a incapacidade da identificação de disponibilidade de certas áreas dos setores quando se tem novos projetos, por conta da falta de comunicação. Um exemplo citado por ela na entrevista, é de vez em quando serem incapazes de “enxergar” se a área mecânica está ocupada com a supressão de outra demanda, podendo-se assim, ao empenhar a nova demanda, sobrecarregar os empregados da determinada área já ocupada e por conta da dependência das áreas do setor de Engenharia, que são a mecânica, *Software* e elétrica, umas nas outras, fazer com que se impossibilite o progresso dos novos projetos e encomendas.

Para compreender melhor o problema da empresa estudada foi fornecido o cronograma padrão de projetos utilizado na mesma, podendo-se compreender como é

estruturado o planejamento gerencial, tomadas de decisão da organização e os prazos de entrega de cada setor.

Primeiramente, para se analisar o cronograma padrão, nota-se que há diversos elementos que o compõem, são eles o cronograma, as tarefas, a duração das tarefas, datas de início e fim das tarefas e as predecessoras (tarefas que devem ser finalizadas antes de outra específica para que possa começar). Devido à complexidade e extensão do cronograma, é notoriamente necessária a apresentação e detalhamento das tarefas e prazos apresentados para a compreensão adequada da sequência e as dependências das atividades.

Começando pelo setor de Gestão, nele há a duração de 18 dias, iniciando-se pela abertura do projeto, com a duração de 1 dia, seguido da análise do escopo e descritivos técnicos, com a duração de 1 dia e duas predecessoras, a elaboração do cronograma, com a duração de 1 dia e 3 predecessoras, o *Kickoff* externo - cliente, com a duração de 1 dia e 4 predecessoras, o *Kickoff* interno - engenharia, com a duração de 1 dia e 4 predecessoras e a Aprovação do SOW (declaração de trabalho), com a duração de 5 dias e 20 predecessoras.

Em seguida temos o setor de Engenharia, nele há a duração de 35 dias, iniciando-se com os Estudos iniciais - ATFE, com a duração de 8 dias, seguido do Projeto mecânico, com a duração de 8 dias, o Pré-projeto, com a duração de 5 dias e 6 predecessoras, a lista de materiais de caminho crítico, com a duração de 5 dias e 6 predecessoras, depois o Desenho conceitual 3D, com a duração de 3 dias e 12 predecessoras. Ao mesmo tempo do início do Projeto mecânico, temos o Projeto elétrico, com a duração de 8 dias, o Pré-projeto, com a duração de 5 dias e 6 predecessoras, depois a Lista de materiais de caminho crítico, com a duração de 3 dias e 15 predecessoras. Ao mesmo tempo do início do Projeto mecânico e elétrico, vem o *Software*, com a duração de 8 dias, os estudos iniciais, com a duração de 3 dias e 6 predecessoras e depois a análise funcional, com 5 dias de duração e 18 predecessoras, após isso vêm o *Design Review*, com 0 dias e 9 predecessoras, a aprovação do *Design Review* (liberação ATFE), com 0 dias e 20 predecessoras, depois a entrega de documentos ATFE, com 0 dias e 21 predecessoras TI mais 5 dias.

Após todos os processos apresentados no parágrafo acima, ainda no setor de Engenharia, vêm o Desenvolvimento do projeto, com a duração de 27 dias, iniciando-se pelo Projeto mecânico, com a duração 10 dias, depois a Elaboração 3D, com a duração de 3 dias e 20 predecessoras, seguido pelo Detalhamento 2D, com a duração de 5 dias e 25 predecessoras, depois a Estrutura do produto, com a duração de 2 dias e 26 predecessoras,

em seguida, a entrega do protocolo, com 0 dias e 27 predecessoras. No mesmo tempo de início do Projeto mecânico, temos o Projeto elétrico, com a duração de 9 dias, a elaboração do diagrama unifilar, com a duração de 3 dias e 20 predecessoras, depois a elaboração do Diagrama Multifilar, com a duração de 3 dias e 30 predecessoras, após isso segue com a estrutura do produto, com a duração de 3 dias e 31 predecessoras, seguido da entrega do protocolo, com 0 dias e 32 predecessoras. No mesmo tempo que o Projeto mecânico e elétrico, vem o *Software*, com a duração de 27 dias, a Configuração de *Hardware*, com a duração de 1 dia e 20 predecessoras, depois a Elaboração da lógica, com a duração de 10 dias e 35 predecessoras, seguido da Modelagem IHM (*Interface* Homem-máquina), com a duração de 15 dias e 36 predecessoras, depois vem a etapa de copiar e simular, com a duração de 1 dia e 37 predecessoras.

Em seguida no cronograma padrão temos a etapa do setor de Suprimentos, ou gestão de compras, que ocorre antes das etapas da Engenharia, esse setor tem por duração 156,83 dias, ao mesmo tempo o PCP (planejamento e controle de produção), com a duração de 26,83 dias, na Mecânica, com a duração de 26,83 dias, tendo a análise de protocolo adesivos, com a duração de 2 dias, depois Gerar SC (solicitação de compra) dos adesivos, com a duração de 1 dia e 44 predecessoras, depois disso tem a análise de protocolo, com a duração de 3 dias e 28 predecessoras, seguido em Gerar SC, com a duração de 1 dia e 42 predecessoras. Logo após a Mecânica, vem a Elétrica, com a duração de 4 dias, tendo a Análise de protocolo, com a duração de 3 dias e 33 predecessoras, em seguida a Gerar SC, com a duração de 1 dia e 47 predecessoras.

Depois do processo do PCP, há as Compras, com a duração de 32,83 dias, na Mecânica, com a duração de 32,83 dias, iniciando-se com a Gerar CT (contrato de compra ou custo total), com a duração de 2 dias e 45 predecessoras, logo depois com a Gerar PC (pedido de compra ou preço de custo), com 1 dia de duração e 55 predecessoras, depois o Gerar CT de caminho crítico, com a duração de 4 dias com 12 predecessoras, em seguida o Gerar PC de caminho crítico, com duração de 1 dia e 51 predecessoras, logo após tem a Gerar CT da SC, com a duração de 8 dias e 43 predecessoras, depois a Gerar PC de CT, com a duração de 1 dia e 53 predecessoras. Ainda depois da etapa de gerar CT de caminho crítico da Mecânica, tem a Elétrica, com a duração de 22 dias, iniciando-se pelo Gerar CT de caminho crítico, com 4 dias de duração e 16 predecessoras, seguido por gerar PC de caminho crítico, com a duração de 1 dia e 58 predecessoras, depois o Gerar CT da SC, com a duração de 8 dias e 48 predecessoras, em seguida o Gerar PC da CT, com a duração de 1 dia e 60 predecessoras.

Ainda no setor de Suprimentos, durante o processo de PCP e Compras, existe a etapa de Recebimentos, com a duração de 150,83 dias, na Mecânica, com a duração de 78,83 dias, inicia-se pelos Adesivos, com a duração de 10 dias e 56 predecessoras, em seguida começa o processo de Itens de caminho crítico, na duração de 70 dias e 52 predecessoras, sendo os itens, o Motor, com a duração de 70 dias, a Roda, com a duração de 50 dias, e demais itens, com a duração de 40 dias, após isso vem os Itens comerciais, com a duração de 15 dias e 54 predecessoras, e no mesmo momento os Itens fabricados, com a duração de 15 dias e 54 predecessoras. Ainda na etapa de Recebimentos, a Elétrica, com duração de 139 dias, inicia-se com os Itens de caminho crítico, na duração de 139 dias e 59 predecessoras, com Siemens, na duração de 200 dias, depois o MUR, com 50 dias de duração, e Phoenix, com 60 dias de duração, logo depois tem os Itens comerciais, na duração de 20 dias e 61 predecessoras.

Logo após a atuação do setor de Suprimentos, temos o setor de Fabricação, inicia-se pela Mecânica, na duração de 3 dias, na Separação de material, com a duração de 1 dia e 63 predecessoras, depois a Montagem, na duração de 2 dias e 79 predecessoras. Logo após a Mecânica, vem a Elétrica, durante o período de 5 dias, começando pela Separação de material, na duração de 1 dia e 71 predecessoras, depois a Montagem de painel, na duração de 1 dia e 82 predecessoras, após isso vem a Montagem do bordo, com a duração de 4 dias e 82 predecessoras. Depois da Elétrica, temos o *Software*, na duração de 10 dias, começando pelo Comissionamento, na duração de 3 dias e 84 predecessoras mais 1 dia, após esse período vêm os Testes, na duração de 5 dias e 89; 87; 38 predecessoras. Depois do processo de Comissionamento existe outra etapa acontecendo antes da finalização da etapa do *Software*, a Qualidade, que se inicia com o Protocolo de *As-Built*, na duração de 2 dias e 84 predecessoras, após isso vem a Validação do produto acabado, na duração de 2 dias e 78;81;86 predecessoras.

Já em seguida das etapas do setor de Fabricação, existe o setor de Entrega, com a duração de 12 dias, começando pelo Chamado para logística, tem a duração de 1 dia e 90TI mais 10 dias predecessoras, depois o Processo de expedição (NF (nota fiscal) e CT), na duração de 5 dias e 93 predecessoras, logo após isso, vem a *Check-list* de entrega, com a duração de 1 dia e 90 predecessoras, em seguida a Embalagem, na duração de 1 dia e 92;94 predecessoras, para finalizar, há o Carregamento, com 0 dias e 95 predecessoras.

Numa análise geral do cronograma padrão, é apresentado uma duração total de 171 dias para o êxito da finalização do projeto, havendo um total de 5 setores primários na formação do cronograma, sendo eles a Gestão, Engenharia, Suprimentos, Fabricação e

Entrega. Visto o detalhamento do Diagrama, se torna possível uma análise comparativa com os processos no cronograma e a realidade.

Como já dito antes na transcrição e análise dos dados entregues pela Debora Marques, na entrevista realizada do dia 14/09/2023, há faltas frequentes de mão de obra e comunicação entre os setores quando da alta demanda. Nota-se assim, no cronograma padrão, que há várias interdependências dos setores e muitas predecessoras, fazendo com que o problema se agrave demais na questão de prazo, tornando-se impreciso as datas de duração de cada atividade dos setores, possivelmente trazendo atritos entre empresa e cliente, por conta de problemas internos.

Muitos dos problemas detectados pela empresa estudada são decorrentes da falta de comunicação entre setores. Debora relatou que atualmente a organização utiliza o Bitrix24 para o acompanhamento dos prazos e cronogramas, uma plataforma semelhante ao aplicativo Trello, mas o uso é delimitado ao setor de Engenharia, sendo passado para os outros setores de forma impressa nas duas reuniões semanais que são feitas nas terças e sextas.

O Bitrix24 é uma plataforma para a integração de processos da empresa, gestão de projetos e CRM, que possui diversos tipos de ferramentas para facilitar a comunicação e a gestão de projetos de uma empresa, como chat de bate-papo e vídeo, gerenciamento de documentos, sistema de RH, feed de notícias e publicações da empresa, e-mail, grupos de trabalho e privados semelhantes aos do aplicativo WhatsApp etc. A plataforma também trabalha com as opções de calendário, ferramentas de compartilhamento de arquivos, gerenciamento de prazos, de tarefas e projetos, acompanhamento de cronograma, todas as funções são extremamente fáceis de utilizar e bastante intuitivas. (BR24, 2021)

Após a entrevista informal realizada com a analista de planejamento de projetos da Empresa, bem como, a análise dos documentos fornecidos pela empresa, foi possível fazer um diagnóstico da mesma. E para isso foi realizada uma Matriz SWOT da organização, por assim, sendo possível identificar qual a posição da Empresa no cenário atual do mercado de automação e robótica, do ponto de vista externo (concorrentes, clientes) e interno (*stakeholders*, parceiros, colaboradores). Ao qual, utilizamos para definirmos as causas das problemáticas e quais seriam as melhores tomadas de decisões para nortear as alternativas de solução. É possível averiguar esse diagnóstico na figura 11.

Figura 11 – Matriz SWOT



Fonte: Autores, 2023.

Dessa forma foram destrinchados e analisados os devidos fatores que afetam a empresa externa e internamente, dentro dos 4 tópicos demonstrados tipicamente numa Matriz Swot de forma a distinguir determinadas desqualificações, ameaças, vantagens e oportunidades à empresa.

Ao analisar a figura 11, destacam-se qualidades internas apresentadas pela empresa estudada dentro do tópico de Força. Iniciando com o certificado de excelência, ISO 9000, por visível vantagem competitiva que tal certificado apresenta à empresa, demonstrando eficiência operacional, qualidade e produtividade.

De maneira análoga, foi notada uma certa metodologia ágil com a presença da ferramenta de comunicação Bitrix24, do qual semelhante ao fator anterior, também acata possível eficiência e produtividade. Assim conectado, com o seguinte ponto, o organograma definido, de maneira física e virtual, é identificado na organização como uma de suas forças. Levando as reuniões semanais, utilizada para a apresentação do organograma e para a organização interna dos projetos. Também, ainda relacionado às possíveis forças, determinamos a mão de obra qualificada, visto que a empresa trabalha com a fabricação de máquinas que requerem alto valor intelectual agregado para o seu planejamento e produção. Por fim, o baixo índice de rotatividade, que de maneira geral, é uma das grandes qualidades que qualquer empresa busca, demonstra uma alta estabilidade e satisfação de seus empregados, tal como a retenção de possíveis talentos.

De maneira antagônica ao bloco anteriormente apresentado, foi igualmente apresentado as desqualificações da empresa estudada, notada no bloco de Fraquezas. Começando pela falta de comunicação entre os setores, verifica-se como um dos

preponderantes fatores que levam a empresa aos seus já determinados atrasos, que, combinado com o mau uso das ferramentas disponibilizadas, que como já abordado, o bitrix24, faz com que a organização interna crie uma bola de neve de desvantagens e fraquezas, como a má gestão, coordenação de projetos e comunicação interna, que leva ao seguinte ponto em destaque, que é o atraso nas entregas dos projetos. O quarto e último ponto analisado, notamos a cultura “colaborativa”, que por um conjunto de agentes, torna-se prejudicial categoricamente transformar os processos em algo que banalmente deveria ser eficiente e organizado, no que menos se espera do mesmo.

Acerca dos fatores externos, vimos por qualidade determinadas Oportunidades que fazem com que a empresa estudada ascenda, tome destaque e abra espaços para a inovação, principalmente com o primeiro fator analisado, que é o mercado de automação em alta, ao qual certamente inspira uma organização a inovar para que consiga destaque em um mercado que se apresenta próspero e, por tal prosperidade, abrindo a possibilidade de expansão internacional.

Há também os contras externos (Ameaças) a serem destacados, desta maneira, começando por uma realidade à empresa estudada que precisa ser relevada em suas tomadas de decisão, que é a oscilação no mercado, algo já esperado visto a lógica que roda o mundo, do qual por X fatores, determina variações, métricas econômicas diferenciadas, mudanças nos preços e entre outros, que influencia consideravelmente não só as companhias como também indivíduos que pretendem ingressar nesse mesmo mercado, trazendo receios e reflexões do qual faz a pessoa repensar suas decisões e por fim levando o fator negativo a todos os negócios relacionados e que necessitam de tal mão de obra, gerando a falta de mão de obra especializada. E por último dentro do bloco de ameaças, tem a perda de projetos para a concorrência causado por diversos motivos como o preço competitivo, com melhores propostas de solução e sobressalência em relação às qualidades e desqualificação do concorrente de setor.

Para a análise mais detalhada das possíveis causas, será apresentado as causas priorizadas na matriz GUT no quadro 2, com base em sua gravidade, urgência e tendência.

Na análise, foram consideradas as de maior prioridade aquelas com a pontuação acima dos 45 pontos, dessa maneira, priorizando quatro possíveis causas, as quais são:

1. A cultura colaborativa, como uma das possíveis causas para os problemas da empresa estuda, em relação aos atrasos no prazo de entrega das encomendas, se dá devido a certa política de falta de cobrança e pressão sob os empregados, fazendo com

que haja uma série de consequências para o desempenho e a eficiência operacional da organização.

Algumas consequências que podem surgir a partir da Cultura colaborativa desfavorável, é a isenção das responsabilidades, baixo desenvolvimento profissional e a baixa produtividade, tudo sendo prejudicial ao funcionário e à satisfação do cliente.

2. O outro ponto destacado e priorizado foi a falta de comunicação entre os setores, uma vez que é um dos principais fatores responsáveis pelos atrasos e descoordenação nos projetos. A carência desse fator afeta a organização como um todo, prejudicando não apenas os atrasos, como também a qualidade do trabalho e a eficácia da utilização dos recursos, dos quais podem acarretar sérias perdas de capital e reputação.

Quadro 2 - Causas priorizadas na Matriz GUT

Causas	Gravidade	Urgência	Tendência	Grau
Cultura colaborativa	5	4	4	80
Falta de comunicação entre setores	5	5	3	75
Atraso na entrega de projetos	5	4	3	60
Mau uso da ferramenta utilizada	4	4	3	48
Perca de projetos para a concorrência	4	2	2	16
Falta de mão de obra especializada	3	2	1	6
Oscilação do mercado	2	1	1	2

Fonte: Autores, 2023.

Através de entrevistas informais com colaboradores de diversas empresas, foi levantada uma comparativa entre elas, que possuem problemas similares aos da empresa estudada, quanto a falta de comunicação entre setores que ocasiona o atraso de projetos estipulados.

Foi realizado o *Benchmarking*, onde pode-se averiguar alternativas de soluções sendo relatadas a seguir.

ESTUDO DE CASO 1: EMPRESA DO RAMO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS

No dia 23 de outubro de 2023, o colaborador da empresa do ramo de máquinas agrícolas, do cargo coordenador de produção, apresentou a problemática da organização com a falta de comunicação, o que afetava os setores de fabricação, como o da qualidade, fabricação de dispositivos, compras, metalurgia, solda, pintura e montagem.

A maneira mais eficaz de solução foi a implantação, pelo setor de engenharia de produtos, de um documento físico nomeado como CN (notificação de um produto), que passa por alguma alteração, se necessário, em reuniões quinzenais, onde cada setor pode acompanhar a sua demanda de tarefas do projeto.

O quadro 3 apresenta o *Benchmarking* realizado com a empresa de máquinas agrícolas.

Quadro 3 – *Benchmarking* com a empresa de máquinas agrícolas

Empresa	Problema	Solução	Como foi feito	Resultados obtidos
Empresa de máquinas agrícolas.	Falta de comunicação entre os setores.	Implantação de um documento físico chamado CN.	Foi implantada pela engenharia de produto este documento que passa por todos os setores, para que assim seja feito o <i>follow</i> de cada atividade que correspondem a conclusão dos projetos.	Assim foi obtido sucesso em comunicação e melhor acompanhamento dos projetos estabelecidos.

Fonte: Autores (2023)

ESTUDO DE CASO 2: EMPRESA DO RAMO DE COMPÓSITOS

Já na empresa de compósitos, o colaborador do cargo X, relatou na sua entrevista, realizada no dia 22 de outubro de 2023, que a empresa passava por um processo de baixa produtividade de seus funcionários, o que afetava o setor de produção, ocasionando o descumprimento de prazos de entrega

A solução pensada pela empresa foi aplicar o sistema de avaliação de desempenho por objetivos, feita dentro de 3 meses, onde o gestor e seus funcionários traçaram de maneira mais correta seus objetivos e metas seguidas de *Feedback*.

Para uma melhor identificação dos problemas e a solução implementada, foi elaborado o quadro 4.

Quadro 4 - *Benchmarking* com a empresa de compósitos

Empresa	Problema	Solução	Como foi feito	Resultados obtidos
Empresa de compósitos.	Baixa produtividade dos funcionários.	Avaliação de desempenho por objetivos.	Dentro de 3 meses é realizada a avaliação de desempenho, onde o gestor e o funcionário traçam objetivos específicos e metas para serem realizadas. Ao final da avaliação o gestor realiza o <i>Feedback</i> ao funcionário.	Se o funcionário atende os objetivos é realizado um aumento de salário e com isso, o funcionário é mais motivado e desempenha melhor suas funções, aumentando a produtividade.

Fonte: Autores (2023)

ESTUDO DE CASO 3: EMPRESA DE AUTOMAÇÃO

A colaboradora, do cargo X, da empresa de automação deu uma entrevista informal, no dia 26 de outubro de 2023, para o levantamento das informações necessárias para a elaboração do *Benchmarking*. Ela apresentou as dificuldades de comunicação entre os setores, que prejudicava os projetos, e o atingimento dos objetivos, conseqüentemente foi implementado uma ferramenta chamada *Teams* nos computadores e notebooks dos colaboradores, para obter um resultado eficaz que ajudasse no desenvolvimento da empresa.

Os resultados foram positivos, pois os setores melhoraram a comunicação entre eles, com mais praticidade e agilidade. O quadro 5 apresenta os dados obtidos pelo estudo de caso.

Quadro 5 - *Benchmarking* com a empresa de automação

Empresa	Problema	Solução	Como foi feito	Resultados obtidos
Empresa de automação.	Dificuldade de comunicação entre os setores.	Método de comunicação chamado <i>Teams</i> .	O departamento de TI instalou em todos os computadores e notebooks a ferramenta.	Melhorou a comunicação e conseqüentemente os projetos foram desenvolvidos com mais praticidade e agilidade.

Fonte: Autores (2023)

Após uma análise do contexto atual da Empresa e a realização de seis estudos de casos aprofundados utilizando o *Benchmarking*, foi elaborado o quadro 9 apresentando as causas priorizadas e as alternativas de solução propostas para cada uma delas.

Quadro 9 – Alternativas de solução para o desafio da Empresa

Causas Priorizadas	Alternativas de Solução
Cultura “Colaborativa”	Implementar a avaliação de desempenho por objetivos.
Atraso na entrega de projetos	Implementar a avaliação de desempenho por objetivos.
Falta de comunicação entre os setores	Realizar uma otimização de uso do BRITRIX.
Mau uso da ferramenta utilizada	Realizar uma otimização de uso do BRITRIX.

Fonte: Autores (2023)

5 PLANO DE AÇÃO

Nesta estação serão apresentadas as duas alternativas de solução propostas para a Empresa melhorar a comunicação interna dos projetos, sendo elas, uma otimização que vise ampliar o uso do aplicativo Bitrix24, deixando-o amplo para todos os setores. Bem como, uma alternativa de implementação da avaliação de objetivos por desempenho, um método focado em aumentar o engajamento e produtividade dos colaboradores, através da motivação pessoal de cada um.

5.1 OTIMIZAÇÃO DO USO DO BITRIX

O Bitrix24 é uma ferramenta que complementa a gestão da empresa e facilita a realização das tarefas diárias dentro de uma organização, apresentando soluções nas atividades e um maior desenvolvimento, através de controle processos e acompanhamentos que aumentam a produtividade e a lucratividade das empresas. Ou seja, o aplicativo facilita a gestão das empresas, solucionando problemas em atingir objetivos de produtividade e de crescimento, engajando os colaboradores entre si e em equipe.

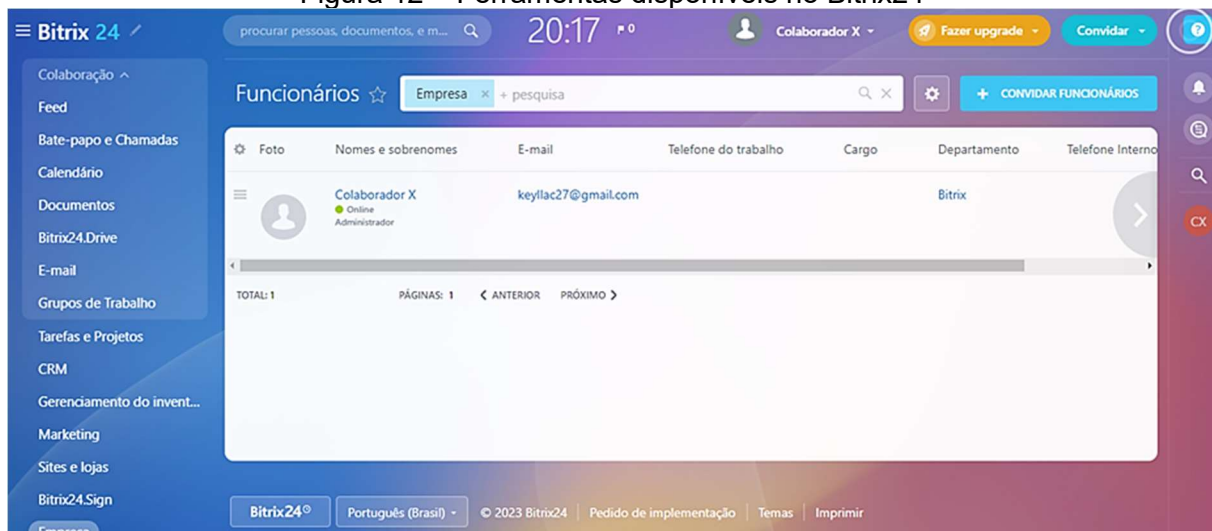
No presente desenvolvimento desse artigo, a Empresa utiliza o Bitrix24 nas reuniões de terças e sextas para analisar o progresso dos projetos em desenvolvimento e os que vão entrar em produção. No entanto, isso é feito de forma limitada, sendo transmitida por impresso e somente durante o tempo de reunião. O acesso completo a plataforma é somente redigida pelo setor de Engenharia, porém, esse mecanismo de diagnosticar duas vezes na semana o desenrolar dos projetos ocasiona uma falta de abertura para que o

gestor de cada setor faça um acompanhamento completo de como o progresso de cada processo está sendo redigido diariamente.

Durante a entrevista informal com a analista de projetos Debora Marques no dia 19 de setembro de 2023, ela afirmou que a empresa Empresa faz uso da “Cultura Colaborativa”, visando a realização de objetivos sem grande supervisões, cobranças ou limitação de prazos e datas. Marques transmitiu que a organização não pensa em alterar a cultura interna de trabalho, por ser algo que facilita os relacionamentos em equipe e não ser algo que gere autoritarismo dentro dela.

Através de pesquisas, foi-se analisado que o aplicativo possui diversas ferramentas que podem ser compartilhadas e editadas simultaneamente por vários dispositivos. Como é possível visualizar na página inicial do aplicativo, demonstrada na figura 12.

Figura 12 – Ferramentas disponíveis no Bitrix24



Fonte: Autores, 2023.

Algumas das principais ferramentas de planejamento, organização e/ou compartilhamento são:

1. **FEED**: painel principal da ferramenta, temos as funcionalidades que ele nos oferece, notificações para os colaboradores, criar tarefas, eventos, mensagens para compartilhar com todos, reuniões, permite anexar documentos, mencionar pessoas, fazer votações e muitas outras ferramentas,

2. **Bate-papo**: permite a comunicação entre os colaboradores da empresa, pode ser interno ou externo, vinculado ao WhatsApp, o que acaba sendo muito funcional. No chat consegue criar grupos, tarefas, separar informações também permite ligações, videochamadas para as reuniões entre os gestores.

3. Tarefas e projeto: uma das funcionalidades mais completas, criar tarefas, anexar arquivos, imagens, listas de verificações para monitorar a evolução e desenvolvimento dos projetos, permite colocar o prazo de entrega, disponibilidade, observações e muitas outras informações que ajudam na gestão dos projetos.

4. Documentos: permite elaboração de planilhas, documentos, apresentações dentro da plataforma.

5. O Calendário: ajuda na organização dos prazos e entregas dos projetos, permite marcar eventos, reuniões, ver histórico de ações, e organizar as atividades com as datas certas.

6. Drive: Todos os arquivos, documentos, fotos, vídeos podem ser salvos na nuvem e podem ser compartilhados entre os colaboradores.

7. *E-mail*: Permite vincular o *E-mail*, integrar sua caixa de correios dentro da plataforma, desenvolver tarefas, acompanhar a evolução, fazer observações e adicionar o prazo.

8. Grupos de trabalho: Facilita a criação de sites, lojas online e páginas web dentro da plataforma.

9. CRM: permite criar o fluxo comercial de maneira personalizada e automatizada, criar fluxo com descrição, informações dos clientes, fornecedores, um campo específico para deixar as dúvidas, também consegue verificar o inventário, clientes, vendas, entre outros.

10. Bitrix Marketing: Facilita a criação de campanhas, anúncios, organogramas e videoconferências.

11. RH: Consegue verificar a estrutura da empresa, agenda, perfil dos funcionários, horários de entrada e saída, relatórios de dados, agendar reuniões e organizar as férias dos colaboradores.

12. *Market*: Aplicativos que podem ser baixados dentro da plataforma, para otimizar sua funcionalidade.

Após uma análise completa das ferramentas disponíveis, faz-se necessário a elaboração de uma extensão do programa, ou seja, um acesso amplo para todos os setores participarem da atribuição de prazos acompanhando a demanda e a disponibilidade de cada equipe, trazendo mais cautela para atrasos e prorrogações.

Para isso foi pensado na Empresa colocar computador no setor de Produção, além dos setores comercial, vendas e de engenharia que já possuem, dando um total de compra de 1 computador, exclusivo para a comunicação e o uso da plataforma Bitrix24. Faz-se

necessário também a definição de uma pessoa por setor ser a responsável por atualizar os cronogramas e tarefas, sendo denominadas como “antenas”.

Para iniciar essa extensão, será realizado 1 dia para a instalação do computador, da plataforma e a liberação de acesso compartilhado para todos os setores. As antenas terão treinamento de 2 dias para se situarem de como organizar suas funções diárias, incluindo um “ponto” de 30 minutos toda manhã para coletarem as informações com a equipe e adicionarem na plataforma, por assim, essas alterações nos projetos serem analisadas nas reuniões de terças e sextas de forma abrangente.

Após esses 3 dias de inclusão desse novo método de trabalho, é imprescindível que todos os setores façam uma forma tarefa de 5 dias, para acrescentarem todos os dados projetos aceitos e/ou em desenvolvimento atualmente.

Para auxiliar o entendimento de como está cada processo, é necessário fazer a inclusão de um “semáforo de tarefas”, que será sinalizado por cores, para orientar como está progredindo o desenvolvimento das equipes conforme o prazo da entrega final se aproxima. Sendo assim, verde (está tudo bem, será entregue dentro do prazo), amarelo (precisa de atenção, pode ser que atrase) e vermelho (está em situação de urgência, não será entregue no prazo). Para um melhor entendimento das novas aplicações na organização, foi elaborado o quadro 10, que traz o 5W2H de como será a execução desses processos.

Quadro 10 - 5W2H extensão da plataforma Bitrix24

5W2H – EXTENSÃO DA PLATAFORMA BITRIX24						
O que (What)	Por que (Why)	Onde (Where)	Quem (Who)	Quando (When)	Como (How)	Quanto custa (How Much)
Planejamento	Para organizar os processos de implementação	Empresa	Setor de compras	jan. 2024	Reunião	2h de trabalho
Orçamento	Para estipular valores de bonificação e compra do material	Empresa	Setor de compras	jan.2024	Requisição de compra e abertura de pedido	2h de trabalho
Instalação de computador e aplicativo	Para conectar todos os setores dentro da plataforma Bitrix24	Empresa	Setor de engenharia	jan. 2024	Instalação	Bonificação de R\$ 100,00 reais e 1 dia de trabalho
Definição de cada “antena” por setor	Para definir um responsável pela coleta de dados e integração dos projetos	Empresa	Gestores dos setores	jan.2024	Reunião e treinamento	2 dias de trabalho
Força tarefa	Compartilhamento dos projetos	Empresa	Antenas	jan.2024	Reunião	5 dias

Fonte: Autores (2023)

A estimativa orçamentária para a compra de equipamento completo (computador) foi realizada através de pesquisa *on-line* em sites de compras como demonstra o quadro 11, sendo escolhido o site Pichau, por apresentar um produto confiável e completo com o monitor, *mouse* e gabinete, já incluindo garantia e montagem do produto. O orçamento para bonificação mensal foi realizado como um valor que traz motivação para os colaboradores que recebem essa responsabilidade a mais.

Quadro 11 – Orçamentos de computadores

Orçamentos de Computadores				
Site	Produto	Marca	Valor do Produto	Valor de Frete
Pichau	Computador	Pichau	R\$ 3.411,73	R\$ 18,33
Americanas	Computador	BestPC	R\$1.368,94	Gratuito
Amazon	Computador	Strong Tech	R\$1.855,01	Gratuito

Fonte: Autores (2023)

Para custear toda essa alteração interna foi elaborado um orçamento total de R\$ 3.830,06 reais no primeiro mês, se baseando na escolha da marca Pichau para o computador no setor de produção. O valor total de serviço para o computador seria de R\$ 3.430,06 e bonificação de R\$ 100,00 reais para as antenas dos 4 setores daria um total de R\$ 400,00 por mês. Posteriormente, mantendo a bonificação mensal de cem reais para os responsáveis pela atualização do Bitrix24, o custo total seria de aproximadamente R\$ 8.230,06 reais no ano de 2024.

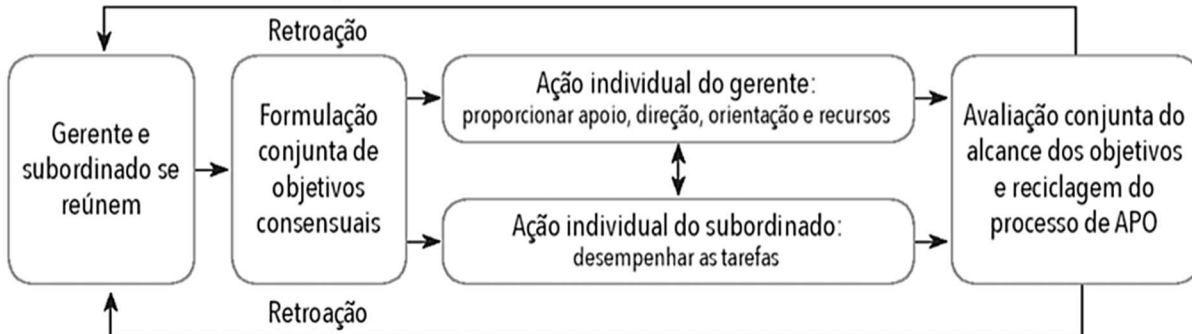
Por fim, a ampliação de acesso dos projetos para todos os setores, traz consigo uma autonomia no alcance de conhecimentos e desenvolvidos individuais e coletivos para os colaboradores, podendo assim estabelecer uma média de tempo para as tecnologias que possuem projetos fixos e alta demanda, aumentando a colaboração e integração entre a equipe.

5.2 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO POR OBJETIVOS

A avaliação de desempenho por objetivos dentro de uma empresa é utilizada para motivação e maior produtividade dos funcionários. O principal objetivo é acompanhar o empenho e a evolução de cada um dentro da organização, visando atingir as metas, desejando profissionais mais comprometidos e capacitados. Na figura 13, podemos observar que todos os objetivos da organização (missão, visão e valores) devem estar

alinhados com o individual de cada colaborador, traçando um APO (Administração por objetivos) com base na compreensão clara dos objetivos da empresa, uma vez, havendo uma transparência de ideias, ficam mais claros um melhor desempenho e uma melhor capacitação, com isso, o aumento dos índices de produtividade.

Figura 13 - Etapas avaliação de desempenho



Fonte: MILDEMBERGER (2023)

Através desses alinhamentos, foi elaborado o quadro 12 que traz os norteamentos necessários para essas implementações.

Quadro 12 - Ação 2: 5W2H avaliação de desempenho por objetivos

5W2H - AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO POR OBJETIVOS						
O que (<i>What</i>)	Por que (<i>Why</i>)	Onde (<i>Where</i>)	Quem (<i>Who</i>)	Quando (<i>When</i>)	Como (<i>How</i>)	Quanto custa (<i>How Much</i>)
Planejamento da avaliação de desempenho por objetivos	Para desenvolvimento da avaliação de desempenho por objetivos	Empresa	Gestores de cada setor, RH e financeiro	dez.2023	Reunião	2h de trabalho
Cotação de curso de reciclagem de conhecimento	Para os colaboradores que não atingirem o desempenho desejado na avaliação de desempenho por objetivos	Empresa	Setor de compras	dez.2023	Pesquisa e cotações	1 dia de trabalho
Planejamento com o colaborador	Para traçar os objetivos específicos, prazos e metas de acordo com a função do colaborador	Empresa	Gestor do setor e colaborador	jan.2024	Reunião	15 minutos de trabalho
Implementação da avaliação por objetivos	Aumento do desempenho, produtividade e motivação do colaborador	Empresa	Gestor do setor e colaborador	jan.2024	Concluindo metas, objetivos e prazos diários no	3 meses de trabalho

					ambiente de trabalho	
<i>Feedback</i> da avaliação de desempenho	Para verificar se os objetivos, metas e prazos foram cumpridos	Empresa	Gestor do setor e colaborador	mar.2024	Reunião	Conforme resultado de avaliação: Excelente = R\$200,00 Bom = R\$100,00 Satisfatório = alinhamento com o gestor Insatisfatório = curso de reciclagem de conhecimento.

Fonte: Autores (2023)

A avaliação de desempenho por objetivos será realizada quatro vezes ao ano. No início de cada período trimestral, o gestor em conjunto com o funcionário estabelece objetivos específicos com base nas funções exercidas e aplicam o *Feedback* da avaliação ao funcionário ao fim do trimestre.

Usando como exemplo o quadro 13, onde a avaliação de desempenho por objetivos foi desenvolvida em cima do cargo de assistente de gestão de projetos. Podemos observar que na aba “objetivos”, está descrito as metas traçadas pelo gestor e pelo funcionário do setor de projetos, metas essas que estão de acordo com suas tarefas diárias. Logo ao lado na aba “avaliação por trimestre” o gestor indica uma nota de 0 a 10 para o desempenho da funcionária a cada trimestre. Os resultados da avaliação e as observações das notas são explicadas na aba “Resultado da avaliação”. A cada trimestre as notas de cada objetivo se somam para um média final, para verificar se esse ganhou alguma bonificação, para traçar objetivos a melhorar para o próximo trimestre ou para verificar um curso de reciclagem de conhecimentos de acordo com a aba “Avaliação de desempenho - notas”. Podemos acompanhar a evolução dele ao longo dos trimestres na aba “Acompanhamento do processo - média de cada trimestre” onde o gestor faz anotações de metas a melhorar. Ao final, o gestor e o funcionário assinam a avaliação para indicar que estão de acordo com as notas e o *Feedback*.

Quadro 13 - Modelo de Avaliação de Desempenho por Objetivos

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO POR OBJETIVOS
Nome do funcionário: Eliane Torres (nome fictício)

Cargo: Assistente de projetos		Tempo de cargo: 1 ano				Período de avaliação: 1º trimestre
OBJETIVOS	AVALIAÇÃO POR TRIMESTRE				RESULTADO DA AVALIAÇÃO	
	1º TRI	2º TRI	3º TRI	4º TRI		
Contato com os clientes sobre projetos específicos e seus objetivos	8	9	8	9	Houve falha de comunicação, cliente reclamou da demora da resposta. Para próxima avaliação tomar mais cuidado com a comunicação com o cliente.	
Preparar estimativas escritas para clientes com base na mão de obra, equipamentos e outras despesas	9	7	8	10	Falha de comunicação, 2º trimestre houve atrasos de equipamentos na linha de produção e o cliente foi informado com atraso, ocasionando maiores demandas para o 3º trimestre, funcionária tomou as tratativas necessárias, fazendo com que no 4º trimestre fosse excelente	
Visita aos locais de projeto para avaliar o processo para responder dúvidas	10	10	10	10	Excelente a comunicação com os setores. Objetivo atingido.	
Coordenação com fornecedores e vendedores para garantir que as equipes de construção tenham os materiais que precisam	10	8	9	10	Atrasos de equipamentos para linha de produção no 2º trimestre, ocasionando maiores demandas para o 3º trimestre, funcionária tomou as tratativas necessárias, fazendo com que no 4º trimestre fosse excelente.	
Comunicação com superintendentes do local sobre atrasos ou outras questões que devem ser comunicados com os clientes. Avisar sobre despesas.	9	7	8	10	Falha de comunicação, 2º trimestre houve atrasos de equipamentos na linha de produção e o cliente foi informado com atraso, ocasionando maiores demandas para o 3º trimestre, funcionária tomou as tratativas necessárias, fazendo com que no 4º trimestre fosse excelente.	
Criar manuais digitais de operação e manutenção	10	7	8	9	2º Trimestre houve atrasos na criação de um manual para um novo projeto, em média os objetivos foram atingidos.	
Digitalizar e arquivar projetos digitais e esquemáticos para acesso futuro	10	9	9	10	Objetivo atingido.	
MÉDIA FINAL	9,42	8,14	8,57	9,71		

Fonte: Autores, 2023.

ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO - MÉDIA DE CADA TRIMESTRE
1º Trimestre: A - Para o próximo trimestre, melhorar comunicação com o cliente. Avisar mais sobre atrasos de materiais e prazos.
2º Trimestre: B - Média caiu, atrasos com peças e criação de novos manuais para novos projetos, comunicação com o cliente continua mediana.
3º Trimestre: B - Média se manteve, funcionária está tomando medidas necessárias para melhorar os objetivos.
4º Trimestre: A - Excelente, objetivos foram atingidos. Para a próxima avaliação tomar cuidado com a comunicação com o cliente.
Funcionária apresenta boa comunicação com a equipe, mas não consegue desempenhar essa mesma com os clientes. No geral, os objetivos foram atingidos.
Data e assinatura do avaliador e do avaliado na formulação de objetivos
Data e assinatura do avaliador e do avaliado na avaliação de desempenho

De acordo com quadro 14, dependendo da média final do funcionário será efetuada uma bonificação, conversa com o gestor para alinhamento de objetivos ou curso de reciclagem de conhecimentos.

Quadro 14 – Resultados e bonificações

NOTAS	RESULTADOS
Média final de 9,0 a 10: "A" Excelente, excedeu os resultados esperados.	<i>Bonificação de 200 reais</i>
Média final de 7,0 a 8,9: "B" Bom, atingiu os resultados esperados.	<i>Bonificação de 100 reais</i>
Média final de 4,0 a 6,9: "C" Satisfatório, atingiu parte dos resultados esperados.	<i>Conversa de alinhamento com o gestor</i>
Média final de 0 a 3,9 "D" Insatisfatório, não atingiu os resultados esperados.	<i>Curso de reciclagem de conhecimentos</i>
Se o desempenho do funcionário em todos os trimestres for "A", será realizada mais uma bonificação de 200 reais.	

Fonte: Autores, 2023.

A bonificação no valor de R\$200,00 para média final "A" e R\$100,00 para média final "B" foi estipulada para que o funcionário desfrute do valor para atividades de lazer, que de acordo com site Tripadvisor (2023) é o valor médio usado para essas atividades na região que a empresa é localizada (São José dos Pinhais - PR).

De acordo com a entrevista informal realizada no dia 14/09/2023 com a gerente de projetos da empresa Débora Marques, a Empresa no momento estaria com uma média de

85 funcionários, que multiplicado pelo valor máximo a ser recebido de R\$200,00, o valor final por trimestre seria de R\$17.000,00. Esse valor seria referente a uma estimativa de custo se todos os funcionários tirarem “A” no trimestre, mas este valor está sujeito a alteração devido a qualificação por desempenho. Ao final de um ano (4 trimestres) o valor máximo que seria investido pela empresa seria de R\$70.000,00.

O curso de reciclagem de conhecimentos sugerido para todos aqueles que tiverem um resultado “D” ou seja, insatisfatório, será cotado pela equipe de compras, abaixo cotações do curso, que está de acordo com o cargo do funcionário exercido no Quadro 13, assistente de gestão de projetos, caso o desempenho do mesmo fosse “D”, será sugerido o curso de reciclagem de conhecimentos de gestão de projetos.

Para a realização de orçamentos dos cursos de reciclagem, foi elaborado o quadro 15 com os principais destaques de pesquisas.

Quadro 15 – Orçamentos de cursos

Orçamentos de Cursos			
Empresa	Curso	Informações	Valor do Produto
Sebrae	Gestão de projetos	On-line, duração de 10h	Gratuito
Fundação Bradesco	Introdução Gestão de projetos	On-line, duração de 10h	Gratuito
Senai	Gestão de projetos	On-line, duração de 30h	R\$90,00

Fonte: Autores, 2023.

Visto as cotações acima e analisando a grade de curso, o SEBRAE traz um conteúdo e material mais completo e dinâmico, com custo gratuito, sendo assim dentre as cotações esse será sugerido.

Débora Marques, informou que a empresa tem ao menos um sábado trabalhado por mês, o curso para aqueles que tiverem desempenho “D”, ou seja, insatisfatório, poderá ser aplicado nesses sábados trabalhos de maneira fragmentada, por exemplo, fazer 2 horas do curso a cada sábado, no sistema banco de horas. Por assim, junto com o curso teórico do SEBRAE, o gestor poderá acompanhar o funcionário no dia a dia e aplicar os conhecimentos teóricos com a prática.

5.3 CRONOGRAMA DE GANTT

Após o desenvolvimento das alternativas de solução e a elaboração dos quadros 5W2H foi elaborado o Cronograma de Gantt para direcionar e controlar a implementação

de cada alternativa, visando facilitar a visualização de como a organização pode realizar tais métodos. Como demonstrado no quadro 16.

Quadro 16 – Cronograma de Gantt das alternativas de solução

Tarefas	Final do ano de 2023 e ano de 2024												
	Dez 2023	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Planejamento da avaliação de desempenho por objetivos	█												
Cotação de curso de reciclagem de conhecimento	█												
Planejamento Orçamento		█											
Instalação de computador e aplicativo		█											
Definição de cada “antena” por setor		█											
Força tarefa		█											
Planejamento com o colaborador		█											
Implementação da avaliação por objetivos		█											
Feedback da avaliação de desempenho				█									

Fonte: Autores, 2023.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, este projeto atingiu o objetivo geral através da proposta de otimização do Bitrix, ferramenta utilizada pela empresa estudada, e a implementação de avaliação de desempenho para aprimoração da comunicação em gestão de projetos. Tendo como objetivo específico 1 no item 5.2 a análise da empresa com sua situação atual, utilizando o Cronograma de Gantt e a Matriz SWOT, com base na entrevista informal e documentos

fornecidos pela mesma, com o objetivo específico 2 no item 6 explorando alternativas de soluções por meio do Benchmarking e elaborando um plano de ação, e no item 7, para solucionar o problema mediante ao 5W2H, realizado pela coleta de dados fornecidos.

A metodologia aplicada para o progresso do estudo foi de extrema beneficência para o auxílio da identificação da problemática central. Assim como também conteúdos vistos nas demais disciplinas do semestre, que nos favorece no desenvolvimento, como por exemplo, a disciplina de gestão de pessoas com proveito para o treinamento e desenvolvimento. Já a disciplina de comportamento organizacional nos ensinou como diversas áreas das organizações são afetadas, desde o desempenho individual até a cultura organizacional como um todo. E por fim, o direito do trabalho e a legislação social, que desempenharam um papel fundamental na regulação das relações de trabalho e na promoção de um ambiente laboral justo e seguro.

Desta maneira, pode-se observar que na elaboração do presente trabalho foi de verdadeiro desafio para a equipe. A falta de transparência e a coerência de informações da empresa dificultou no entendimento do tema do projeto estipulado, mas estamos satisfeitos com os resultados alcançados. Portanto, deixamos aqui nossos agradecimentos a todos os membros envolvidos, pela dedicação ao longo do processo e a professora orientadora desta jornada.

Concluindo, para pesquisas futuras sugerimos a extensão de plataformas de cursos de reciclagem, sendo possível ter uma parceria empresarial, ou até mesmo o adquirento de benefícios flexíveis, para remanejar além de cursos, a oportunidade de o colaborador participar de forma mais efetiva no seu próprio contrato de trabalho e trajetória dentro da organização.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P.S. **Indústria 4.0** - princípios básicos, aplicabilidade e implantação na área industrial. São Paulo: Érica, 2019.

ALVES, Igor. **Pesquisa bibliográfica**. Disponível em: <https://www.significados.com.br/pesquisa-bibliografica/> (2009). Acesso em 27 de agosto de 2023.

AMAZON. **Computador Completo Intel Core**. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/Computador-Completo-Monitor-Strong-Tech>. Acesso em: 22 de outubro de 2023.

AMERICANAS. **Computador Completo CPU Intel.** Disponível em: <https://www.americanas.com.br/produto/7408664839>. Acesso em: 22 de outubro de 2023.

ARMBRUST, Gabrielle. **O que é avaliação de desempenho**, Objetivos, 9 tipos e como fazer. Gupy, 2023. Disponível em: <https://www.gupy.io/blog/avaliacao-de-desempenho>. Acesso em 21 de agosto de 2023.

BECKER, Howard S. **Manual de Escrita Para Ciências Sociais**. Tradução de Luiz Paulo Rouanet. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Zahar, 2018.

BERNARDINO, Diandra. **Pesquisas na web**, o que são. *Question Pro*, 2023. Disponível em: <https://www.questionpro.com/blog/pt-br/pesquisas-web/>. Acesso em 10 de agosto de 2023.

BIANCO, Claudedir. **Gestão de processos para investigação particular**. São Paulo: Editora Contentus, 2020.

BORGES, Leandro. **Como Desenvolver uma Matriz ou Análise SWOT (FOFA)**. 2013. Disponível em: <https://jornadadogestor.com.br/o-que-e/como-desenvolver-uma-matriz-ou-analise-swot-fofa/>. Acesso em: 23 out. 2023.

BOSTON CONSULTING GROUP. **Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries**. 2015. Disponível em: https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries/. Acesso em: 03 dez. 2023.

BR24. **O que é o Bitrix24** | Saiba tudo sobre a plataforma de gestão. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1Bp9A4xfeg0&t=602s>. Acesso em 24 de outubro de 2023.

CAMP, Robert C. **Benchmarking: The Search For Industry Best Practices That Lead To Superior Performance**. Milwaukee: Quality Press, 2006.

CAMPOS, Luiz Fernando Rodrigues. **Gestão de Projetos**. Curitiba - PR, Instituição Federal Paraná, 2012.

CARLOS, Eder, 2020. **Tipo de estrutura organizacional**. Disponível em: <https://materiasparaconcursos.com.br/2020/10/06/tipos-de-estrutura-organizacional-linear-funcional-e-linha-staff-parte-3/>. Acesso em 27 de agosto de 2023.

CAVALCANTE, Luciana. **Estudo: falta de mão de obra qualificada piora, e Brasil é 9º em ranking**. 2022. Disponível em: <https://www.google.com/amp/s/economia.uol.com.br/empregos-e-carreiras/noticias/redacao/2022/06/20/falta-mao-de-obra-qualificada-brasil-manpowergroup.amp.htm>. Acesso em: 22 ago. 2023.

CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão de pessoas: O novo papel dos recursos humanos nas organizações**. Barueri - SP: Editora Manole, 2014.

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à Teoria Geral da Administração**. 7ª Edição. Rio de Janeiro, Editora: Elsevier. 2004.

COELHO, Fabiano. PONTES, Ronaldo Miranda. **Orçamento e Controle**. Rio de Janeiro. Editora FGV, 2018.

COHN, Mike. **Desenvolvimento de Software com Scrum**. Editora S.A, Porto Alegre - RS, 2011.

CURVELLO, João José Azevedo. **Cultura interna e cultura organizacional**. 2ª Edição. Brasília, Editora: Casa das Musas. 2012.

DUARTE, Maurizete Pimentel Loureiro; DUARTE, Gerson Constância. **Do privado ao público: liderança e gestão estratégica em um contexto de novos desafios e perspectivas**. Jundiaí – SP. Editora Paco e Littera, 2021.

FARINAZZO, Raphael. **Brainstorming**: o que é e como preparar uma reunião com resultados reais. Disponível em: <https://resultadosdigitais.com.br/agencias/o-que-e-brainstorming/> (2022). Acesso em: 11 set. 2023.

FELTRIN, Carolina Marques de Almeida. **Cultura e clima organizacional**. 1ª Edição. São Paulo: Contentus, 2020. *E-book*. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em 18 set. 2023

FERREIRA, Luiza Diniz Abilio. **As vantagens da implementação de técnicas de gerenciamento de projetos para pequenas empresas**. Instituto de Educação Tecnológica - IETEC, 2017. Disponível em: <https://www.infolivros.org/pdfview/4331-as-vantagens-da-implementacao-de-tecnicas-de-gerenciamento-de-projetos-para-pequenas-empresas-artigo-luiza-diniz-abilio-ferreira/>. Acesso em: 11 set. 2023.

FISCHER, André Luiz. **Um resgate conceitual e histórico dos modelos de gestão de pessoas**. São Paulo: Gente, 2002.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Brasil fica entre os últimos lugares em ranking de automação de empresas**. 2018. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2018/08/brasil-fica-entre-os-ultimos-lugares-em-ranking-de-automacao-de-empresas.shtml>. Acesso em: 03 de dez. 2023.

FUNDAÇÃO BRADESCO. **Introdução a gestão de projetos**. Fundação Bradesco - escola virtual, 2023. Disponível em: <https://www.ev.org.br/cursos/introducao-a-gestao-de-projetos>. Acesso em 11 de nov. 2023.

GIL, A. C. **Entrevista**: Um relato de aplicação da técnica. Disponível em: <https://www.uel.br/eventos/cinf/index.php/secin2016/secin2016/paper/viewFile/359/175>. (2011). Acesso em: 11 set. 2023.

GILLES B., de Paula. **Matriz SWOT ou Matriz FOFA**: utilizando a Análise SWOT para conhecer as cartas do jogo e aumentar as chances de vitória de sua empresa. Disponível: <https://www.treasy.com.br/blog/matriz-swot-analise-swot-matriz-fofa/>. Acesso em: 23 out. 2023.

GOMES, Luiz Flavio Autran Monteiro; GOMES, Carlos Francisco Simões. **Tomada de decisão gerencial**: enfoque multicritério. São Paulo. Atlas, 2014.

HOFSTEDE, Geert. **Cultura organizacional segundo Hofstede**. 2001. Disponível em: Cultura organizacional segundo Hofstede - Principais abordagens sobre cultura organizacional (1library.org). Acesso em 18 set. 2023.

JUNIOR MACKENZIE CONSULTORIA. **Por que fazer uma análise e descrição de cargos e funções**. Empresa Júnior Mackenzie Consultoria, 2020. Disponível em: <https://jrmack.com.br/por-que-fazer-uma-analise-e-descricao-de-cargos-e-funcoes/>. Acesso em 20 de agosto de 2023.

JUSTO SILVA, Andreia. **Matriz GUT**: entenda o que é e como aplicá-la na priorização dos seus projetos. Disponível em: <https://www.euax.com.br/2019/04/matriz-gut/> (2019). Acesso em: 11 set. 2023.

LACERDA, Rogério. **Gestão de projetos**. Indaial - SC. Uniasselvi, 2018.

MACROTEC. **Como o mercado está reagindo aos processos da automação industrial**. Disponível em: <https://macrotec.ind.br/como-o-mercado-esta-reagindo-aos-processos-da-automacao-industrial/67>. Acesso em 18 de agosto de 2023.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo. Editora Pini LTDA, 2010.

MERCADO, Luís Paulo Leopoldo. **Vivências Com A Aprendizagem Na Internet**. 1. ed. Maceió: Editora da Universidade Federal de Alagoas, 2005.

MESQUITA, Aline. **Setores de uma empresa**: quais os principais e o que fazem. 2023. Disponível em: <https://www.oitchau.com.br/blog/setores-de-uma-empresa-e-o-que-eles-fazem/>. Acesso 16 de out 2023.

MILDEMBERGER, Lucélia. **Modelo avaliação de desempenho**. Conteúdo disponibilizado em aula. 2023. Acesso em 22 de out de 2023.

NAKAGAWA, Marcelo. Ferramenta: **5W2H** - Plano de ação para empreendedores. São Paulo. Editora Globo, 2020.

OLIVA, Aline. **O que é pesquisa documental**. *Question Pro*, 2023. Disponível em: <https://www.questionpro.com/blog/pt-br/pesquisa-documental/>. Acesso em 10 de agosto de 2023.

PEREIRA, Cláudia. **Planejamento de comunicação**: conceitos, práticas e perspectivas. Curitiba: Intersaberes, 2017. *E-book*. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 24 out. 2023.

PEREIRA, Leonardo. **Quais são os setores de uma empresa e suas funções**. 2017. Disponível em: [https://www.dicionariofinanceiro.com/setores-empresa/#:~:text=Os%20principais%20setores%20ou%20departamentos,Setor%20de%200Recursos%20Humanos%20\(RH\)](https://www.dicionariofinanceiro.com/setores-empresa/#:~:text=Os%20principais%20setores%20ou%20departamentos,Setor%20de%200Recursos%20Humanos%20(RH).). Acesso 19/09/2023.

PICHAU. **Computador Pichau Home HM556, INTEL CORE I5-10400F**. Disponível em: <https://www.pichau.com.br/computador-pichau-home-hm556-intel-core-i5-10400f-geforce-gtx-1650-4gb-8gb-ddr4-ssd-240gb-monitor-21-kit-teclado-e-mouse-40128>. Acesso em: 05 dez. 2023.

PINHEIRO, Ana Paula Gonçalves Varsa. **A mão de obra como barreira para o desenvolvimento empresarial**. Fundação Getulio Vargas, 2004.

PONTOTEL. **Entenda o que são projetos de RH**. 2022. Disponível em: <https://www.pontotel.com.br/projetos-de-rh/#:~:text=Ajudam%20na%20retenção%20e%20atração%20de%20talentos&text=Além%20disso%2C%20os%20projetos%20de,e%20o%20índice%20de%20turnover>. Acesso em: 19 set. 2023.

PRADA, Charles. **Tudo sobre a análise SWOT (FOFA): o que é e como funciona?** Disponível em: <https://www.euax.com.br/2020/03/matriz-swot/> (2020). Acesso em 11 set. 2023.

PROJECT BUILDER. **Como a Furukawa ficou 83% mais produtiva com a centralização gerencial de projetos**. Disponível em: <https://www.projectbuilder.com.br/blog/como-a-furukawa-ficou-83-mais-produtiva-com-a-centralizacao-gerencial-de-projetos/>. Acesso em 30 de out. 2023.

RABELLO, Guilherme. **Como utilizar a matriz GUT ou matriz de priorização de processos**. 2023. Disponível em: <https://www.siteware.com.br/metodologias/matriz-gut/>. Acesso em: 26 out. 2023.

REIS, Tiago. **Oferta e demanda: entenda como funciona essa lei da economia**, 2023. Disponível em: <https://www.sunoo.com.br/artigos/oferta-demanda/>. Acesso 16 out de 2023.

RIGOTTI, Genara. **Empresa desenvolve solução 4.0 inédita para linha de montagem de chassis de ônibus**, 2021. Disponível em: <https://abii.com.br/empresa>. Acesso 14 out de 2023.

SACOMANO, J.B., RODRIGO, F.G., MÁRCIA, T.S., SILVANA, H.B., WALTER, C.S. **Indústria 4.0 conceitos e fundamentos**. São Paulo - SP: Editora Edgard Blücher Ltda, 2018.

SANTOS, Gisele do Rocio Cordeiro Mugnoldos; MOLINA, Nilcemara Leal; DIAS, Vanda Fattori. **Orientação e Dicas Práticas para Trabalhos Acadêmicos**. 20ª Edição. Curitiba: IBPEX, 2007.

SCHEIN, Edgar H. **Cultura organizacional e liderança**. São Paulo: Editora Atlas, 2006.

SEBRAE. **Curso gestão de pessoas**. SEBRAE (2023). Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae>. Acesso em 11 nov. 2023.

SENAI. **Curso gestão de projetos**. SENAI (2023). Disponível em: <https://cursos.sesisenai.org.br/>. Acesso em 11 nov. 2023.

SILVA, Pedro Paulo. **A tradução da economia**. Recife. Ed Universitária da UFPE, 2007.

SOARES, Maria Thereza Rubim Camargo. **Liderança e desenvolvimento de equipes**. São Paulo. Editora Pearson, 2015.

SOUZA, Carla Patricia da Silva. **Gestão de Projetos**. Editora Contentus, 2020.

SYDLE. **Matriz GUT**: o que é e como funciona? Veja exemplos. 2023. Disponível em: <https://www.sydle.com/br/blog/matriz-gut-o-que-e-e-como-funciona-veja-exemplos-62d05b64675a2377260936ae>. Acesso em: 26 out. 2023.

TAKAKURA, Franco; MARCON, Fábio. **Liderança exata**: a arte de liberar mentes introvertidas para alcançar resultados extraordinários. Jundiaí – SP. Editora Paco, 2021.

THYAGO. **Conceito de estratégia e estrutura em Alfred Chandler**. 2015. Disponível em: *Conceito de Estratégia e Estrutura em Alfred Chandler*. Factta Consultoria, estratégia e competitividade. Acesso em 18 set. 2023.

TRIPADVISOR. **O que fazer em São José dos Pinhais**. Disponível em: https://www.tripadvisor.com.br/Attractions-g303455-Activities-Sao_Jose_Dos_Pinhais_State_of_Parana.html (2023). Acesso em 29 out. 2023.

VOLPATO, Bruno. **Benchmarking**: o que é, como fazer, dicas e material gratuito! Disponível em: <https://resultadosdigitais.com.br/marketing/benchmarking/> (2020). Acesso em 08 ago. 2023.

YIN, Robert K. **Estudos de caso**: planejamento e métodos. Porto Alegre: *Bookman*, 2005.

Capítulo IV – Implementação de um controle de nível PID no TIA Portal

John Everson Rodrigo Mello Jayme ¹

Fabio Oswaldo de Souza Koyano Filho ²

Wagner de Lima Santos ³

Wesley Candido da Silva⁴

Rodolfo Alexandre Hildebrandt⁵

Ana Cristina Fermino Deschamps ⁶

Cassiana Fagundes da Silva ⁷

Denice Lusa ⁸

Eli Carlos Dal Pupo ⁹

Joair Rossetto Schelela Junior ¹⁰

Jorge Ferreira De Sa Junior ¹¹

Suellen Terroso de Mendonça Ferreira Jacoboski ¹²

Thiago Schaedler Uhlmann ¹³

Tuany Kasiorowski Neves ¹⁴

RESUMO

O controle PID (Proporcional, Integral, Derivativo) é um método amplamente utilizado em engenharia de controle para estabilizar e controlar sistemas dinâmicos. É uma técnica que combina três componentes distintos para ajustar o desempenho do sistema em relação a um valor desejado ou setpoint, para ilustrar a utilização de um controle PID na indústria, é empregado o software TIA Portal da Siemens, uma plataforma de controle para múltiplos CLPs. O CLP selecionado para esse fim é o SIMATIC S7-1200 (1214C DC/DC/DC), com uma programação em ladder. Dentro dessa programação, são aplicados métodos de tratamento de variáveis e a implementação do controle PID é realizada por meio de blocos de programação específicos. Uma IHM (KTP600 Basic color PN) é utilizada para possibilitar o acionamento do inversor de controle de velocidade da bomba, permitindo a seleção do setpoint desejado e a visualização do volume do tanque. Além disso, é fornecido um gráfico em tempo real que exibe as variáveis de valor de referência, amplitude de acionamento do motor e a variável controlada.

Palavras-chave: Controle PID, Software TIA Portal, Controle de Nível.

¹ Estudante Engenharia Elétrica UniSENAI PR -Campus Londrina, jonhermj@hotmail.com

² Estudante Engenharia Elétrica UniSENAI PR -Campus Londrina, fabiofoyano@outlook.com

³ Estudante Engenharia Elétrica UniSENAI PR -Campus Londrina, delimasantoswagner@gmail.com

⁴ Docente UniSenaiPR - Campus Londrina, wesley.candido@sistemafiep.org.br

⁵ Docente UniSenaiPR - Campus Londrina, rodolfo.hildebrandt@sistemafiep.org.br

⁶ Docente UniSenaiPR - Campus da Indústria, ana.deschamps@sistemafiep.org.br

⁷ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, cassiana.silva@sistemafiep.org.br

⁸ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, denice.lusa@sistemafiep.org.br

⁹ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, eli.pupo@sistemafiep.org.br

¹⁰ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, joair.junior@sistemafiep.org.br

¹¹ Docente UniSenaiPR - Campus CIC, jorge.junior@sistemafiep.org.br

¹² Docente UniSenaiPR - Campus CIC, suellen.jacoboski@sistemafiep.org.br

¹³ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, thiago.uhlmann@sistemafiep.org.br

¹⁴ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, tuany.neves@sistemafiep.org.br

INTRODUÇÃO

O controle PID pode ser implementado de diversas maneiras e métodos, abrangendo tanto a implementação digital por meio de microcontroladores quanto a implementação analógica com o uso de componentes eletrônicos específicos.

Na implementação digital, utiliza-se um microcontrolador para realizar os cálculos e as operações necessárias para o controle PID. O microcontrolador lê o valor medido, calcula o erro em relação ao valor desejado e, em seguida, determina a saída de controle adequada com base nos parâmetros do PID (K_p , K_i , K_d) e nas contribuições proporcional, integral e derivativa. Essa abordagem é amplamente utilizada devido à flexibilidade e facilidade de ajuste dos parâmetros do PID.

Na implementação analógica, o controle PID é realizado através de componentes eletrônicos dedicados. Componentes como amplificadores operacionais, circuitos integradores e circuitos derivativo são utilizados para implementar as contribuições proporcional, integral e derivativa. Essa abordagem é adequada para sistemas que requerem respostas em tempo real e podem ser vantajosos em aplicações específicas.

Além das implementações digital e analógica, também existem outras formas de implementar o controle PID. Isso inclui a utilização de controladores programáveis dedicados, que executam as operações do controle PID e oferecem recursos avançados de controle. Também é possível implementar o controle PID em software, onde os cálculos e operações são realizados por meio de algoritmos em um computador. Essa abordagem é comum em simulações e sistemas de controle baseados em computador.

A escolha da forma de implementação do controle PID depende das características do sistema, dos requisitos de desempenho, da flexibilidade necessária e de outros fatores específicos da aplicação. Cada método possui suas próprias vantagens e desafios, e é importante selecionar a abordagem mais adequada para atender às necessidades do sistema em questão.

O software TIA Portal, da Siemens, possui um bloco específico de controle PID que é projetado para facilitar a implementação do controle PID. Esse bloco contém cálculos internos e funcionalidades para controle de variáveis analógicas ou digitais. O bloco de controle PID no TIA Portal permite ajustar os parâmetros do PID, como os coeficientes de ganho proporcional, integral e derivativo, diretamente no software. Essa configuração pode ser feita em valores absolutos ou em porcentagem, dependendo das necessidades do sistema.

Além disso, o TIA Portal oferece modelos de IHM (Interface Homem-Máquina) para controle e visualização de processos em tempo real. Essas IHMs fornecem uma interface gráfica intuitiva que permite aos operadores monitorar e interagir com o sistema de controle PID. Eles podem ajustar

os valores de referência, visualizar as variáveis do processo em tempo real e realizar outras operações de controle conforme necessário.

O uso do TIA Portal simplifica o desenvolvimento e a implementação do controle PID, fornecendo ferramentas e recursos específicos para essa finalidade. Isso permite um ajuste mais eficiente do PID e uma interface de controle amigável para os operadores do sistema.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

O TIA Portal, desenvolvido pela Siemens, é um software de engenharia que oferece suporte para a implementação do controle PID em sistemas industriais. O TIA Portal possui recursos específicos para configurar e ajustar controladores PID de forma eficiente.

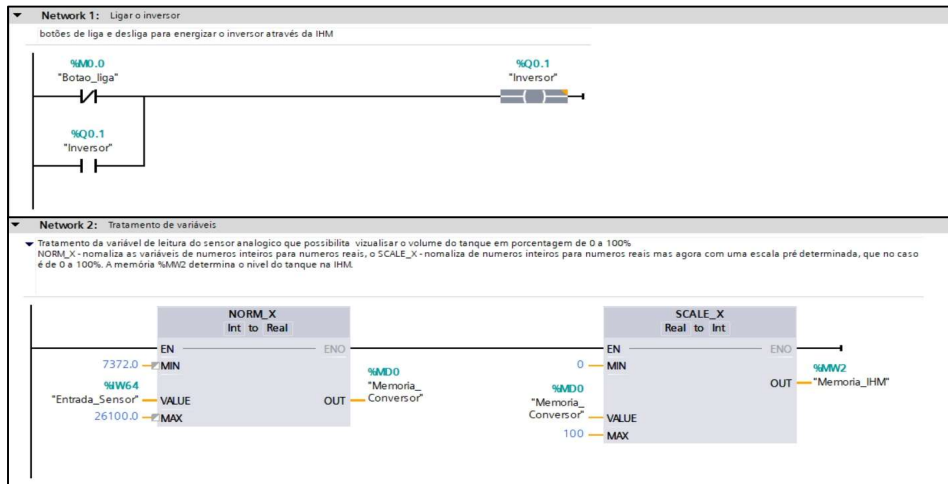
Para utilizar o controle PID no TIA Portal, é necessário acessar a seção de programação do software. Dentro dessa seção, é possível encontrar blocos de função dedicados ao controle PID. Esses blocos de função possuem parâmetros configuráveis dos ganhos proporcional, integral e ganho derivativo. É possível ajustar os ganhos de forma manual ou utilizar recursos automáticos de sintonia.

Para executar o bloco de controle PID de forma periódica e regular, é necessário adicionar uma função de interrupção cíclica (*cyclic interrupt*) no programa. Essa função permite que o bloco de controle PID seja executado em intervalos regulares e predefinidos.

A função de interrupção cíclica é responsável por determinar a frequência de atualização do controle PID. Ela define o período de tempo no qual o bloco de controle PID será executado e realizará os cálculos necessários para o controle do sistema. Ao adicionar a função de interrupção cíclica no programa, é possível configurar o período desejado para a execução do bloco de controle PID. Esse período pode variar de acordo com as características do sistema e os requisitos de tempo de resposta.

Uma vez configurada a função de interrupção cíclica, o bloco de controle PID será acionado regularmente dentro desse período definido. Isso permite que o controle PID monitore e ajuste o sistema de forma contínua, proporcionando um controle mais preciso e eficiente. A adição da função de interrupção cíclica no programa do TIA Portal garante que o bloco de controle PID seja executado de forma regular e periódica, garantindo o controle adequado do sistema em tempo real.

Figura 1 – Bloco Main Utilizado para Controle de Nível



Fonte: dos Autores.

Dentro do bloco principal (*Main*), foi adicionado um conjunto de botões que permite a ligação e desligamento do inversor responsável pelo controle da velocidade do fluxo de água por meio da bomba. Para implementar essa funcionalidade, é necessário utilizar uma entrada digital para cada botão. A entrada digital é responsável por capturar o estado (ligado/desligado) dos botões na IHM. Quando o botão de ligar é pressionado, a entrada digital correspondente é acionada, enviando um sinal para o programa de controle. Esse sinal é utilizado para ativar o inversor, permitindo que ele comece a controlar a velocidade do fluxo de água através da bomba.

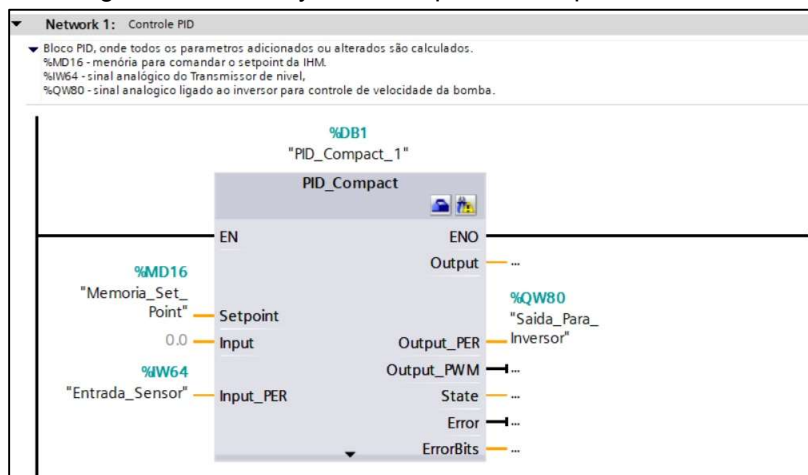
Da mesma forma, ao pressionar o botão de desligar, a entrada digital associada é acionada, enviando um sinal para o programa de controle. Esse sinal é utilizado para desativar o inversor, interrompendo o controle da velocidade do fluxo de água. Essa funcionalidade dos botões de ligar e desligar permite aos operadores iniciar ou parar o funcionamento do inversor, proporcionando controle manual sobre a velocidade do fluxo de água através da bomba. Isso pode ser utilizado para ajustar a vazão de água de acordo com as necessidades do processo ou para desligar a bomba quando não é mais necessário o bombeamento de água.

Para possibilitar a visualização do volume do tanque em porcentagem de 0 a 100%, é necessário realizar o tratamento da variável de leitura do sensor analógico. Isso pode ser feito através de duas etapas principais: normalização da variável e atribuição do valor normalizado à memória correspondente na IHM. A primeira etapa envolve a normalização da variável de leitura do sensor. Existem duas abordagens comumente utilizadas: a normalização geral, representada pela função *NORM_X*, e a normalização com escala específica, representada pela função *SCALE_X*. A função *NORM_X* é responsável por transformar as variáveis de números inteiros em números reais. Ela mapeia a faixa de valores da variável de leitura do sensor para o intervalo entre 0 e 1.

A função SCALE_X, por sua vez, normaliza as variáveis de números inteiros para números reais, mas com uma escala pré-determinada. Nesse caso específico, a escala é definida como 0 a 100%. Assim, a função SCALE_X mapeia a faixa de valores da variável de leitura do sensor para o intervalo entre 0 e 100%. Uma vez que a variável de leitura do sensor é normalizada, o próximo passo é atribuir o valor normalizado à memória correspondente na IHM. No caso mencionado, a memória %MW2 é utilizada para armazenar o nível do tanque em porcentagem. Portanto, o valor normalizado obtido após a etapa de normalização é atribuído à memória %MW2, permitindo a visualização do volume do tanque em porcentagem na IHM.

Essas etapas de tratamento da variável e atribuição do valor normalizado à memória na IHM garantem que o volume do tanque seja corretamente representado em uma escala de 0 a 100%, facilitando a sua visualização e monitoramento.

Figura 2 – Bloco Cyclic Interrupt Utilizado para Controle de Nível

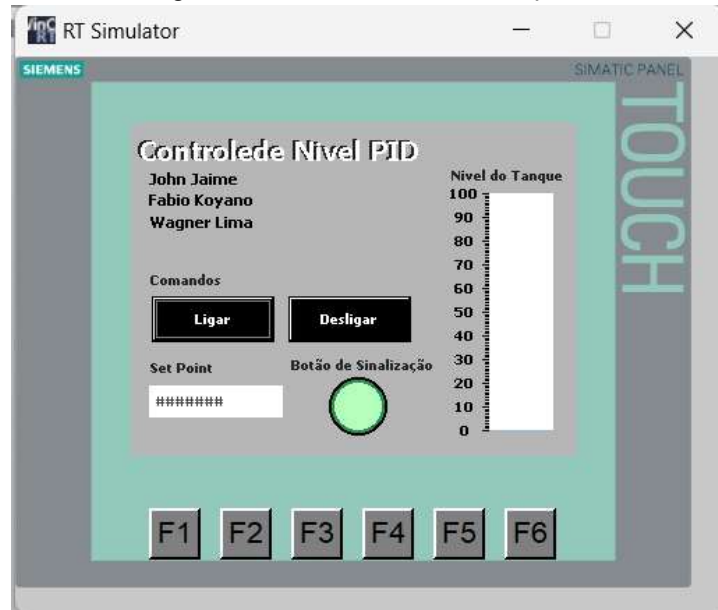


Controle PID - PLC_1 [CPU 1214C DC/DC] - PLC tags									
PLC tags									
	Name	Tag table	Data type	Address	Retain	Acces...	Writa...	Visibl...	Comment
1	Inversor	Default tag table	Bool	%Q0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Liga o Inversor
2	Botao_liga	Default tag table	Bool	%M0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Botão na IHM que Liga o Inversor
3	Botao_Desliga	Default tag table	Bool	%M0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Botão na IHM que Desliga o Inversor
4	Entrada_Sensor	Default tag table	Int	%IW64		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sinal Analogico Vindo do Transmissor
5	Saida_Para_Inversor	Default tag table	Word	%QW80		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sinal Analogico de Saída do Clp Para o Inversor
6	Memoria_Set_Point	Default tag table	Real	%MD16		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Memória que Habilita o Setpoint Através da IHM
7	Memoria_Conversor	Default tag table	Real	%MD0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Memória que Normaliza o Sinal Analogico
8	Memoria_IHM	Default tag table	Int	%MW2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Memória que Insere no Tanque da IHM o Valor Normalizado
9	<Add new>					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Fontes: dos autores

A imagem acima representa a lista dos endereços utilizados na programação em ladder do CLP. Cada endereço desse tem um papel importante dentro da lógica, variáveis que foram ligadas na IHM para retornar um feedback para o operador do sistema.

Figura 3 – Interface Homem Máquina



Fonte: dos autores

Na imagem 4 podemos ver a imagem da IHM do processo. Com fácil visualização do nível do tanque, botões de controle de início e fim do processo e um botão de sinalização. Podemos ver também a área dedicada a mudança do setpoint de processo. Para essa visualização foi necessário realizar conexões internas com o código escrito utilizando alguns dos endereços mencionados anteriormente na imagem 3.

Figura 4 – IHM em Funcionamento



Fonte: dos autores

Na imagem acima é possível observar a IHM em funcionamento na bancada didática utilizada para controle do processo. A Figura 5 ilustra a bancada utilizada para a implementação do controle clássico PI.

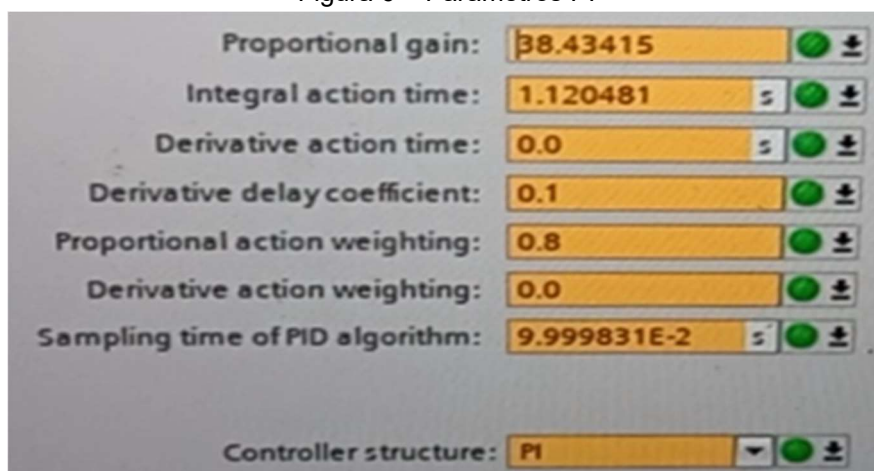
Figura 5 – Bancada Utilizada para Aplicação do Controle PI



Fonte: dos autores

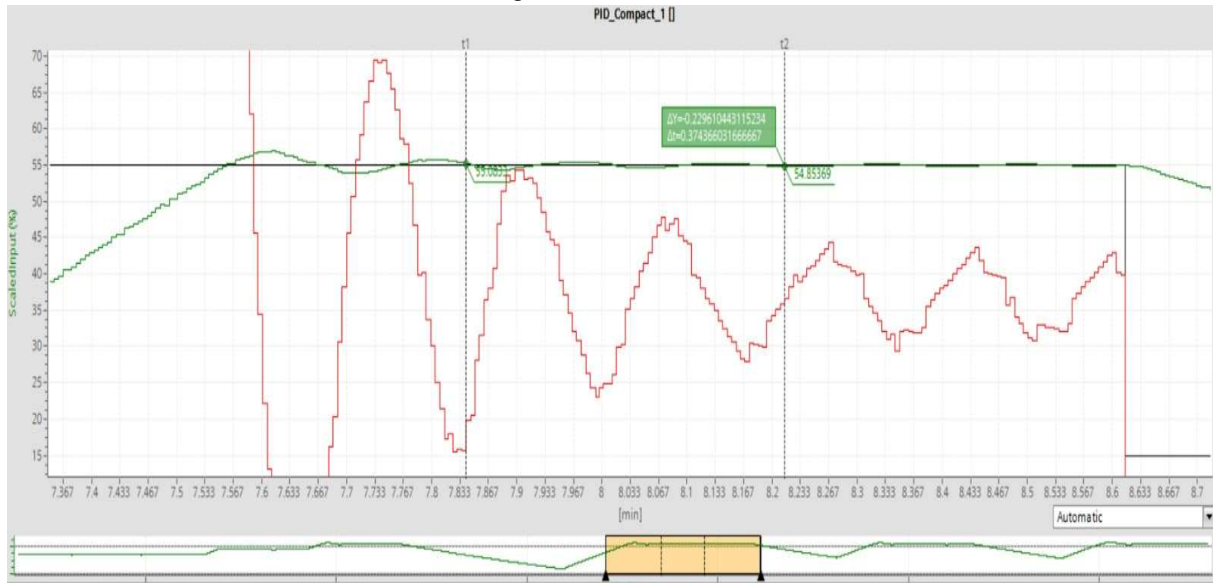
Utilizando a bancada didática conseguimos visualizar de forma prática as alterações nas saídas e entradas de acordo com os ganhos aplicados no sistema Proporcional, Integral e Derivativo, como observado nas Figuras 6 e 7.

Figura 6 – Parâmetros PI



Fonte: dos autores

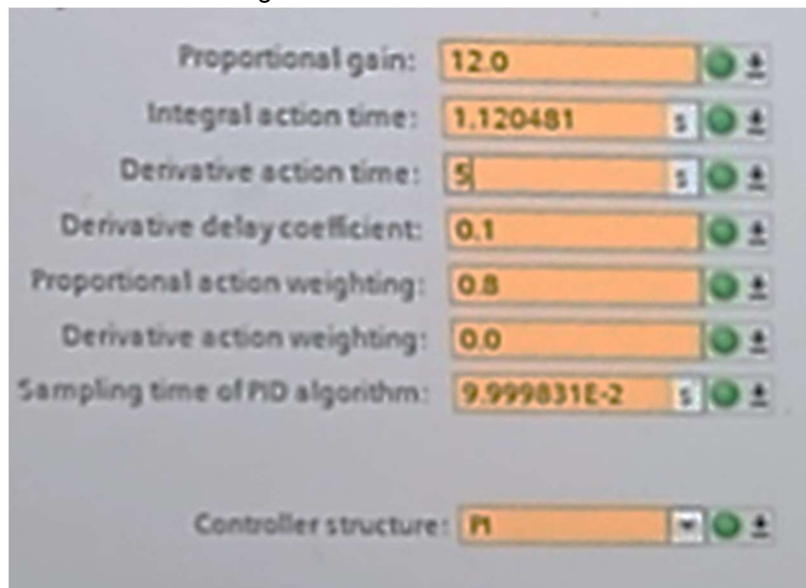
Figura 7 – Gráfico PI



Fonte: dos autores

Pode-se observar na Figura 7, uma oscilação que representa o acionamento da bomba da bancada, essa variação deu-se devido o ganho derivativo estar em zero, parâmetros escolhidos. Assim, foi implementado um controle do tipo PID, conforme ilustra a Figura 8.

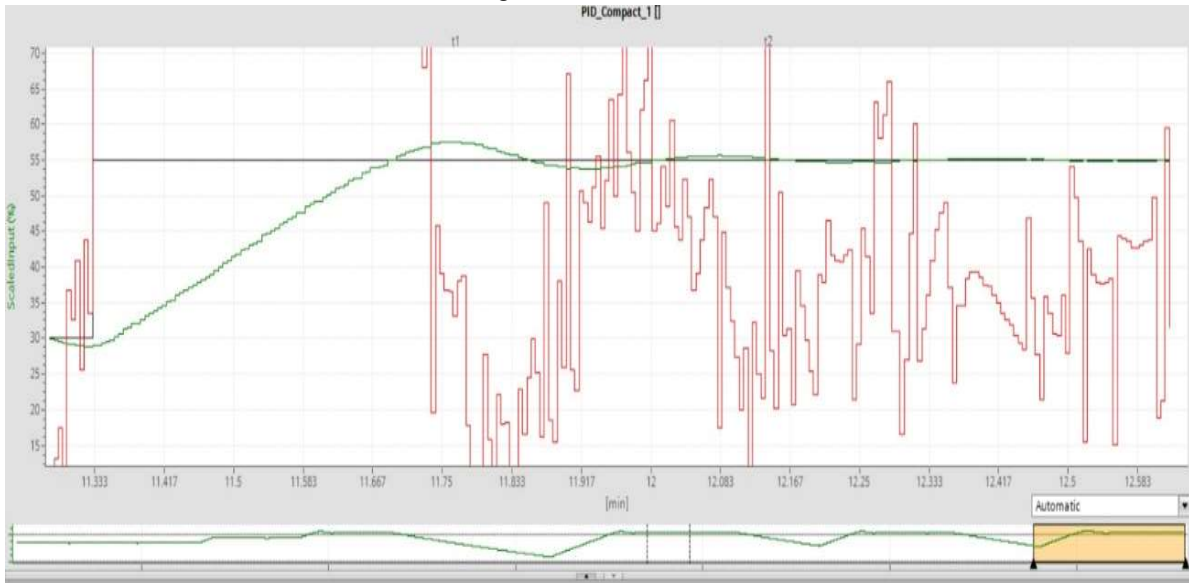
Figura 8 – Parâmetros do PID



Fonte: dos autores

Com a alteração do parâmetro derivativo de zero para cinco, podemos notar a diferença no acionamento da bomba conforme imagem abaixo.

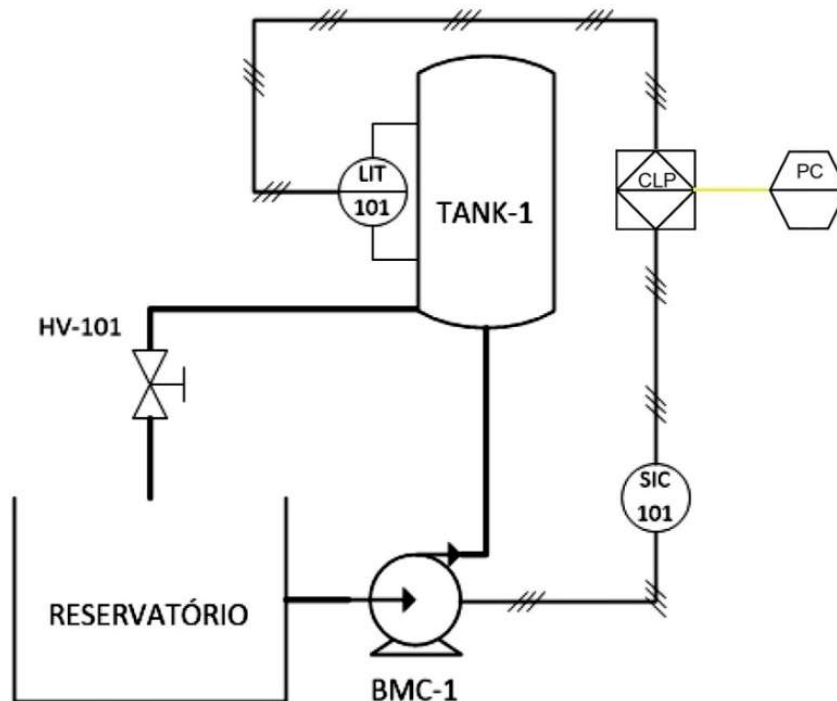
Figura 9 – Saída PID



Fonte: dos autores

Ao realizarmos uma breve comparação entre os sistemas PI e PID, podemos notar um comportamento totalmente diferente no acionamento da bomba da bancada. Com o ganho derivativo acionada o processo de controle fica mais preciso, alcançando o setpoint de uma forma melhor e controlando mais precisamente a saída para o processo.

Figura 10 – Diagrama do Controle de Nível do Reservatório



Fonte: dos autores

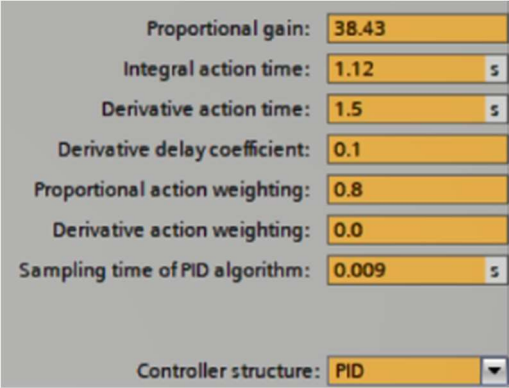

A ilustração acima retrata o diagrama P&ID da planta didática que será controlada. É possível observar os componentes de controle, como o Controlador Lógico Programável (CLP) e o

sensor, bem como os elementos controlados, como a bomba e o nível do reservatório. O HV-101 é uma válvula manual que pode ser acionada caso seja necessário intervir de alguma forma, independentemente da natureza da intervenção. O componente SIC-101 representa o inversor de frequência, controlado pelo CLP, que regula a bomba proporcionalmente ao nível do reservatório.

2. RESULTADOS

Quando aplicamos um ganho derivativo para esse processo, como apresentado anteriormente, possuímos um acionamento da bomba de controle mais brusco, e assim, prejudicando a longo prazo os componentes físicos do processo. Utilizando um ganho derivativo de 1.5, notamos um OverShooting bem como, o acionamento robusto da bomba:

Tabela 1 – Ajuste do Ganho Derivativo

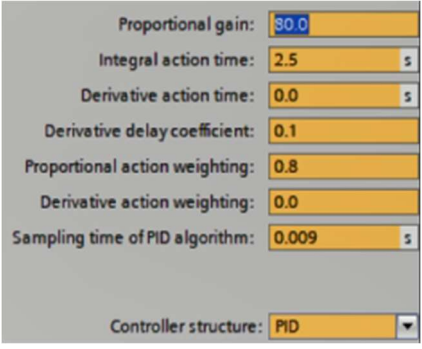
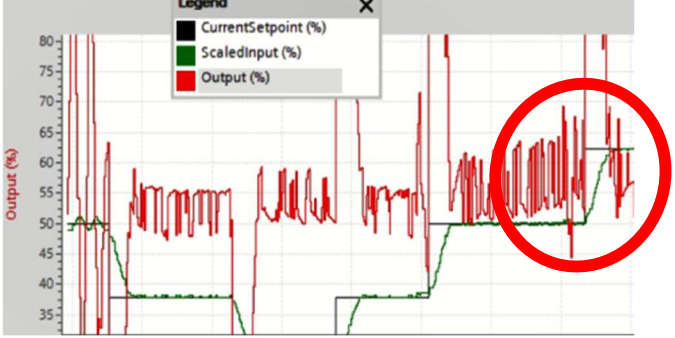
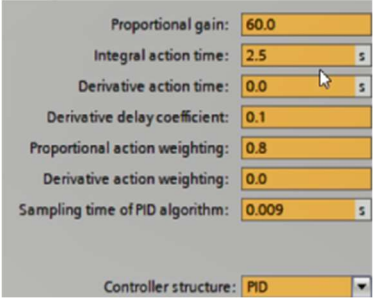
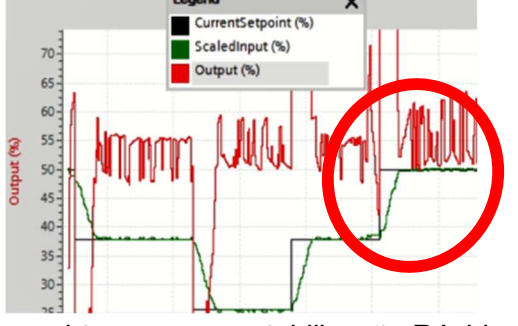
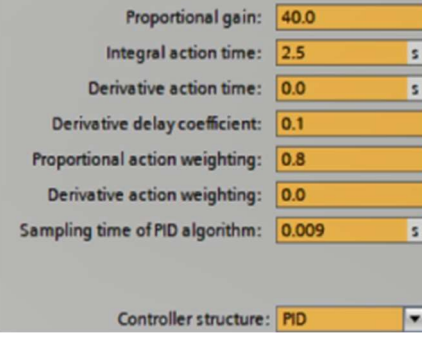
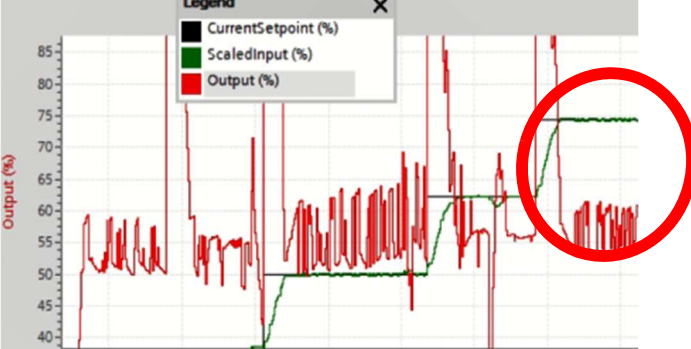
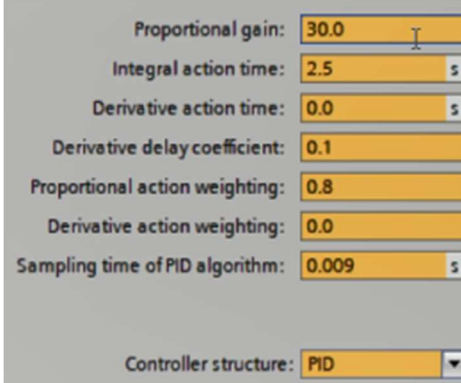
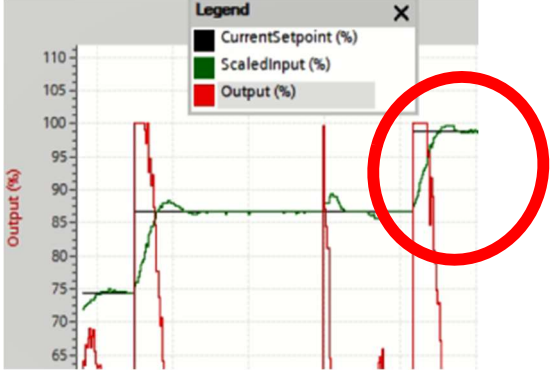
Parâmetros PI	Comportamento com redução do SetPoint
 <p>*Comprovando que o ganho derivativo não é recomendado para essa aplicação.</p>	 <p>*Notamos um OverShooting consideravelmente alto.</p>

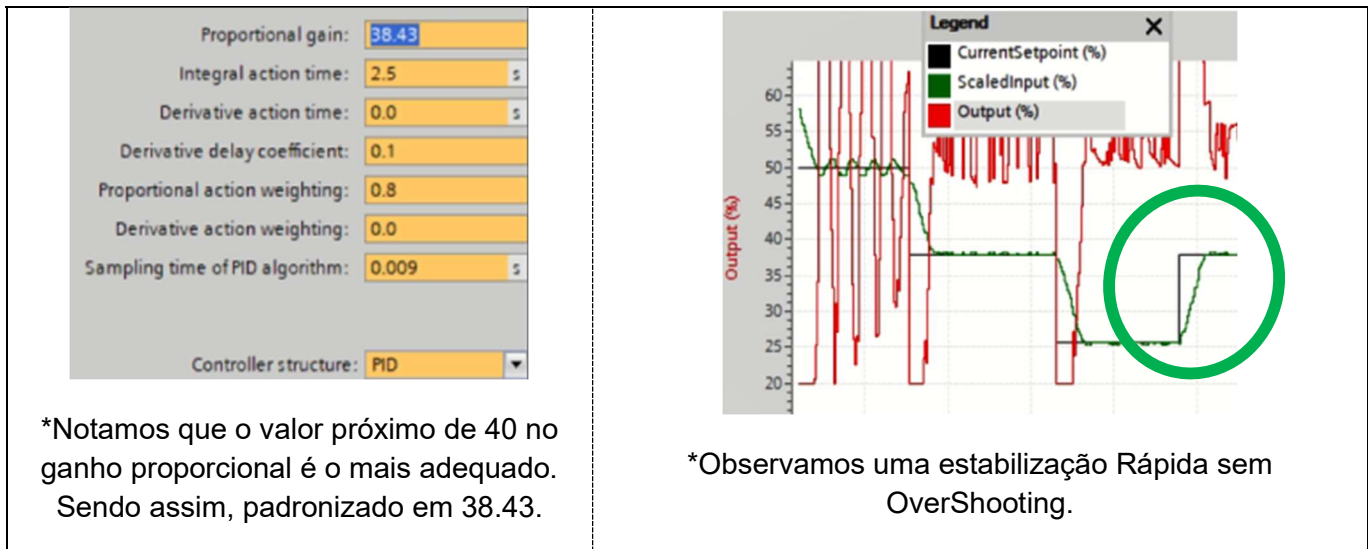
Fonte: dos autores

Sendo assim, seguimos sem o ganho derivativo nos ajustes dos ganhos integrativos e proporcional, devido ao método de controle onde buscamos um controle de nível, recomenda-se apenas o uso de um sistema Proporcional Integrativo por ser um sistema de 1 ordem.

Foi escolhido como primeiro ganho a ser regulado, o ganho proporcional, onde, após vários ajustes foi possível obter o melhor valor olhando para o overshooting e para o tempo de normalização do nível conforme Setpoint.

Tabela 2 – Ajuste do Ganho Proporcional

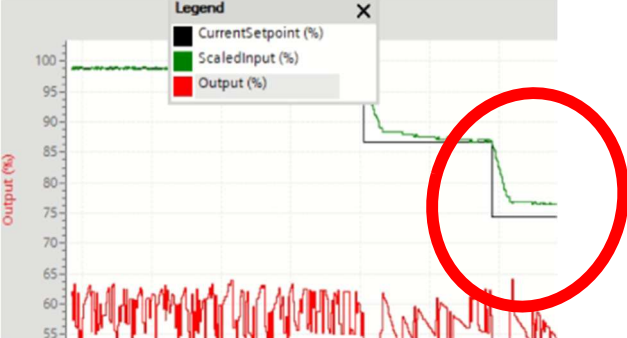
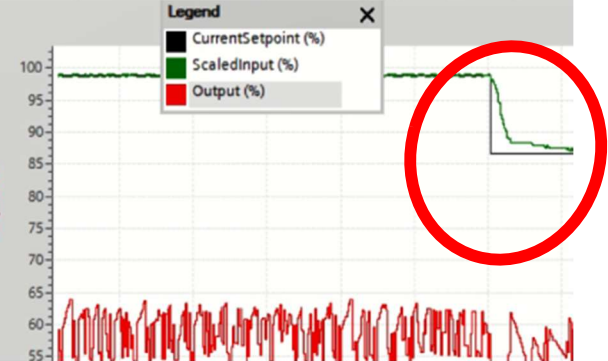
Parâmetros PI	Comportamento com aumento no SetPoint
 <p>Proportional gain: 30.0 Integral action time: 2.5 s Derivative action time: 0.0 s Derivative delay coefficient: 0.1 Proportional action weighting: 0.8 Derivative action weighting: 0.0 Sampling time of PID algorithm: 0.009 s Controller structure: PID</p>	 <p>*Observamos uma estabilização Rápida sem OverShooting.</p>
 <p>Proportional gain: 60.0 Integral action time: 2.5 s Derivative action time: 0.0 s Derivative delay coefficient: 0.1 Proportional action weighting: 0.8 Derivative action weighting: 0.0 Sampling time of PID algorithm: 0.009 s Controller structure: PID</p>	 <p>*Tambem obtemos uma estabilização Rápida sem OverShooting.</p>
 <p>Proportional gain: 40.0 Integral action time: 2.5 s Derivative action time: 0.0 s Derivative delay coefficient: 0.1 Proportional action weighting: 0.8 Derivative action weighting: 0.0 Sampling time of PID algorithm: 0.009 s Controller structure: PID</p>	 <p>*Continuamos com uma estabilização Rápida sem OverShooting.</p>
 <p>Proportional gain: 30.0 Integral action time: 2.5 s Derivative action time: 0.0 s Derivative delay coefficient: 0.1 Proportional action weighting: 0.8 Derivative action weighting: 0.0 Sampling time of PID algorithm: 0.009 s Controller structure: PID</p>	 <p>*Observamos uma estabilização Rápida com OverShooting.</p>

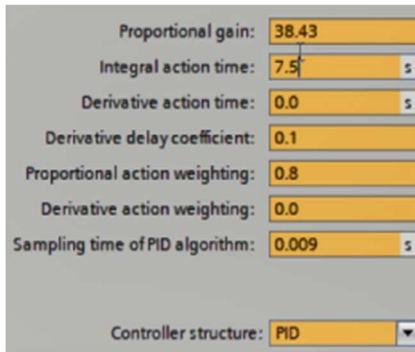


Fonte: dos autores

Uma vez encontrado o melhor ganho para o ganho proporcional, visando uma rápida normalização entre nível do tanque e Setpoint seguimos para as alterações dos ganhos integrativos afins de se obter a melhor performance para o processo.

Tabela 3 – Ajuste do Ganho Proporcional

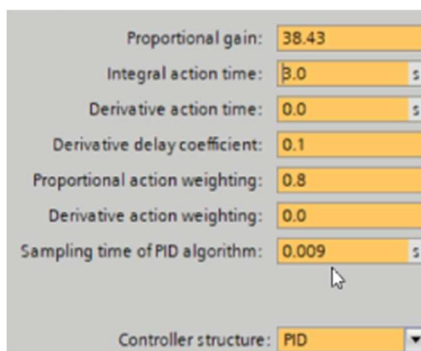
Parâmetros PI	Comportamento com redução do SetPoint
<p>Proportional gain: <input type="text" value="38.43"/></p> <p>Integral action time: <input type="text" value="38.0"/> s</p> <p>Derivative action time: <input type="text" value="0.0"/> s</p> <p>Derivative delay coefficient: <input type="text" value="0.1"/></p> <p>Proportional action weighting: <input type="text" value="0.8"/></p> <p>Derivative action weighting: <input type="text" value="0.0"/></p> <p>Sampling time of PID algorithm: <input type="text" value="0.009"/> s</p> <p>Controller structure: <input type="text" value="PID"/></p>	 <p>*Observamos uma estabilização lenta, sem OverShooting.</p>
<p>Proportional gain: <input type="text" value="38.43"/></p> <p>Integral action time: <input type="text" value="15.0"/> s</p> <p>Derivative action time: <input type="text" value="0.0"/> s</p> <p>Derivative delay coefficient: <input type="text" value="0.1"/></p> <p>Proportional action weighting: <input type="text" value="0.8"/></p> <p>Derivative action weighting: <input type="text" value="0.0"/></p> <p>Sampling time of PID algorithm: <input type="text" value="0.009"/> s</p> <p>Controller structure: <input type="text" value="PID"/></p>	 <p>*Observamos uma estabilização mais rápida, sem OverShooting.</p>



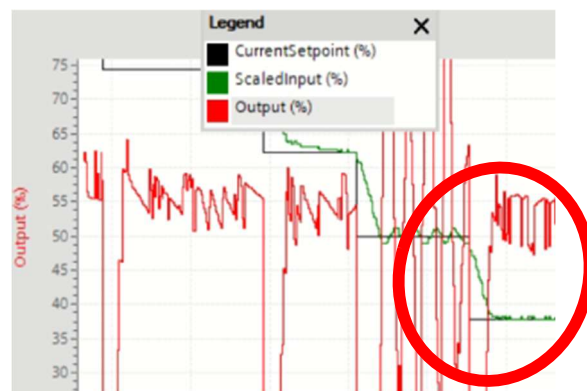
*Reduzindo 7,5 no ganho integrativo.



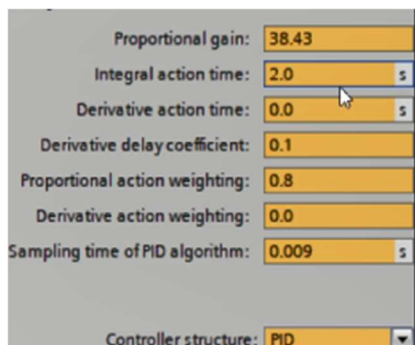
*Observamos uma estabilização mais rápida, sem OverShooting. Contudo, oscilações no sinal.



*Reduzindo 4,5 no ganho integrativo.



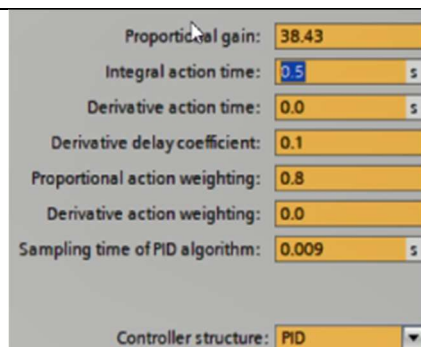
*Observamos uma estabilização mais rápida, sem OverShooting. Contudo, oscilações no sinal.

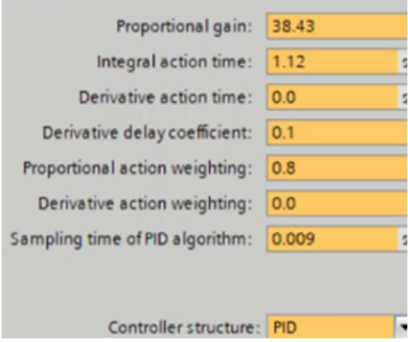
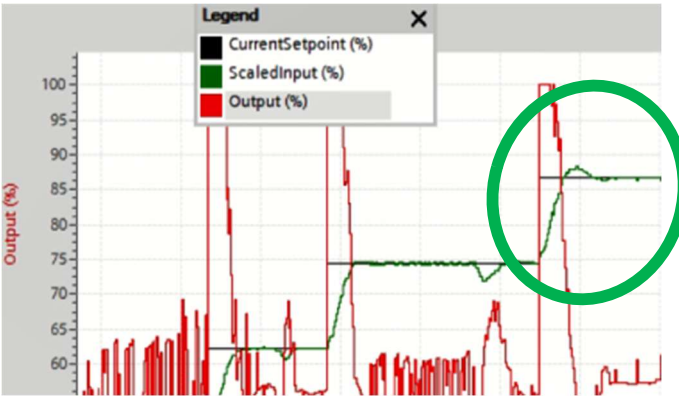


*Reduzindo 2,5 no ganho integrativo.



*Observamos uma estabilização mais rápida, sem OverShooting. Contudo, oscilações no sinal.



<p>*Reduzindo 1,5 no ganho integrativo.</p>	<p>*Observamos uma estabilização mais rápida, sem OverShooting. Contudo, muitas oscilações no sinal.</p>
 <p>*Diminuindo o ganho integrativo mantendo o melhor parâmetro no ganho proporcional.</p>	 <p>*Observamos uma estabilização Rápida com grande OverShooting.</p>

Fonte: dos autores

E assim, após todos os testes serem concluídos, conseguimos encontrar os parâmetros em:

- ✓ Ganho proporcional: 38,43;
- ✓ Ganho integrativo: 1.12;
- ✓ Ganho derivativo: 0,0;

3 CONCLUSÕES

Em conclusão, este artigo explora a comparação entre os sistemas de controle PI (Proporcional-Integral) e PID (Proporcional-Integral-Derivativo) em relação à aplicação de controle de vazão em bombas. Embora ambos os sistemas sejam amplamente utilizados na indústria para garantir a estabilidade e precisão do processo, ficou evidente que o controle PI é mais adequado para essa aplicação específica.

Ao analisar os resultados e considerar os principais aspectos, como tempo de resposta, estabilidade e capacidade de controle da vazão, o controle PI se mostrou uma escolha mais eficiente. O controle PID, ao adicionar o termo derivativo, introduz complexidade adicional, tornando a sintonia mais desafiadora e aumentando o risco de oscilações indesejadas e instabilidades.

Por outro lado, o controle PI testado será capaz de fornecer um bom desempenho de controle, mantendo a estabilidade e evitando oscilações excessivas. Além disso, a simplicidade do controle PI facilita a sintonia e o ajuste, o que pode ser particularmente vantajoso em sistemas com variáveis de processo menos dinâmicas, como o controle de vazão em bombas.

É importante destacar que a escolha entre o controle PI e PID depende das características específicas do sistema e das necessidades de controle. Em alguns casos, quando o processo é mais complexo e é necessário ter uma resposta em tempo real, o controle PID pode ser mais adequado. Por isso, é essencial analisar cuidadosamente as características e requisitos do sistema antes de decidir qual tipo de controle usar.

Embora o controle PID seja amplamente utilizado em muitas aplicações de controle de processos, quando se trata de controlar o fluxo de bombas, o controle PI eficiente é uma opção melhor. Ele oferece estabilidade e precisão sem a complexidade adicional do termo derivativo.

REFERÊNCIAS

Sampaio, F., Cuenca, M., Rodrigues, R., & Silva, W. C. (2022). Metodologia para simulação da Lógica Fuzzy através do SCILAB SciFLTEditor. SENAI Londrina PR, 1(1), pp. 1-18.

Autodesk. (2023). Tinkercad [Simulação de Arduino, Módulo: eletrônica]. Recuperado de <https://www.tinkercad.com/>

TEDESCO, Patricia; GERMANO, Vasconcelos. Lógica Fuzzy. Recuperado em 24 de abril de 2023, de <https://www.cin.ufpe.br/~if684/EC/aulas/Aula-logica-Fuzzy-SI.pdf>.

ALVES, Otávio. eFLL - Fuzzy Logic Library for Arduino. Disponível em: <https://github.com/alvesoj/eFLL>. Acesso em: 24 de abril de 2023.

ARDUINO. Software. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/software>. Acesso em: 27 de abril de 2023.

ARDUINO. Tutorials. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/HomePage>. Acesso em: 27 de abril de 2023.

Capítulo V – Processo de Engenharia aplicada a jogos digitais para uma empresa de componentes elétricos em São José dos Pinhais

Bruna Pereira das Neves¹
Clístenes Grizafis Bento²
Diego Murilo Souza da Luz³
Leonardo Pestilo dos Santos⁴
Luiz Henrique Pereira Isbaes⁵
Cassiana Fagundes da Silva⁶
Thiago Schaedler Uhlmann⁷
Ana Cristina Fermino Deschamps⁸
Denice Lusa⁹
Eli Carlos Dal Pupo¹⁰
Joair Rossetto Schelela Junior¹¹
Jorge Ferreira De Sa Junior¹²
Suellen Terroso de Mendonça Ferreira Jacoboski¹³
Tuany Kasiorowski Neves¹⁴

RESUMO

O presente trabalho teve como foco desenvolver prova de conceito de jogo educacional para o aprendizado de manutenção elétrica de motocicletas. O objetivo geral deste trabalho é desenvolver fase demonstrativa de jogo educacional envolvendo manutenção automotiva de motocicletas, tendo como objetivos específicos identificar na literatura quais os conceitos sobre engenharia de requisitos, modelagem, arquitetura e programação de software, verificar quais requisitos e ferramentas necessárias para o desenvolvimento do sistema, modelar o sistema proposto de acordo com os requisitos, desenvolver sistema de acordo com o modelo e discutir os resultados obtidos. Foram adotadas as metodologias de pesquisa de campo, documental, bibliográficas e de internet com assuntos relevantes para o tema. Com o objetivo de facilitar a compreensão do leitor sobre determinados assuntos, encontram-se esclarecimentos sobre engenharia de requisitos, modelagem, arquitetura de software e linguagem de programação. No começo do desenvolvimento entra-se a etapa de levantamento de requisitos para o desenvolvimento do jogo. Depois tem a parte de

¹ Estudante UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais

² Estudante UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais

³ Estudante UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais

⁴ Estudante UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais

⁵ Estudante UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais

⁶ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, cassiana.silva@sistemafiep.org.br

⁷ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, thiago.uhlmann@sistemafiep.org.br

⁸ Docente UniSenaiPR - Campus da Indústria, ana.deschamps@sistemafiep.org.br

⁹ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, denice.lusa@sistemafiep.org.br

¹⁰ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, eli.pupo@sistemafiep.org.br

¹¹ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, joair.junior@sistemafiep.org.br

¹² Docente UniSenaiPR - Campus CIC, jorge.junior@sistemafiep.org.br

¹³ Docente UniSenaiPR - Campus CIC, suellen.jacoboski@sistemafiep.org.br

¹⁴ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, tuany.neves@sistemafiep.org.br

modelagem onde é descrito como o jogo será desenvolvido de acordo com os requisitos levantados. Na terceira parte estão descrições de partes do desenvolvimento do jogo de acordo com o modelo, seguido da etapa de discussão de resultados obtidos e considerações finais. Na última parte do trabalho encontram-se as referências.

Palavras-chave: Desenvolvimento de Software, Engenharia de Software, manutenção de motos, Unity.

1. INTRODUÇÃO

Organizações utilizam em seus planejamentos, para criação e viabilização de seus produtos, diferentes ferramentas criativas com a finalidade de atender às necessidades de seus diferentes públicos e atingir seus objetivos. Dentre as ferramentas existentes para agregar conhecimento dentro das organizações existem os jogos e simulações (UHLMANN, 2014).

A empresa objeto deste estudo trabalha com formação de profissionais que irão realizar manutenções automotivas e gostaria de ter um jogo sobre o assunto para auxiliar seus estudantes a fixarem o conteúdo aprendido na aula.

Com a finalidade de auxiliar a empresa na construção de conhecimento sobre manutenção elétrica de motocicletas, o presente trabalho visa desenvolver jogo educacional que simula ambiente de oficina.

Desta forma, o objetivo principal desse estudo foi o de desenvolver fase demonstrativa de jogo educacional envolvendo manutenção automotiva de motocicletas. E, com base no objetivo supracitado, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- Identificar na literatura quais os conceitos sobre engenharia de requisitos, modelagem de softwares, arquitetura de software e programação de software;
- Verificar quais requisitos e ferramentas necessárias para o desenvolvimento do sistema;
- Modelar sistema proposto de acordo com os requisitos;
- Desenvolver sistema de acordo com o modelo;
- Discutir sobre resultados obtidos.

A partir dos objetivos anteriormente definidos, efetuou-se o levantamento da fundamentação teórica, bem como definiu-se a metodologia deste estudo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para proporcionar melhor compreensão sobre os assuntos abordados, o presente capítulo está dividido em três partes, sendo: engenharia de requisitos, modelagem de software e arquitetura de software.

2.1 ENGENHARIA DE REQUISITOS

Pressman e Maxim (2016) relatam que o amplo espectro de tarefas e métodos que levam a um conhecimento dos requisitos é conhecido de engenharia de requisitos. Do ponto de vista do processo de software, a engenharia de requisitos é uma atividade da engenharia importante, que começa durante a atividade de comunicação e continua na modelagem do software. Ela deve ser apropriada as necessidades do processo, do projeto, do produto e dos usuários que estão realizando o trabalho.

Segundo Sommerville (2011) os requisitos de um software são as descrições do que o sistema deve fazer, os serviços, que o software oferece e as restrições do seu funcionamento. Esses requisitos espelham as necessidades do usuário para um sistema que serve à sua necessidade, como controlar um mecanismo, colocar um pedido ou buscar uma informação. O procedimento de descobrir, analisar, documentar, e verificar esses serviços e limitações é chamado engenharia de requisitos.

Os requisitos são divididos em dois tipos de requisitos, funcionais e não funcionais. Sommerville (2011) aborda que os requisitos funcionais são referências de serviços que o sistema deve fornecer, de como o sistema deve reagir a entradas específicas e de como o sistema deve se comportar em uma determinada situação.

Já os requisitos não funcionais para Sommerville (2011) são limitações aos serviços ou funções disponibilizados pelo sistema. Incluem limitações de cronometragem, limitação no processo de desenvolvimento, e limitação impostas pelas normas. Ao oposto das características individuais ou serviços do sistema, os requisitos não funcionais, muitas das vezes, aplicam-se ao sistema como num todo.

2.2 MODELAGEM DE SOFTWARE

Dentro das etapas de desenvolvimento de software a modelagem é um tema muito analisado, de acordo com Lobo (2009) a modelagem de software é uma ferramenta, cujo objetivo é obter a representação do software através de modelos abstratos de um sistema.

Tal representação pode ser obtida por meio de diagramas, atualmente a ferramenta mais utilizada para essa função é a UML, que para Ramos (2006) é definido como uma linguagem que serve para especificar, construir, visualizar e documentar um software.

2.3 ARQUITETURA DE SOFTWARE

De acordo com Pressman e Maxim (2016) a arquitetura de um software é uma representação que nos permite analisar se um projeto será efetivo no atendimento dos requisitos, realizar mudanças em um estágio em que o projeto é relativamente fácil e reduzir riscos associados a construção de um software.

Dentre os tipos de arquiteturas de software existentes serão apresentadas a arquitetura em camadas e orientada a objetos.

Para Pressman e Maxim (2016) a arquitetura em camadas é estruturada em várias camadas diferentes iniciando da em uma linguagem próxima a linguagem humana e progressivamente se tornam mais próximas a linguagem de máquina.

Na arquitetura orientada a objetos os componentes dos sistemas manipulam dados encapsulados através de operações, onde a coordenação e comunicação entre componentes ocorrem através de mensagens (PRESSMAN; MAXIM, 2016).

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada no presente trabalho foi pesquisa exploratória, que de acordo com Gil (2017) tem o propósito de aumentar a familiaridade com o problema facilitando a criação de hipóteses e deixando-o mais explícito. Segundo Marconi e Lakatos (2017), a pesquisa exploratória consiste em análise de dados levantados através de pesquisas bibliográficas, estudo de caso e pesquisa de campo.

Utilizou-se pesquisa bibliográfica com a finalidade de identificar os principais conceitos desenvolvidos neste trabalho, definido por Gil (2017) e Marconi e Lakatos (2017) como sendo uma pesquisa realizada a partir de materiais já publicados, com base em textos de artigos científicos, livros, ensaios críticos, entre outros.

Após as pesquisas foram realizadas etapas de coleta de dados através de entrevista informal com o responsável da empresa, definida por Gil (2017) como uma simples conversa objetivando coleta de dados, observação participativa e não participativa, que para Marconi e Lakatos (2017) é um processo ao qual o pesquisador entra em contato com o grupo ou a realidade estudada, onde no caso de participativa interagindo com ela e não

participativa sem interagir com ela. Feito o levantamento e análise dos dados foi desenvolvido um modelo para o software a ser desenvolvido seguido da etapa desenvolvimento do sistema.

Na última etapa do trabalho, foram realizadas as discussões sobre os resultados obtidos com as pesquisas, levantamento de requisitos, modelagem e desenvolvimento do sistema.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O presente capítulo apresenta os requisitos coletados e analisados, divididos em requisitos de negócio, funcionais e não funcionais para o jogo a ser criado.

Inicialmente foram coletados por meio de entrevista informal em reunião online entre as partes interessadas com a finalidade de entender a necessidade do cliente/usuário. Após a entrevista foi realizado uma análise de cenário simulando como funcionaria o jogo. Desta forma, foram obtidos os seguintes requisitos de negócio, funcionais e não funcionais:

- Requisitos de negócio:
 - Jogo deve proporcionar reforço no aprendizado em manutenção elétrica de motocicletas;
 - Deve ser possível avaliar o aprendizado do jogador por meio de sistema de pontuação.
- Requisitos funcionais:
 - O jogo deve ter tela inicial: deve haver uma tela inicial com as opções “jogar”, “ajustes” e “sair”;
 - O jogo deve ter interação entre os componentes da motocicleta e o jogador: o jogador deve ser capaz de identificar a existência de componentes defeituosos na motocicleta, remover e colocar um novo;
 - O jogo deve ter sistema de pontuação para auxiliar na identificação de aprendizado: de acordo com os acertos do jogador interagindo com os componentes da motocicleta, deve-se aumentar a pontuação.
- Requisitos não funcionais:
 - Jogo deve funcionar em sistema operacional Windows 10 ou posterior.

Com os requisitos levantados foi possível realizar a modelagem do sistema para apresentar como o sistema funcionará e será desenvolvido.

O Sistema foi desenvolvido através da plataforma de desenvolvimento Unity que permite a criação de jogos de diversos estilos, sejam 2D e 3D, onde é possível implementar recursos como Scripts, Animações, Gráficos, Áudio e física ao projeto. Para realização do jogo foi escolhido o estilo 3D.

O cenário utilizado no jogo foi escolhido a partir de uma plataforma de modelos 3D chamado Sketchfab4, que é um modelo 3D gratuito de uma garagem. Foram utilizados também outros modelos 3D para os objetos dentro do cenário A figura 1 mostra o cenário.

Figura 1 – Modelo 3D cenário garagem (interno)



Fonte: Os autores (2022)

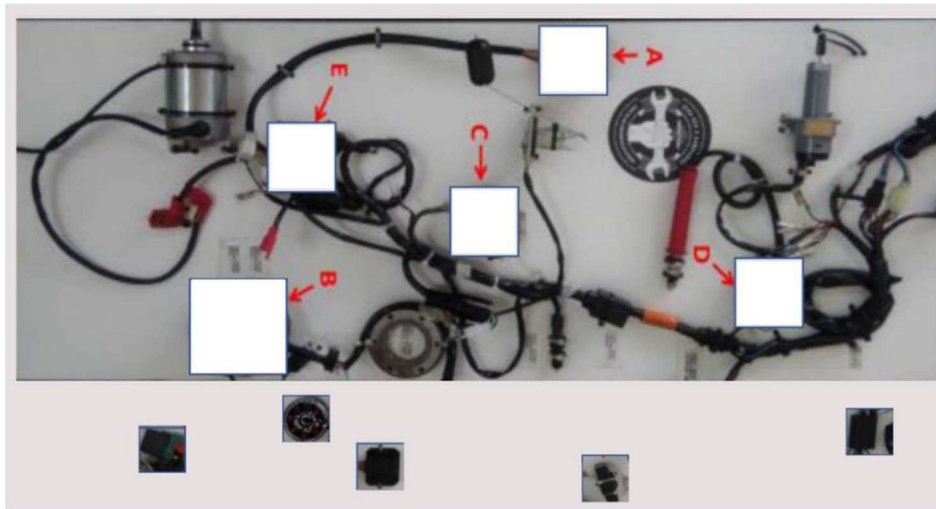
Após o desenvolvimento foi possível testar o sistema por meio da execução do jogo, o qual proporcionou resultados relevantes.

O primeiro resultado obtido ao realizar os testes foi o de alguns colisores não estarem funcionando e o jogador ser capaz de atravessar alguns objetos, problema que precisa ser corrigido, mas não foi considerado urgente para a prova de conceito. Além da parte dos colisores a velocidade do jogador estava muito avançada, detalhe que foi corrigido e pôde gerar uma atualização futura que permita ao jogador correr depois que apertar alguma tecla. A imagem 2 ilustra uma das telas do jogo.

Figura 2 – Interação com o jogo

LIGAÇÕES ELÉTRICAS

MAGNETRON



Você deve fazer a ligação correta dos componentes e testar para ver se estão ligados corretamente.

TESTAR

Fonte: Os autores (2022)

Em relação aos testes, outro ponto a ser ressaltado é que, devido ao fato de ser uma prova de conceito, foi utilizado apenas uma motocicleta, em apenas um cenário com uma única missão, então não foram desenvolvidas opções para outras missões, funcionalidades monetárias e integração entre o resultado da missão e a pontuação, bem como não foram criados itens para atualização do cenário e nem a opção de compra de peças. Nessa versão demonstrativa do jogo o jogador tem a experiência de trocar a peça na motocicleta depois de comprada sem precisar se preocupar com o resultado da troca.

O sistema completo desenvolvido encontra-se em um repositório no GitHub⁷, onde é possível com que qualquer desenvolvedor com conhecimento em Unity possa executá-lo e melhorá-lo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a pesquisa elaborada percebeu-se as dificuldades do desenvolvimento da engenharia de software, onde foi indispensável identificar inicialmente quais seriam os tópicos a serem levantados, o qual fomos compreender a demanda da aplicação e decidir quais seriam os requisitos de negócio, funcionais e não funcionais, possibilitando o início da modelagem do jogo.

Depois de ter concluído a modelagem do jogo iniciou-se método de desenvolvimento do jogo, concebendo maior união e conhecimento entre os participantes da equipe. Depois do jogo desenvolvido foi feito teste de funcionamento.

Houve dificuldade de tempo no desenvolvimento do trabalho, porém todos os participantes da equipe interagiram em participar da pesquisa de maneira em que nenhum ficou de fora ou responsável por um assunto ou capítulo, o que possibilitou sua entrega.

O desenvolvimento do jogo possibilitou interação entre os membros da equipe, assim como a ciência de que um plano idealizado mentalmente pode suceder algo distinto na prática para pessoas diferentes.

Como foi visto que o jogo é comercialmente viável, para trabalhos futuros aconselha a realização de interação do menu de jogador, ajuste de volume por meio do jogo, adição de mais peças, motocicletas, objetos para upgrade e missões, além do desenvolvimento do sistema de pontuação e refatoração dos modelos 3D.

REFERÊNCIAS

GIL, Antonio C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LOBO, Edson J. R. **Guia Prático de engenharia de Software**, São Paulo: Universo dos livros, 2009.

MARCONI, Marina de A.; LAKATOS, Eva M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 8 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

PRESSMAN, Roger; MAXIM, Bruce. **Engenharia de Software: uma abordagem profissional**. 8.ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

RAMOS, Ricardo A. **Treinamento prático em UML**. 3 ed. São Paulo: Universo dos Livros, 2006.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software**; tradução Ivan Bosnic e Kalinka G. de O. Gonçalves; revisão técnica Kechi Hiramã. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

UHLMANN, Thiago S. SCMDSIGN – Desenvolvimento de um Serious Game para simulação de gestão da cadeia de suprimentos. 238 f. Mestrado (Dissertação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

Capítulo VI – Estratégias de gamificação para Gestão de Pessoas: um estudo de caso em uma empresa de automação

Cleber Ferreira Shimizu¹

Leandro dos Santos Canestraro²

Mateus Eduardo Braz³

Yurgen Schneider⁴

Cassiana Fagundes da Silva⁵

Thiago Schaedler Uhlmann⁶

Ana Cristina Fermino Deschamps⁷

Denice Lusa⁸

Eli Carlos Dal Pupo⁹

Joair Rossetto Schelela Junior¹⁰

Jorge Ferreira De Sa Junior¹¹

Suellen Terroso de Mendonça Ferreira Jacoboski¹²

Tuany Kasiorowski Neves¹³

RESUMO

A gamificação é a técnica de se utilizar de conceitos de jogos (como interação e imersão) em ambientes que não sejam de jogos, como no trabalho ou no ambiente acadêmico. Este trabalho descreve a utilização da gamificação para tornar o processo de integração de novos colaboradores em uma empresa mais dinâmico e efetivo. São definidos os conceitos de jogos e gamificação, é apresentada a realidade da empresa e seus requisitos e uma proposta de jogo é descrita.

Palavras-chave: gamificação, Godot, indústria, integração, jogos digitais.

¹ Estudante UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais

² Estudante UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais

³ Estudante UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais

⁴ Estudante UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais

⁵ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, cassiana.silva@sistemafiep.org.br

⁶ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, thiago.uhlmann@sistemafiep.org.br

⁷ Docente UniSenaiPR - Campus da Indústria, ana.deschamps@sistemafiep.org.br

⁸ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, denice.lusa@sistemafiep.org.br

⁹ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, eli.pupo@sistemafiep.org.br

¹⁰ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, joair.junior@sistemafiep.org.br

¹¹ Docente UniSenaiPR - Campus CIC, jorge.junior@sistemafiep.org.br

¹² Docente UniSenaiPR - Campus CIC, suellen.jacoboski@sistemafiep.org.br

¹³ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, tuany.neves@sistemafiep.org.br

1. INTRODUÇÃO

Um dos principais pilares da indústria 4.0 são os robôs autônomos, que trabalham ao lado do ser humano de forma segura, com maiores capacidades e menor custo. E para que esse pilar seja explorado de forma otimizada, uma quantidade considerável de dados deve ser analisada.

A empresa objeto deste estudo foi por muito tempo uma empresa que oferecia serviços de automação, mas recentemente tem se inclinado para a indústria de robótica inteligente. Boa parte dos módulos de inteligência computacional desenvolvidos utilizam sensores como o lidar, acelerômetro e giroscópio e encoders de roda. Desta forma, a rotina de seus colaboradores envolve trabalhos em hardware e software, lidando com desafios a nível de produto, considerando aspectos de elétrica, mecânica e software, além de outros desafios de natureza comercial e empresarial.

O Processo de Integração na empresa objeto deste estudo consiste no primeiro contato que o novo colaborador tem com a empresa, quando inicia seu trabalho. Neste momento, ele é apresentado aos demais colaboradores e ambientes, os valores aplicados no ambiente de trabalho, além de conhecer os processos básicos que permeiam todos os funcionários.

Durante as integrações, o colaborador assume um papel passivo, recebendo informações de diversas áreas e graus de relevância, em um processo que pode durar de 1 a 2 dias. A eficácia imediata da integração - isto é, uma métrica conduzida durante o processo - atualmente é medida por meio de uma avaliação objetiva, onde os colaboradores revisam os tópicos mais importantes. Um padrão identificado durante a avaliação é a ansiedade ao revisar os tópicos, e dificuldade em diversas questões - indicativos de atrito no processo de integração, oriundos da dificuldade natural da absorção de muitas informações.

Face à problemática apresentada, o objetivo geral deste estudo foi o de desenvolver um jogo para que novos colaboradores realizem seu processo de integração, seguindo os conceitos de jogos digitais e os requisitos da empresa, visando facilitar o aprendizado do novo funcionário. Desta forma, a partir do objetivo geral proposto, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- Levantar informações sobre o processo de integração da empresa;
- Levantar requisitos e regras de negócio do jogo;
- Desenvolver a narrativa e a arte dos elementos visuais do jogo;

- Estudar o motor de jogos Godot para acomodar os personagens, eventos, itens e progressão do jogo;
- Desenvolver o jogo conforme os requisitos levantados;
- Realizar testes de usuário no produto desenvolvido.

Embora tenha especificidades relacionadas à cada cargo ou função, a integração segue linhas gerais comuns a todos os colaboradores, sendo em si mesmo um processo em grande parte automatizável. Tornar essa etapa um jogo (ou seja, gameficá-la), permite trazer mais naturalidade e tornar o processo mais atrativo e interessante para o colaborador recém-chegado, além de economizar recursos humanos da empresa em trabalhos de reafirmação de conceitos basilares do ambiente de trabalho.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os processos de iniciação em um ambiente corporativo se dão por grandes informações, documentações extensas sobre os seus direitos, visão e treinamentos iniciais, normalmente chamados de treinamento de integração de novos colaboradores, com todas essas informações sendo colocadas na fase de início de um funcionário, questões como o esquecimentos de sobre seus benefícios, dúvidas sobre visões da empresa e desconto, são recorrentes no departamento pessoal gerando um retrabalhos para os funcionários do setor.

Desta forma, um conjunto de métodos é apresentado como alternativas para a iniciação de colaboradores em organizações. Dentre esses métodos, encontra-se a gamificação, conforme descrito a seguir.

2.1 GAMIFICAÇÃO COMO FERRAMENTA DE ENSINO

A gamificação consiste no uso de elementos de jogos em ambientes e situações do dia a dia das empresas tem sido considerada no cenário educacional, contribuindo para aumentar os níveis de motivação (CHOU, 2013).

Assim, a adoção da gamificação busca influenciar o comportamento dos usuários durante a aprendizagem, pois técnicas de ensino tradicionais são consideradas monótonas. No contexto empresarial, a gamificação é uma ferramenta utilizada para o treinamento e desenvolvimento de colaboradores na organização.

De forma geral, o objetivo é possibilitar que os funcionários de empresas façam seus cursos e treinamentos de forma divertida, com uma competição saudável e ganhando recompensas para se motivar e engajar trabalho e no treinamento (STEFANI, 2021).

A gamificação, portanto, é usada no treinamento corporativo para motivar os funcionários a aplicarem o que aprenderam no treinamento ao seu trabalho real e melhorar o desempenho, aumentando o engajamento, a conscientização e a produtividade (NEIDENBACH, 2020).

2.2 JOGOS DIGITAIS

Em uma abordagem geral, um jogo é uma forma estruturada de se brincar, ou seja, uma atividade de caráter eminentemente de entretenimento ou diversão podendo, às vezes, ser usada como ferramenta educacional. Há jogos de tabuleiro, de cartas, de encenação, com bola, dentre outros.

Vários acadêmicos propuseram definições para o conceito de jogo. Roger Caillois, por exemplo, define um jogo como uma atividade com as seguintes características (CAILLOIS, 2017):

- Diversão: um jogo deve divertir ou entreter o jogador;
- Separado: ocorre em um tempo e um lugar delimitado;
- Incerto: o desenvolvimento e o resultado do jogo são imprevisíveis;
- Improdutivo: o jogo não produz nada de útil em si;
- Regido por regras: o jogo possui regras que são diferentes da vida cotidiana;
- Fictício: embora possa ser realista, um jogo deve afastar o jogador da realidade objetiva.

Em um sentido mais estrito, pensando nos jogos eletrônicos, um jogo pode ser definido como um conjunto de regras, eventos e personagens que compõe um ambiente virtual no qual o jogador pode interagir. Ele sempre deverá ficar dentro das regras do jogo e interagir com os eventos e personagens através das mecânicas propostas pelos desenvolvedores.

3. METODOLOGIA

Neste capítulo será abordado os passos tomados pela equipe para compreender e satisfazer as necessidades da empresa objeto do estudo, durante a construção de um jogo digital para o processo de integração de novos colaboradores.

O levantamento de requisitos realizado se baseou em entrevistas abertas e semiabertas, visando a coleta de informações diretas com a empresa objeto deste estudo. Para compreendermos melhor o contexto interno da empresa, visando adequar o jogo para as necessidades do cliente, realizou-se um tour guiado pelos setores, conhecendo as pessoas e os valores envolvidos no ambiente: amor, confiança e compromisso.

A partir dos requisitos coletados, o jogo foi desenvolvido com a ferramenta digital Godot, um motor de jogo de código aberto que disponibiliza uma série de ferramentas para o desenvolvimento de jogos, com suporte à múltiplas plataformas. Com ele é possível criar jogos em cenários 2D e 3D, juntamente com a loja de plugins que são ofertados diversos desenvolvedores terceiros. Foi utilizado para o desenvolvimento do jogo e de suas mecânicas.

Além de ferramentas que podem não dependem de código, como montagem de mapas, colisões e nós de personagens, o Godot possui suporte à várias linguagens de programação, possuindo maior destaque em C# e uma linguagem própria baseada em Python, o GDScript. O jogo apresentado neste documento foi desenvolvido com o uso do GDScript.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Mediante o contato inicial com a empresa, onde foram coletados expectativas e requisitos, projetamos e desenvolvemos o jogo para a empresa objeto deste estudo. Neste capítulo, contemplaremos os aspectos de design de jogo, desde a narrativa até o produto final.

4.1 REQUISITOS PARA INTEGRAÇÃO

Considerando o escopo da integração para este jogo, foram levantados aspectos que delimitam e definem a experiência:

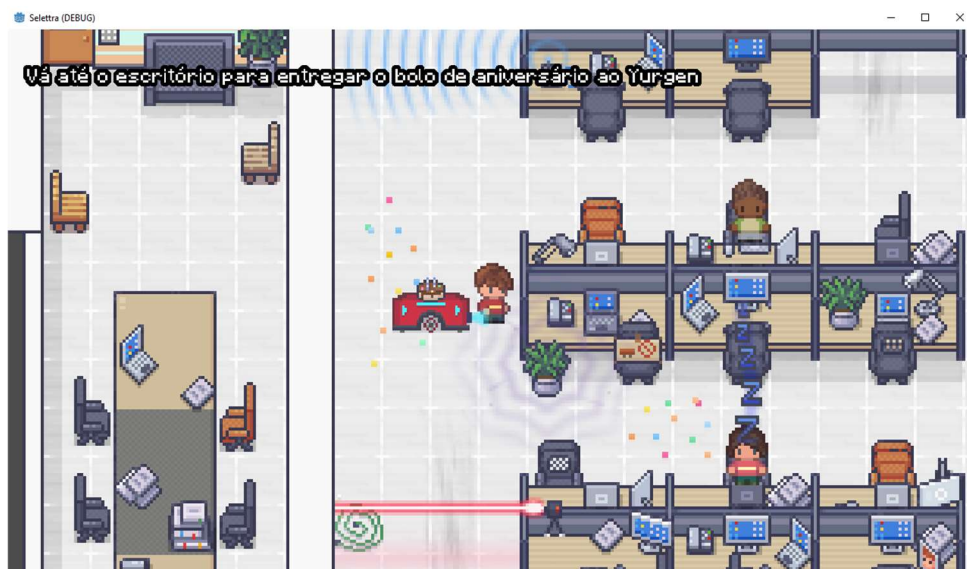
- O jogo primariamente deve abordar os valores da empresa: amor, confiança e compromisso;
- O jogo será aplicado no intervalo de integrações;
- O jogo deve ser curto, de no máximo 30 minutos;
- O jogo deve possuir jogabilidade fácil, para não frustrar a experiência de colaboradores menos familiarizados com games;
- O jogo será aplicado com um ou mais colaboradores.

4.2 ESPAÇO DE JOGO

Ao pensar em jogos como forma de entretenimento, é necessário oferecer uma experiência imersiva ao usuário. É a partir desta premissa que os benefícios da gamificação são possíveis: imersão facilita a absorção de informações. Uma das formas de aumentar a imersão de um jogo se dá pela assimilação e da familiaridade.

Portanto, o jogo se passa em uma “empresa digital”, um espaço o mais similar possível ao ambiente real da empresa, contendo inicialmente os ambientes da entrada, recursos humanos, fábrica e escritórios. Na Figura 1 é possível conferir o ambiente de entrada, onde o jogador começa o jogo, ambiente da fábrica e o escritório, respectivamente.

Figura 1 – Ambiente do escritório de engenharia da Selettra no jogo.



Fonte: Autoria própria (2022).

No âmbito da narrativa, a imersão é construída por meio de histórias interessantes, dinâmicas, mas plausíveis. Estabeleceu-se que o jogo colocaria o jogador em uma dinâmica pela empresa, levando o jogador a conhecer os ambientes e pessoas que ali trabalham. Convidado pelo setor de recursos humanos, o personagem principal cumpre objetivos e pratica os valores da empresa.

A narrativa é contada majoritariamente por diálogos, mas os eventos contados refletem na aparência do mundo – o chamado world-building. Funcionários da fábrica utilizam equipamentos de proteção individual, os diálogos paralelos são contextualizados perante sua progressão no mundo, e elementos visuais sugerem ações e para o jogador tal como placas e marcas no chão.

No âmbito da jogabilidade, para alcançar a imersão é preciso balancear as habilidades - motoras ou mentais - e a dificuldade estipulada para alcançar os objetivos. Com base nos requisitos, estabelecemos que os desafios impostos ao jogador demandariam maiores habilidades mentais, com menos foco no aspecto motor da jogabilidade, e maior na compreensão do cenário. Isto reduz a frustração de jogadores menos experientes, e permite a cooperação entre colaboradores na resolução de desafios mentais.

Com base nos requisitos levantados pela equipe, e considerando as delimitações de escopo, recursos humanos e financeiros e tempo de desenvolvimento, estipulou-se que o jogo possuiria uma assinatura visual cartunesca e simplificada.

O jogo é apresentado em 2D (duas dimensões) em perspectiva top-down (que sobrepõe o ambiente). Como característica principal, todos os elementos do jogo seguem a estética de pixel-art: elementos de pouca resolução, poucas cores, mas que emulam a realidade de maneira caricata.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto descrito neste trabalho foi um jogo com a proposta de gamificar uma rotina administrativa referente ao processo de integração de novos funcionários em uma empresa local. A gamificação tem a vantagem de tornar o aprendizado mais agradável e aumentar a retenção das informações por parte dos colaboradores.

O jogo desenvolvido traz, em um ambiente imersivo e divertido, os valores que a empresa deseja que seus novos colaboradores assimilem: Amor, Confiança e Compromisso. Elementos de jogos digitais como imersão, narrativa, mecânicas e jogabilidade foram utilizados para tornar o jogo divertido e interessante, ao mesmo tempo em que ensina tais valores de forma sutil.

No estágio atual de desenvolvimento, o projeto já cumpre os requisitos estipulados pela empresa cliente, sendo possível sua utilização em produção. Espera-se que o uso possa trazer feedbacks para a melhoria e evolução do game, assim como demandas para se gamificar outros processos da empresa.

Como sugestões para trabalhos futuros, a equipe orienta a roteirização do processo a ser gamificado de forma bem detalhada (o que facilitaria o desenvolvimento) e a implementação de etapas em 3D e/ou realidade virtual.

REFERÊNCIAS

CAILLOIS, Roger. **Os jogos e os homens: a máscara e a vertigem**. Editora Vozes Limitada, 2017.

CHOU, Y. The 8 Core Drives of Gamification (# 1): **Epic Meaning & Calling**. Yu-Kai Chou: Gamification & Behavioral Design. 2013.

NEIDENBACH, Soraia Finamor; CEPELLOS, VANESSA; PEREIRA, Jussara Jéssica. **Gamificação nas organizações**: processos de aprendizado e construção de sentido. Cadernos EBAPE. BR, v. 18, p. 729-741, 2020

STEFANI, Cibele. Gather: **ferramenta para integração de times no trabalho remoto**. [S.l.], 30 jun. 2021. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/gather-ferramenta-para-integra%C3%A7%C3%A3o-de-times-trabalho-remoto-stefani/?originalSubdomain=pt>>. Acessado em 07 de outubro, 2022.

Capítulo VII – Proposta para solucionar a falta de peças na montagem de um produto

Denice Lusa ¹

Cassiana Fagundes da Silva ²

Felipe Jez Castro ³

Gabrielle Fernanda Vieira dos Santos⁴

Marcelo Alberto Adão⁵

Ana Cristina Fermino Deschamps ⁶

Eli Carlos Dal Pupo ⁷

Joair Rossetto Schelela Junior ⁸

Jorge Ferreira De Sa Junior ⁹

Suellen Terroso de Mendonça Ferreira Jacoboski ¹⁰

Thiago Schaedler Uhlmann ¹¹

Tuany Kasiorowski Neves ¹²

RESUMO

O propósito do presente trabalho consiste na aplicação prática dos conhecimentos acadêmicos adquiridos ao longo do semestre, mediante a transposição do aprendizado obtido em ambiente de sala de aula para uma situação concreta em uma empresa real. A execução deste intento se deu por meio de uma visita dos estudantes à empresa Kuhn Montana Indústria de Máquinas S/A, com o intuito de adquirir um entendimento profundo acerca da organização e de seus processos operacionais. Durante essa visita, os gestores da empresa forneceram aos alunos informações pertinentes sobre os desafios mais recorrentes enfrentados no setor de produção. Posteriormente, o grupo, por meio de embasamento teórico, pesquisas e metodologias apropriadas, propôs soluções para os problemas identificados. As metodologias e ferramentas empregadas no desenvolvimento deste projeto incluíram pesquisa de campo, pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, pesquisa na internet, matriz de GUT, diagrama de Ishikawa, entrevista não estruturada, observação não participativa, Brainstorming e a ferramenta 5W2H. No decorrer do processo, foram identificadas as principais causas dos problemas e a falta de peças na linha de produção foi priorizada como um ponto crítico a ser abordado.

Palavras-chave: Gestão da produção. Gestão de processos. Kanban.

¹ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, denice.lusa@sistemafiep.org.br

² Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, cassiana.silva@sistemafiep.org.br

³ UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais

⁴ UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais

⁵ Docente UniSenaiPR - Campus CIC, suellen.jacoboski@sistemafiep.org.br

⁶ Docente UniSenaiPR - Campus da Indústria, ana.deschamps@sistemafiep.org.br

⁷ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, eli.pupo@sistemafiep.org.br

⁸ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, joair.junior@sistemafiep.org.br

⁹ Docente UniSenaiPR - Campus CIC, jorge.junior@sistemafiep.org.br

¹⁰ Docente UniSenaiPR - Campus CIC, suellen.jacoboski@sistemafiep.org.br

¹¹ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, thiago.uhlmann@sistemafiep.org.br

¹² Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, tuany.neves@sistemafiep.org.br

1. INTRODUÇÃO

No contexto empresarial contemporâneo, a otimização dos processos de produção é fundamental para aumentar a eficiência e reduzir períodos improdutivos (GATTORNA, 2009). A falta recorrente de componentes na produção impacta a logística das organizações, evidenciando a importância da sincronia entre logística de abastecimento/distribuição e produção, denominada operações, para evitar problemas como escassez ou excesso de estoque.

Ritzman e Krajewski (2004) ressaltam que as estratégias de fabricação variam entre os setores, destacando a importância da capacidade de utilização de estoques. Estratégias como produção para estoque, montagem por encomenda e fabricação por encomenda atendem às prioridades competitivas dos processos dedicados à fabricação (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004, p. 30).

É crucial reconhecer que os clientes não se limitam a agentes externos, incluindo clientes internos. Em uma organização, todos os processos e indivíduos têm clientes externos e internos, demandando que a concepção dos processos considere as necessidades de ambos os tipos de clientes (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2004).

A empresa Kuhn Montana, especializada em máquinas agrícolas, enfrenta desafios na linha de produção relacionados à escassez de peças pequenas na montagem do implemento agrícola. O estudo proposto visa solucionar esse problema, identificando causas, estudando os processos produtivos e cronometrando o tempo necessário para que as peças alcancem a linha de montagem. O Quadro 1 apresenta as quantidades, tempos de produção da peça e tempo de retrabalho do item B2010960 (código interno) que faltou no mês de outubro.

Quadro 1 – Item B2010960 – Faltante na Linha de Montagem

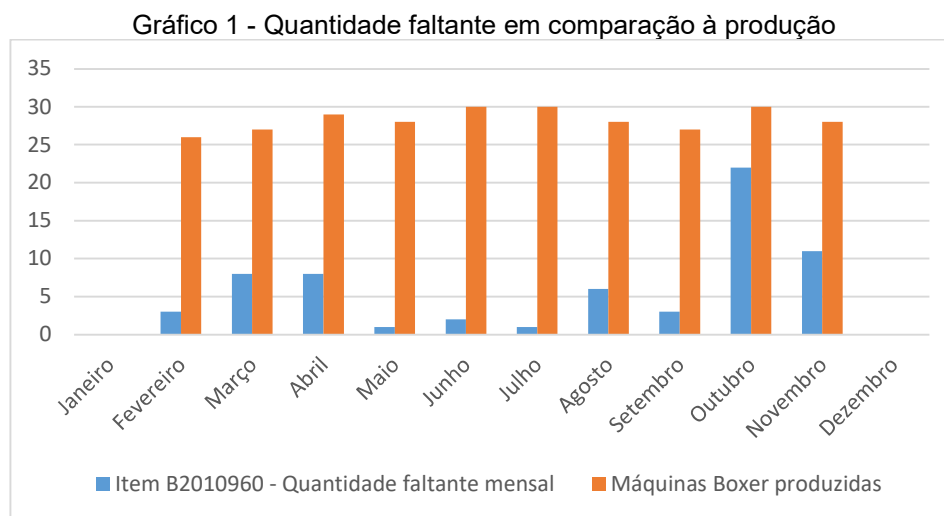
Mês	Quantidade que faltou no mês	Tempo para produção da peça	Tempo do retrabalho
Outubro	22	15 dias úteis	1 hora

Fonte: Kuhn Montana indústria de máquinas S/A

O gráfico apresenta insights sobre a quantidade de retrabalhos necessários para a conclusão do produto. Cada peça adicional implica um retrabalho, e ao analisar o impacto

financeiro, considera-se o salário do funcionário, estabelecendo um custo de R\$ 9,38 por hora, com base em uma jornada de trabalho de 8 horas diárias e 20 dias úteis no mês. Por exemplo, se um trabalhador gasta 1 hora para retrabalhar uma peça e, em março, ocorreram 8 retrabalhos, a empresa incorre em uma perda de R\$ 75,04 somente nesse mês. Em outubro, esse custo seria de R\$ 206,36. Vale ressaltar que esses cálculos levam em consideração apenas o valor líquido da mão de obra.

O gráfico subsequente ilustra a retenção de peças na produção, com dados coletados de fevereiro a novembro.



Fonte: Kuhn Montana indústria de máquinas S/A

6. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Gestão de Produção

A gestão de produção, também chamada de gestão de operações, é a função administrativa que supervisiona a produção de bens e serviços. De acordo com Slack (1999), a produção desempenha um papel central nas organizações, buscando alcançar o objetivo primordial da empresa.

2.2 Gestão de Processos

A gestão de operações e processos refere-se à maneira como as organizações produzem bens e serviços, destacando que tudo passa por um processo (Slack et al., 2002).

2.2.1 Metodologias para Gestão de Processos

Kanban: Ferramenta crucial para processos logísticos, garantindo a fabricação correta de produtos em fluxos puxados ou empurrados (Costa Junior, 2012; Silva, 2020). Just In Time: Filosofia de administração da manufatura para otimizar recursos, entregando peças necessárias com qualidade, na quantidade certa, no tempo e local apropriados (Alves, 2019; Silva, 2020). Linha de Produção: Introduzida por Ford em 1913, busca otimizar a gestão da produção e implementar o fluxo contínuo, reduzindo etapas, esforços, tempos e custos desnecessários (Fleury, 2005; Liker, 2004).

Indicador de Desempenho: Ferramenta de medição quantitativa para avaliar o progresso em relação às metas estabelecidas (Kallás; Ribeiro, 2008). Layout ou Arranjo Físico: Decisão estratégica que impacta nos custos de produção, com arranjos clássicos e híbridos, como o arranjo celular (Slack, Chambers e Johnston, 2002; Corrêa; Corrêa, 2007; Peinado; Graeml, 2007; Martins; Laugen, 2005). Retrabalho: Correção de produtos defeituosos durante a produção, aplicada quando os produtos estão fora das especificações (Gaither; Frazier, 2002). Cronoanálise: Introduzida por Taylor no final do século XIX, é uma prática essencial para melhorar a produtividade, envolvendo o estudo de tempos e otimização da carga de trabalho (Agostinho, 2015).

7. METODOLOGIA

3.1 CAUSAS DO PROBLEMA

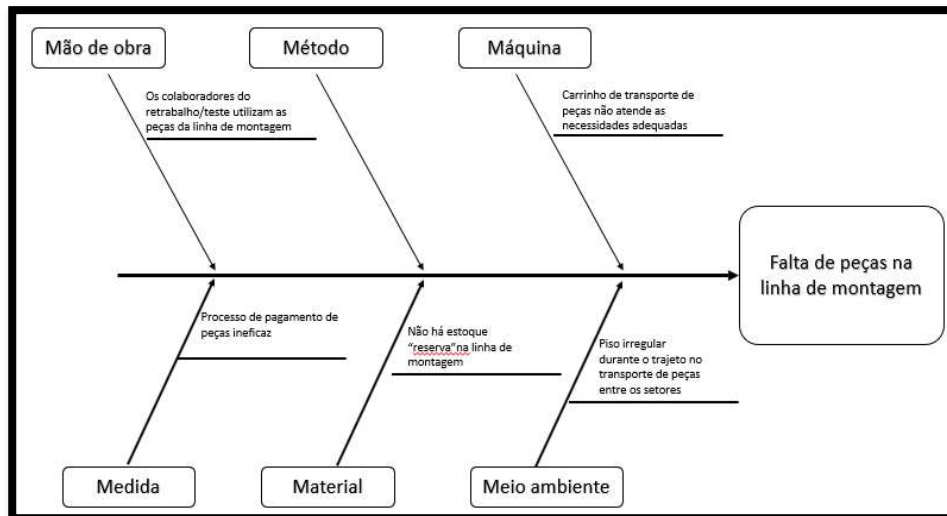
3.1.1 IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS

Para identificar as possíveis causas, foi realizado um brainstorming, com as informações coletadas por meio da observação participativa junto ao gerente de produção, gerente de suprimentos, coordenador de uma das linhas de montagem e coordenador do setor, e também por reuniões online através do aplicativo *Microsoft Teams*, junto aos membros da equipe. Sendo assim foram identificados 5 possíveis causas, que serão apresentados no Diagrama de Ishikawa a seguir.

3.1.2 CATEGORIZAÇÃO DAS CAUSAS

Para identificar e categorizar, foi aplicado a ferramenta diagrama de Ishikawa, conforme mostra a figura abaixo.

Figura 1 - Diagrama de Ishikawa



Fonte: Autores (2022)

3.1.3 PRIORIZAÇÃO DAS CAUSAS

Após a análise do Ishikawa, foi realizado a análise GUT para priorizar a causa a partir da pontuação de 50 pontos e sugerir uma possível melhoria a logo prazo para a causa com pontuação entre 25 a 50 pontos. Conforme a o quadro abaixo.

Figura 2 - Análise GUT

Gravidade	Peso	Urgência	Peso	Tendência	Peso	Prioridade
Extremamente grave	5	Extremamente urgente	5	Tende a piorar de forma rápida	5	125
Moderadamente grave	4	Moderadamente urgente	4		4	64
Gave	3	Urgente	3		3	27
Pouco grave	2	Pouco Urgente	2		2	8
Sem gravidade	1	Sem urgência	1	Não tende a piorar	1	1

Item	Causa	Gravidade	Urgência	Tendência	Prioridade
1	Os colaboradores do retrabalho/teste utilizam as peças da linha de montagem	5	5	5	125
2	Carrinho de transporte de peças não atende as necessidades adequadas	3	3	3	27
3	Não há estoque "reserva" na linha de montagem	2	2	2	8
4	Piso irregular durante o trajeto no transporte de peças entre os setores	2	2	2	8
5	Processo de pagamento de peças irregular	5	5	5	125

Fonte: Autor (2022)

3.1.3.1 OS COLABORADORES DO RETRABALHO/TESTE UTILIZAM AS PEÇAS DA LINHA DE MONTAGEM

Por meio de relatos e observações por parte da coordenação e linha da montagem, foi identificado que os colaboradores do retrabalho/teste, quando há necessidade, utilizam as peças pequenas para as máquinas que estão aguardando no retrabalho e outros afins. Sendo que as mesmas seriam montadas exclusivamente nas máquinas que estão na linha de montagem, conforme a programação e demanda da produção.

3.1.3.2 PROCESSO DE PEGAMENTO DE PEÇAS INEFICAZ

As pequenas peças que saem da pintura são pagas pelos materiais, conforme a demanda de produção na linha de montagem. Portanto durante o trajeto de 10 metros dessas peças, pode facilmente acontecer um extravio ou perda dela.

3.1.3.3 CARRINHO DAS PEQUENAS PEÇAS NÃO ATENDE AS NECESSIDADES ADEQUADAS

Devido as características e dimensionamentos do carrinho de transporte de peças, pode ocorrer a queda ou extravio delas.

3.2 ALTERNATIVAS DE SOLUÇÕES

Uma solução para a falta de peças na linha de montagem foi buscada através de uma abordagem de beachmarking, apoiada em uma entrevista não estruturada, com base na teoria do Kanban. Conversando com Diogo Faria, engenheiro logístico da Volvo Powetrain, identificou-se que o pagamento de pequenas peças na linha de montagem de motores é feito usando a metodologia Kanban. Em cada estação, há uma prateleira de peças onde há necessidade, e cada embalagem recebe um cartão Kanban de identificação da peça, fluxo de pagamento e endereço. Quando uma embalagem é totalmente consumida, o cartão da próxima embalagem é alocado em um coletor de cartões para que o colaborador responsável possa pegar as peças e realizar o pagamento. As características e dimensionamentos das prateleiras de peças e dos carrinhos de transporte são definidos pela solução Trilogic, permitindo fabricação sob medida, com baixa complexidade de montagem, custo acessível e fácil retrabalho. Outro aspecto importante é a padronização

de processos em todas as áreas, especialmente na área de ajuste/retrabalho. Por exemplo, quando há necessidade de peças pequenas para o ajuste de motores, os colaboradores seguem um processo padrão, solicitando as peças diretamente ao pessoal de materiais, evitando extravios e garantindo a acurácia na linha de montagem.

3.3 PLANO DE AÇÃO E PROPOSTA PARA A SOLUÇÃO

Os conceitos apresentados no texto referem-se a medidas propostas para solucionar problemas identificados em relação ao processo de pagamento de peças na linha de montagem. Abaixo estão os resumos para cada tópico:

- Colaboradores do Retrabalho/Teste Utilizando Peças da Linha de Montagem:

Sugere-se a criação de um trabalho padrão para o processo de pagamento de peças pelos colaboradores do retrabalho/teste. O objetivo é estabelecer um processo mais robusto, instruído e documentado, prevenindo a falta de peças pequenas na linha de montagem e possíveis extravios.

- Processo de Pagamento de Peças Irregular:

Propõe-se que o processo de pagamento das pequenas peças seja realizado imediatamente após sair da pintura, sendo pago diretamente nas estações na linha de montagem. A implementação de prateleiras de peças com a solução Trilogic, custando aproximadamente R\$ 2.500,00, e a utilização de cartões kanbans são sugeridas para manter um sistema de gestão eficiente e garantir o fluxo adequado de pagamento nas estações.

- Carrinho de Transporte das Peças Pequenas Não Atende às Necessidades Adequadas:

Recomenda-se a implementação de carrinhos de transporte Trilogic, cada um custando cerca de R\$ 2.500,00, com o objetivo de atender às necessidades do processo de transporte de peças pequenas da pintura até a linha de montagem. Essa medida visa evitar quedas de peças no caminho e extravios.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, uma pesquisa de campo foi conduzida em uma empresa, revelando um processo propenso a perdas e extravios, resultando na escassez de pequenas peças

na linha de produção. A visita proporcionou uma compreensão aprofundada do processo e suas potenciais causas. Os objetivos, incluindo a identificação do problema na empresa (falta de pequenas peças na linha de montagem), foram alcançados por meio de ferramentas como *Brainstorming*, Ishikawa e 5w2h, resultando em um processo eficiente, livre de perdas de tempo. A empresa enfrenta consideráveis perdas de tempo devido a retrabalhos em máquinas sem pequenas peças, demandando deslocamento dos funcionários e atrasos no faturamento. Propostas de ação visam eliminar a falta de peças na linha de montagem, permitindo processos ininterruptos e contribuindo para a lucratividade.

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, Douglas Soares. **Tempos e métodos aplicados à produção de bens**. 1. Ed. Curitiba: InterSaber, 2015.

COSTA JUNIOR, Eudes Luiz. **Gestão de processos produtivos**. Curitiba: Intersaberes, 2012. 160 p. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/6387>. Acesso em: 09 out. 2022.

FLEURY, Paulo Fernando. **Logística Empresarial – A perspectiva brasileira**. São Paulo: Atlas, 2005.

GAITHER, N; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

J. B. Pinho. **Jornalismo da Internet**. Summus Editorial, 2003. Disponível em <https://www.gruposummus.com.br/autor/j-b-pinho/>

KALLÁS, D.; RIBEIRO, F. **Balanced Scorecard (BSC) – Conceitos Gerais**. 2008, p. 2. Disponível em: http://kcd.com.br/arquivos/3bsc_conceitos_gerais_2008.pdf, acesso em outubro de 2022.

LIKER, J. K. **The Toyota Way. 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer**. New York: McGraw-Hill, 2004. 330 p.

MARTINS Petrônio G.; LAUGENI Piero Fernando. **Administração da produção**. São Paulo, SP, 2005. p. 139.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**, Curitiba, UnicenP, 2007. p. 197-198.

RITZMAN, Larry P.; KRAJEWSKI, Lee J. *Administração da produção e operações*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar**. São Paulo: Lean Institute do Brasil, 1998.

SILVA, Leonardo Abate. **Melhoria do processo LAST-MILE**. *South American Development Society Journal*, [S.l.], v. 5, n. 15, p. 401, fev. 2020. ISSN 2446-5763. Disponível em: <<http://www.sadsj.org/index.php/revista/article/view/271>>. Acesso em: 03 set. 2022.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1999.747 p

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. São Paulo, Atlas, 2002. p. 124; 200-215.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Gestão da Produção**. 2. ed. Atlas, 2002.

Capítulo VIII – Proposta de redução de avarias e perdas de produtos acabados e aumento da efetividade em conferências de recebimento e expedição

Denice Lusa ¹

Cassiana Fagundes da Silva ²

Anderson de Lima Gonçalves ³

Leonardo Henrique de Faria ⁴

Lilhane Moro Ramos ⁵

Lucas Eduardo de Oliveira Costa ⁶

Mahadson Gabriel Gonçalves de Oliveira⁷

Ana Cristina Fermino Deschamps ⁸

Eli Carlos Dal Pupo ⁹

Joair Rossetto Schelela Junior ¹⁰

Jorge Ferreira De Sa Junior ¹¹

Suellen Terroso de Mendonça Ferreira Jacoboski ¹²

Thiago Schaedler Uhlmann ¹³

Tuany Kasiorowski Neves ¹⁴

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo geral elaborar uma proposta de redução de avarias e perdas de produtos acabados e aumentar a conferência no recebimento e expedição, como objetivo específico identificar as causas do problema, buscar alternativas de solução para as causas priorizadas e elaborar um plano de ação. Alguns métodos foram utilizados para a elaboração deste trabalho, cujo elas são a realização de pesquisas de campo, através de observação participativa por um dos colegas da equipe e integrante da empresa, pesquisa documental, pesquisa bibliográfica e pesquisa de internet. Os principais temas fundamentados foram cadeia de suprimentos, conferência de mercadorias, recebimento e expedição, indicadores de avarias e perdas, além de demais temas complementares. Após a pesquisa realizada dentro da organização, a equipe contribuiu com a ideia e realização de testes, e projeção do resultado no futuro, resultando na redução das avarias no processo de movimentação dos produtos acabados e aumento na efetividade de conferência. A realização de um projeto em uma organização externa faz com que os universitários obtenham o conhecimento da inovação nos processos de uma empresa, verificando

¹ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, denice.lusa@sistemafiep.org.br

² Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, cassiana.silva@sistemafiep.org.br

³ UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais

⁴ UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais

⁵ UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais

⁶ UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais

⁷ UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais

⁸ Docente UniSenaiPR - Campus da Indústria, ana.deschamps@sistemafiep.org.br

⁹ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, eli.pupo@sistemafiep.org.br

¹⁰ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, joair.junior@sistemafiep.org.br

¹¹ Docente UniSenaiPR - Campus CIC, jorge.junior@sistemafiep.org.br

¹² Docente UniSenaiPR - Campus CIC, suellen.jacoboski@sistemafiep.org.br

¹³ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, thiago.uhlmann@sistemafiep.org.br

¹⁴ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, tuany.neves@sistemafiep.org.br

sempre melhorias contínuas dia após dia, até alcançarem suas metas e resoluções com foco e dedicação.

Palavras-chave: Avarias. Movimentação. Conferência. Recebimento.

1. INTRODUÇÃO

Um centro de distribuição desempenha um papel crucial na manutenção adequada dos estoques para unidades e clientes de uma empresa, especialmente verificado por vendedores de rua. O planejamento operacional é essencial para evitar falhas e escassez de produtos nas filiais, com uma análise mensal das quantidades necessárias para atingir as metas. Nas movimentações de paletes, principalmente de alimentos, a sensibilidade dos produtos deve ser considerada, com o acondicionamento impactando nas operações do centro de distribuição.

Durante recebimento e expedição, a conferência e verificação de avarias são cruciais para evitar reclamações e perdas, embora seja inevitável algum dano durante as movimentações. O controle efetivo de perdas e avarias requer constante vigilância, com ações planejadas para solucionar problemas, incluindo erros cometidos por pessoas ou maquinários. O projeto propõe aplicar conhecimentos acadêmicos na identificação e solução de problemas nas movimentações de paletes, utilizando uma cooperativa de alimentos como estudo de caso. O objetivo geral é reduzir avarias e perdas de produtos acabados, aumentando a eficácia na conferência durante recebimento e expedição.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Cadeia de Suprimentos

A evolução no mercado de trabalho e tecnológico impulsiona a cadeia de suprimentos, que se adapta aos meios de comunicação, seguindo uma visão de fluxo operacional. A gestão logística varia estrategicamente para atender às demandas específicas de cada empresa, evidenciando a diversidade nas cadeias de suprimentos (Levi e Kaminsky, 2010; Bowersox, 2014).

2.2 Armazenagem de Alimentos

A legislação brasileira, incluindo portarias e resoluções, estabelece diretrizes para a manipulação e armazenagem de alimentos, com foco na prevenção de doenças transmitidas por alimentos. A manutenção adequada de equipamentos, especialmente para alimentos perecíveis, é essencial para garantir a segurança do consumidor (Portaria CVS 5, 2013; Macêdo et al., 2000).

2.3 Movimentação de Estoque

A movimentação de estoque requer procedimentos definidos para cada tipo de material, considerando cuidados específicos e obedecendo normas regulamentadoras, como a NR 17 do Ministério do Trabalho e Emprego. O deslocamento físico de materiais pode ser realizado manualmente, mecanizado ou automatizado (Bowersox e Closs, 1996; Manual de Aplicação da NR 17, 2002).

2.4 RFID – Etiquetas Radiofrequência

Etiquetas de RFID utilizam ondas eletromagnéticas para identificar e coletar dados de objetos, produtos ou até mesmo animais e pessoas. Tags ou transponders são empregados, e a gestão dos dados ocorre por meio de um banco portátil e mutável (Sacomano e Sátyro, 2018; Edward e Tarek, 2003).

2.5 Conferência de Mercadoria

A conferência de mercadorias, essencial para garantir a entrega correta, envolve a verificação criteriosa por meio de ferramentas logísticas e implementadas pela empresa. A atenção rigorosa nesse processo é crucial, pois representa um ponto crítico entre fornecedores e clientes (Alves, 2021; Filho, 2006).

2.6 Recebimento e Expedição

Para assegurar o bom funcionamento do controle de estoque, é necessário executar adequadamente as tarefas relacionadas ao recebimento, garantindo uma conferência eficaz. O setor de recebimento de mercadorias envolve tarefas como retirada da carga, conferência, triagem e acondicionamento, utilizando empilhadeiras quando necessário (Ballou, 1993; Alvarenga e Novaes, 1994).

2.7 Gestão de Processos

A gestão de processos demanda uma abordagem funcional e linear sobre o sistema em questão, mapeando e valorizando cada etapa. A ordenação das atividades, destacada pela SIPOC, proporciona um mapeamento macro sobre o fluxo de processos, sendo fundamental para a oferta de produtos ou serviços (Kipper, 2009; Cruz, 2003).

2.8 Custos Logísticos

Os custos logísticos englobam todas as despesas envolvidas no processo logístico de uma organização, como armazenagem, processamento e transporte. Diferentes autores classificam os custos em categorias variadas, sendo crucial entender que esses custos frequentemente se misturam no cotidiano, podendo ser diretos, indiretos ou relacionados a erros (Taylor, 2005; Vitorino, 2018; Rodrigues, 2011).

3 METODOLOGIA

No procedimento de armazenagem da cooperativa, o uso do Sistema de Gerenciamento de Armazém (WMS) com coletores de dados visa otimizar as operações de recebimento e expedição. Contudo, o processo é impactado por avarias e perdas devido a problemas nas movimentações internas de paletes, especialmente durante o uso de empilhadeiras. A maior parte dessas ocorrências está associada a movimentações de paletes com empilhadeira, resultando em raspagens e perfurações das caixas de produtos acabados. As raspagens ocorrem nas estruturas de armazenamento de paletes, enquanto as perfurações são causadas pelo garfo da empilhadeira durante a remoção nas estruturas drive-in, afetando produtos acabados devido ao garfo remover pelo lado menor do palete (1 m).

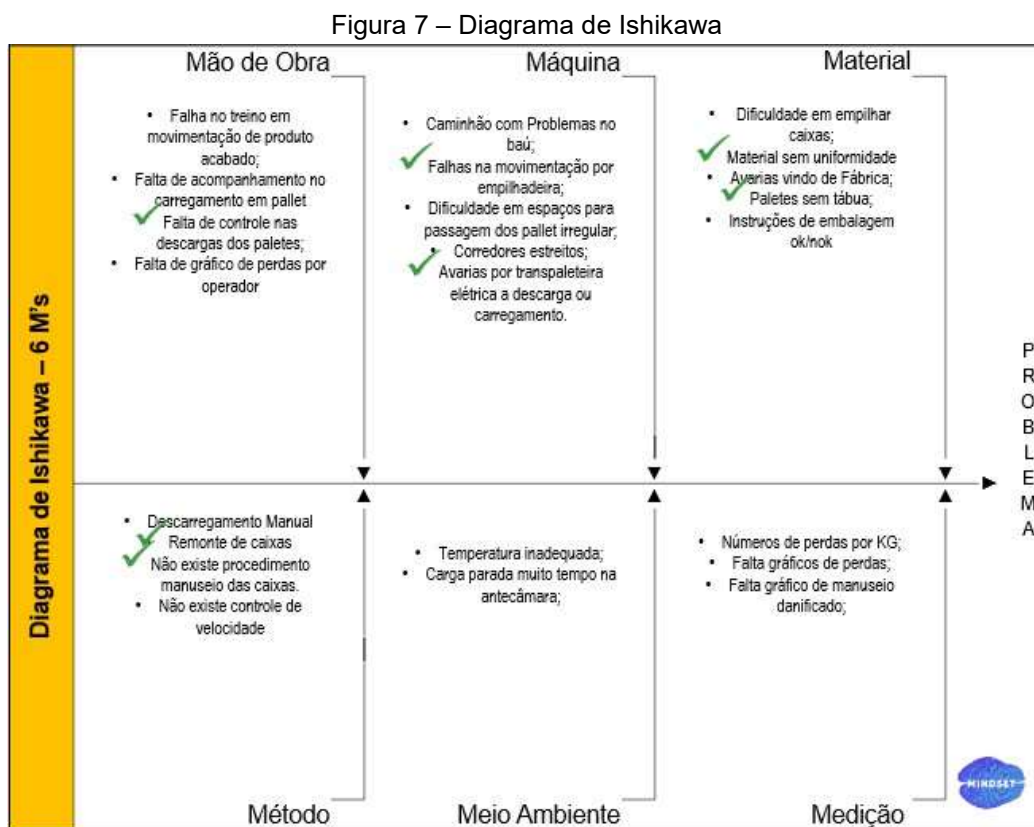
Uma análise inicial, com a assistência de Anderson Gonçalves, revelou que as raspagens ocorrem frequentemente durante a movimentação dos paletes, tanto para armazenagem quanto para expedição. Isso acontece, em grande parte, devido a má alocação de produtos nas caixas durante o recebimento, passando despercebido. As armazenagens nas estruturas tornam-se propensas a avarias devido ao desalinhamento de algumas caixas.

A análise das avarias causadas pelos garfos das empilhadeiras sugere que o tamanho dos garfos contribui para o problema. Estruturas de armazenagem como porta palete, drive-in e push-back diferem quanto ao lado de movimentação, com porta palete e

push-back adicionados pelo lado maior do palete e drive-in movidos pelo lado menor. Os garfos, geralmente com 1,30m, permitem a remoção de paletes por ambos os lados, facilitando a movimentação e armazenagem nas estruturas. O maior índice de avarias no centro logístico é relacionado a perfurações nas caixas causadas pela sobra do garfo da empilhadeira, muitas vezes não percebida pelo operador ao remover o paleta da estrutura. (Informações fornecidas por Anderson Gonçalves e análise interna do projeto).

3.1 CAUSAS DO PROBLEMA

Na realização da análise de causas do trabalho, foram utilizadas as ferramentas Ishikawa para levantamento e análise de causa e efeito e a Matriz GUT para a priorização das ações de solução do mesmo. A seguir é apresentado a figura 7 com diagrama de Ishikawa com as possíveis causas levantadas.



A construção do diagrama Ishikawa foi realizada através de um brainstorming entre os integrantes da equipe, destacando os procedimentos e analisando em quais pontos poderiam ocorrer avarias, onde foram identificados 20 possíveis causas.

Dos pontos apresentados alguns pontos se destacam, em mão de obra a falta de controle nas descargas dos paletes considera-se uma causa das avarias inicialmente, onde

seria o primeiro contato do produto no recebimento do produto acabado. Na sequência pode-se analisar os maquinários que possivelmente é um dos maiores causadores de avarias no CD, visto que existe falhas nas movimentações feitas por empilhadeiras ou transpaleteiras, causando avarias no produto.

Em material, definiu-se como possíveis causas a falta de uniformidade ou acondicionamento dos produtos nas caixas, onde é relatado pelos conferentes da cooperativa que é algo frequente vir itens para fora da caixa, causando futuras avarias ao serem armazenados nas estruturas, ao qual podem passar despercebido em algum momento. Além destes problemas relatados pelos conferentes de doca, existem alguns produtos acabados mais sensíveis que necessitam de mais cuidado para descarregar, onde acontece de os produtos estarem alocados em cima de um palete com a falta da primeira ripa (madeira) dificultando o encaixe da transpaleteira, onde o auxiliar operacional que descarrega deve ter maior cuidado, caso contrário pode-se gerar avarias ou perdas de produto durante o processo.

O método de remonte de caixas no carregamento pode ser outra causa de avarias que são relatadas por outras unidades da cooperativa que recebem os produtos para venda, ao qual são relatados via Serviço de Atendimento ao Consumidor (SAC) para controle e informação sobre o mesmo, onde nos remontes (empilhamento de mais caixas em cima do palete padrão) que são realizados para otimizar o peso da carga, ocorrem quedas das caixas onde acabam não sendo relatadas.

3.2 CAUSAS PRIORIZADAS

A partir da análise dos processos e das ações levantadas no diagrama de Ishikawa, foi realizada através da matriz GUT a priorização das causas consideradas mais críticas totalizado 8 causas, como régua de anteposição foi definida a pontuação acima de 80, ou seja, ações com avaliação menor não foram priorizadas, conforme mostra a tabela 2.

Tabela 2 – Causas priorizadas – GUT

Item	Descrição	G	U	T	G.U.T.
1º	Falha na Movimentação por Empilhadeira	5	5	5	125
2º	Falta de controle na descarga dos paletes	4	5	5	100
3º	Material sem uniformidade	5	4	4	80
4º	Avarias por Transpaleteiras eletricas	3	4	2	24
5º	Paletes sem tábua (primeira ripa)	2	2	3	12
6º	Remonte de caixas	2	3	4	24
7º	Não existe procedimento de manuseio das caixas	3	2	3	18
8º	Falta de atualização de treinamento	2	2	2	8

Fonte: Os autores (2021).

Conforme GUT, foi possível evidenciar algumas causas que possivelmente poderiam estar ligadas as perdas e avarias no processo do centro de distribuição.

Após uma análise detalhada, foi possível priorizar três causas destas principais encontradas sendo elas: falha na movimentação por empilhadeira, falta de controle na descarga dos paletes, material sem uniformidade (mau acondicionado nas caixas). No processo de movimentação de paletes contendo produtos acabados como frango, e linguiças, tem-se problemas de avarias sendo elas por garfadas ou na armazenagem de produtos que não estão uniformes (alocados corretamente) nas caixas ao qual pertencem como proteção para transporte. Foi observado que quando são recebidos os produtos que estão alocados incorretamente nas caixas, ao serem erguidos nas estruturas, ocorrem as raspagens nas estruturas que também são um problema registrado pela organização nos indicadores de avarias e perdas.

Como forma de análise problema em questão, foi estudado os indicadores de perdas e avarias da cooperativa (ao qual não podem ser divulgados), além dos custos logísticos internos referentes estes produtos avariados. Foi retirado uma amostragem de 3 meses referente aos índices de avarias causados por garfadas de empilhadeira e raspagem nas estruturas pela falta de uniformidade dos produtos na caixa.

Com a base dos indicadores, as garfadas são realizadas com maior índice nas estruturas drive-in por conta do tamanho que sobra do garfo ao ser retirado o palete das estruturas, representando 10% das avarias, ao qual acaba perfurando as caixas da sequência conforme figura 08.

Figura 08 – Foto da sobra do garfo da empilhadeira



Fonte: Os autores (2021).

Com base aos dados fornecidos a empresa, pode-se verificar as quantidades de perdas que a organização teve em 2021, contabilizando do mês de janeiro até dezembro, conforme tabela 3.

Tabela 3 – Valores de Avarias feitas por garfadas em 2021 até outubro

MÊS	PESO (KG)	Valor
Janeiro	80 Kg	R\$ 636,00
Fevereiro	0 Kg	R\$ -
Março	78 Kg	R\$ 1.178,96
Abril	898 Kg	R\$ 6.316,59
Maior	249 Kg	R\$ 1.676,38
Junho	104 Kg	R\$ 831,66
Julho	68 Kg	R\$ 451,69
Agosto	1.095 Kg	R\$ 8.952,69
Setembro	120 Kg	R\$ 717,82
Outubro	169 Kg	R\$ 1.084,84
TOTAL	2.860 Kg	R\$21.846,63

Fonte: Os autores (2021)

Através da análise da tabela 3, pode-se perceber que a empresa teve até o mês de outubro de 2021 a quantidade de 2.860kg de avarias realizadas por garfadas da empilhadeira, ao qual o valor monetário deste peso foi de R\$21.846,63.

A falta de controle na descarga é algo que pode ser melhorado para evitar a ausência de rastreio das avarias de recebimento, onde as mesmas podem passar despercebido pelo conferente, o que é possível a verificação na expedição do item, onde deve-se propor uma solução mais visível de conferência, onde resolvendo o problema de conferência na descarga seria solucionado o terceiro tópico da matriz GUT que seria as caixas sem uniformidade, que seriam detectadas no ato do recebimento.

3.3 ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO

As alternativas de solução para o problema foram levantadas através de um brainstorming onde a equipe de pesquisa se uniu para discutir o processo e elaborar possíveis alternativas de solução, toda a discussão foi baseada nas causas levantadas no diagrama de Ishikawa e priorizadas na matriz GUT.

Para solucionar a causa falha da movimentação por empilhadeira propõe-se a criação de um acessório a mais para a empilhadeira, com a função de limitar a extensão do garfo, evitando as avarias realizadas pelo mesmo. O acessório nada mais é que um “tarugo”

de borracha com um imã fixado no seu interior, possibilitando o encaixe rápido no garfo na sua base, diminuindo a profundidade de alcance do mesmo.

Em relação a segunda causa, sendo ela falta de controle na descarga dos paletes, sugere-se a adição de uma etiqueta de conformidade adicionada acima da etiqueta de identificação do palete, ao qual ao adicionar algo visual com cores será mais fácil a identificação dos paletes que já foram verificados na descarga, com isso as caixas que não se tem a uniformidade serão verificadas com antecedência juntamente com o setor de qualidade, sendo essa a terceira causa priorizada a ser solucionada, ao qual soluciona também a questão das caixas sem uniformidade.

Para todas estas possíveis soluções, devem ser implantadas e especificadas através de documentos de explicação dos novos processos chamados de Procedimento Operacional Padrão (POP), ao qual garantirá o processo correto a ser implantado e realizado do início ao fim.

3.4 PLANOS DE AÇÃO

Para a execução do plano de ação, é necessário primeiramente o estudo dos custos a serem efetuados para a implementação das soluções. Para a primeira solução, temos a possibilidade de adicionar um tarugo com auxílio de um imã no garfo da empilhadeira, podendo ser de variados tipos de materiais conforme a necessidade da organização conforme orçamentos demonstrados na figura 9.

Figura 09 – Orçamentos e Modelos de Tarugos

Modelo A	FBBT012	Bat Ret 130x200x400mm - Reforço plástico	R\$ 485,34		
Modelo B	FBBT013	Bat Ret 130x200x500mm - Reforço plástico	R\$ 595,43		
Modelo C	FBBT005	Bat Retangular 100X200X400mm Maciço - 2 Furos	R\$ 285,05		
Modelo D	FBBT001	Bat Trapézio 140X200X500mm Maciço - 2 Furos	R\$ 395,00		
Modelo E	FBBT008	Bat Redondo 190x200mm Maciço - 1 Furo	R\$ 276,40		
Projeto	Custo (R\$)	Peso (Kg)	Dimensão (m.m.)	Volume (m³)	Prazo de Fabricação (dias)
Modelo A + Imã	R\$ 1.110,68	1,5	130 x 200 x 400	0,010	30
Modelo B + Ventosa	R\$ 1.303,86	1,0	130 x 200 x 500	0,013	30
Modelo C + Imã	R\$ 711,08	1,5	100 x 200 x 400	0,008	20
Modelo D + Ventosa	R\$ 902,00	1,0	140 x 200 x 500	0,014	20
Modelo E + Imã	R\$ 654,00	0,8	130 x 200 x 500	0,014	30
Valor Médio	R\$ 936,32				

Fonte: Os autores (2021).

Tabela 4 – Modelos e Custos

Modelo	Custos estimados MP	Custo com Mão Obra
Modelo A	R\$ 1.111,00	R\$ 1.262,68
Modelo B	R\$ 1.304,00	R\$ 1.455,86
Modelo C	R\$ 711,00	R\$ 863,08
Modelo D	R\$ 902,00	R\$ 1.054,00
Modelo E	R\$ 654,00	R\$ 806,00

Fonte: Os autores (2021).

O plano de ação foi analisado com base aos orçamentos realizados acima juntamente com o encarregado operacional de logística da cooperativa, onde foi analisado qual seria o material mais viável entre custo e benefício, sendo que o modelo aproximado ficaria aproximado aos desenhos das figuras 10,11 e 12.

Figura 10 – Demonstração da implantação do Tarugo



Fonte: Os autores (2021).

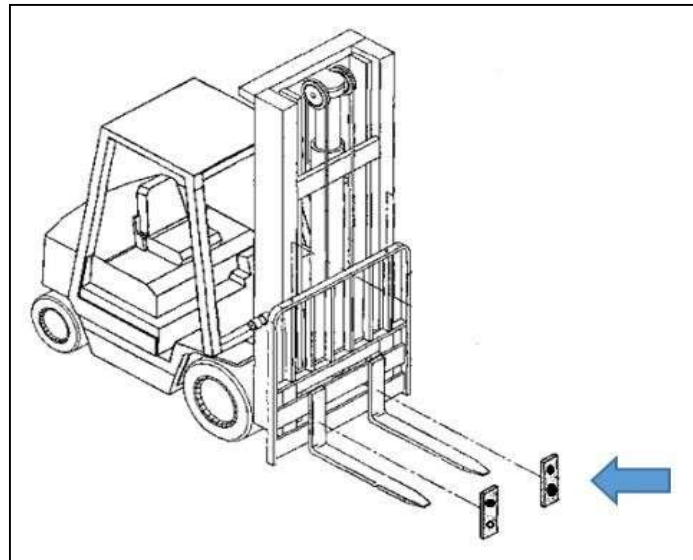
Na figura 10 é possível ter uma noção de como ficaria o tarugo na empilhadeira, onde o retângulo vermelho identifica a posição em que o tarugo se posicionará no braço da máquina.

Com base aos estudos realizados, foi possível analisar as vantagens e desvantagens. Como vantagens é possível citar: toda a carga encostada no garfo, permite movimentos bruscos; e quanto as desvantagens: operador necessita de treinamento para encaixar o garfo corretamente para não tombar a carga.

Além da proposta de melhoria nos garfos das empilhadeiras, sugere-se também um aumento de verificação nos paletes recebidos na unidade, realizando uma gestão de forma

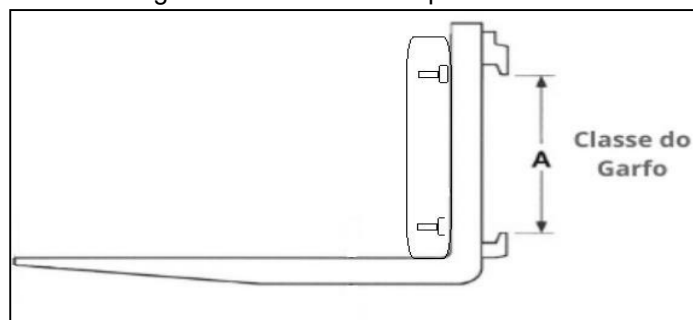
mais visual, através de adesivos colantes com uma cor e símbolo ao qual os operadores de paleteira e auxiliares tenham certeza que o conferente olharam e conferiram as quantidades e se não tinha nenhuma avaria

Figura 11 – Desenho de Implantação dos Tarugos



Fonte: Os autores (2021).

Figura 12 – Desenho Ampliado do Garfo



Fonte: Os autores (2021)

Sugere-se que seja inserido uma etiqueta de Garantia de Qualidade - GQ (Quality Assurance) ao lado da etiqueta de identificação do produto conforme a Figura 13.

Figura 13 – Etiqueta de Garantia de Qualidade



Fonte: Os autores (2021)

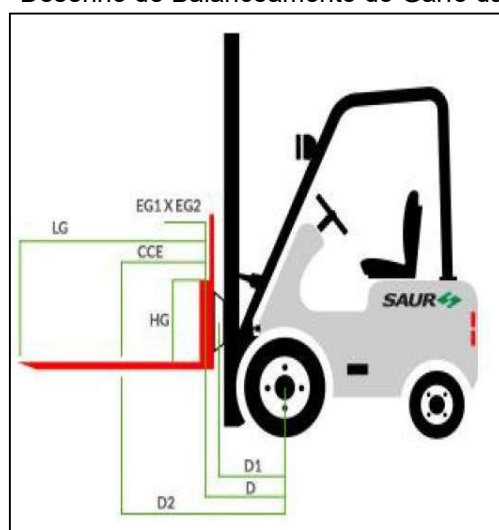
A etiqueta de verificação será algo que garantirá a certificação que o palete foi conferido nas quatro fazer e está ausente de avarias, possibilitando maior controle e certeza que o palete foi analisado inteiro na entrada e as avarias que forem geradas nas próximas etapas podem ser rastreadas pelo sistema WMS que já existe na organização, onde cada operador que movimenta o palete pode ser rastreado através do número de identificação do usuário do coletor de dados, onde o mesmo pode remover as caixas ao qual não tem uniformidade e direcionar para o setor de qualidade tratar e abrir um laudo até finalização da análise.

4 RESULTADOS

O problema apresentado para a equipe no início do projeto era propor melhorias nos processos de conferência e redução das avarias e perdas da organização, com isto foram sugeridas algumas mudanças nos processos de armazenagem e expedição.

Para a aplicação da modificação do garfo foi aplicado uma simulação residual da força do garfo da empilhadeira para verificar as possibilidades de o palete tombar ao limitar com o tarugo de borracha, após os testes foi verificado que o palete ainda suporta os pesos dos paletes, visto que ainda é mantido um balanceamento correto ao meio do garfo conforme figura 14.

Figura 14 – Desenho de Balanceamento do Garfo da Empilhadeira



Fonte: Os autores (2021)

Verificou-se também na empilhadeira a aplicação de um tarugo de madeira como parte de simulação do distanciamento de pegada do palete com o tamanho de 12cm conforme Figura 15.

Figura 15 – Teste realizado com tarugo de madeira de 12cm



Fonte: Os autores (2021).

O tarugo de madeira com uma imã adicionado na parte de trás simulou o tamanho que o tarugo de borracha terá e a distância de impacto entre o palete de produto, com isto manteve-se o distanciamento correto nos paletes retirados das estruturas drive-in, eliminando as avarias e perdas por garfadas nos paletes da sequência, onde o garfo ficou exatamente na distância correta de apoio para o garfo da empilhadeira e de forma rápida e prática de encaixe com o auxílio de um imã, conforme Figura 16.

Figura 16 – Redução da sobra do garfo da empilhadeira



Fonte: Os autores (2021).

Foi analisado durante a movimentação de uma carga se ao ser adicionado o tarugo de madeira simulando o tarugo de borracha, quanto iria diminuir as batidas e avarias nos paletes por garfadas, e foi possível a verificação de zero avarias por garfadas nesta carga ao qual foi acompanhada.

A praticidade da adição do tarugo com a distância correta, possibilitou a garantia que o operador não perfure os paletes da sequência que são armazenados nas estruturas de rolo dinâmico, e quando não é mais necessário o limitador em outros tipos de estruturas que existem no armazém, é necessário somente retirar o tarugo.

Como analisou-se apenas uma carga com o tarugo, foi feita uma previsão de redução de avarias por garfada, com o valor de redução de perdas que a empresa em questão conseguirá obter se manter a utilização de um tarugo de borracha no garfo das empilhadeiras, a projeção de benefícios é apresentada na tabela 5.

Tabela 5 – Análise de Projeção entre 2021 e 2022

REALIZADO EM 10 MESES NO ANO DE 2021			
TIPO DE AVARIA	PESO	VALOR	PERCENTUAL
Garfada	2.860,00 Kg	R\$ 21.846,63	10%
Outros	13.607,36 Kg	R\$ 213.657,00	90%
TOTAL	16.467,36 Kg	R\$ 235.503,63	100%
PROJEÇÃO DE REDUÇÃO ANUAL PARA 2022			
TIPO DE AVARIA	PESO	VALOR	PERCENTUAL
Garfada	3.812,77 Kg	R\$29.128,84	10%
TOTAL	3.812,77 Kg	R\$29.128,84	10%

Fonte: Os autores (2021)

Como é possível verificar na tabela 5, ao realizar a implantação do tarugo de borracha, a empresa reduzirá grande parte das avarias realizadas por garfos das empilhadeiras nas estruturas drive-in, considerando a média do valor monetário e peso dos 10 meses do ano de 2021, foi realizado uma projeção futura que representará redução de avarias de 10%, o que significa em valores 318kg e R\$2.427,40 a menos no realizado mensal do indicador de perdas e avarias da organização, totalizando uma previsão de redução monetária de R\$29.128,84 que representa 3.812,62 kg para o ano de 2022 (considerando os 12 meses do ano), sendo um valor considerável para a cooperativa.

Além da melhoria nos garfos da empilhadeira, sugeriu-se a utilização de uma etiqueta de conferência de qualidade, que garante que os paletes foram verificados nas

quatro faces, onde pode-se verificar na saída que se tiver algum produto com avarias, o produto foi avariado durante a movimentação no armazém. Em uma das cargas foi realizado o teste e em conversa com o encarregado é algo que pode ser utilizado no futuro para melhorias, o teste realizado na empresa consta na Figura 17.

Figura 17 – Teste de Etiqueta de Gestão de Qualidade nas Conferências



Fonte: Os autores (2021)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente a equipe pensava em oportunidades para sanar os problemas com avarias e perdas da cooperativa, para que isso fosse possível foi necessário a verificação de qual dos motivos de avarias era o mais frequente, onde concluiu-se que os garfos da empilhadeira era os maiores problemas de avarias.

As avarias muitas vezes são perdas não planejadas por uma empresa, ao qual necessita de um planejamento com o setor responsável, neste caso o setor de qualidade que realiza o acompanhamento das avarias e perdas auxiliou com os indicadores ao qual são analisados diariamente.

Verificou-se que nas estruturas drive-in era relatado a maior parte dos problemas do centro de distribuição, ao qual a equipe teve a ideia de aplicação de um tarugo de borracha ou algum material leve que com auxílio de um ima, ao ser adicionado ao garfo da empilhadeira limitaria e mataria o espaço adequado para que o operador retirasse o palete da estrutura sem danificar os paletes da sequência, ao qual foi uma ideia de sucesso que

reduzirá muitos dos problemas que a organização apresenta em perdas de produtos com o motivo garfadas de empilhadeiras.

Muitas das vezes os conferentes de doca acabavam não percebendo algumas avarias no recebimento o que estagnava a análise se o produto chegou avariado ou foi avariado durante o processo de movimentação ao qual é rastreado as movimentações pelo sistema WMS ao retirar o código dos paletes através dos coletores de dados, que apresenta a matrícula do funcionário e nome, mas para a verificação não tinha nenhuma etiqueta para certificação visual, ao qual foi recomendado a utilização da etiqueta CQ de forma a garantir a qualidade no recebimento.

Entre as propostas acima a empresa achou viável a aplicação do tarugo de borracha, que entrará em execução para confecção de um par dos mesmos para inserção de um período de teste de 3 meses, para comprovação da projeção realizada neste projeto, a fim de eliminar as avarias por garfada de empilhadeiras. Por fim, a equipe concluiu as suas propostas de projeto nesta organização e atinge seus objetivos definidos no início do trabalho, reduzindo o índice de perdas e avarias nas movimentações de produtos acabados, e aumento na efetividade na conferência de recebimento de produtos no centro de distribuição.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, A. C.; NOVAES, A. G. **Logística Aplicada: Suprimentos e Distribuição Física**. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1994

ALVES, D. J. C. C. **Processo de movimentação de mercadoria**. 1. Ed. São Paulo: Blucher, 2021.

BALLOU, R. H. **Logística Empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 1993.

BOWERSOX, D. J. **Gestão da Cadeia de Suprimentos**. 4. Ed. Porto Alegre: ABDR, 2014. P. 1-455.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logistical management: the integrated supply chain process**. Nova Iorque: McGraw-Hill, 1996.

Cruz, T. **Sistemas, Métodos & Processos: administrando organizações por meio de processos de negócio**. São Paulo: Editora Atlas, 2003, páginas 62- 106.

Edward, J.; Tarek E. **RFID's Role in a Fully Integrated, Automated Project Process**. 1. Ed. USA. 2003, p. 91.

Filho, J. S. **Administração de Logística Integrada**. 1. Ed. Rio de Janeiro: E-pappers, 2006.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

KIPPER, L. M. **Relatório de Projeto de Pesquisa** – Universidade de Santa Cruz do Sul, 2009.

LEVI, D. KAMINSKY, P. **Cadeia de Suprimentos projeto e gestão: Conceitos, Estratégias e Estudos de Caso**. 3. ed. São Paulo: BOOKMAN, 2010. P. 1-583.

MACÊDO, J. A. B. de; AMORIM, J.M.; LIMA, D.C.; SILVA, P.M.; VAZ, U.P. **Avaliação da temperatura de refrigeração nas gôndolas de exposição de derivados lácteos em supermercados da região de Juiz de Fora/MG**. Revista Leite e Derivados, n. 53, p.20-30, 2000

SACOMANO, J. B.; SÁTYRO, W. C. **Indústria 4.0: conceitos fundamentais**. São Paulo: Blusher, 2018.

RODRIGUES, A. **Utilização de indicadores da qualidade em análise e eficiência dos processos em empresas de transporte rodoviário de cargas**. Inovação em Gestão e Produção, v. 3, n. 9, p. 001-013, 2011.

TAYLOR, D. A. **Logística na cadeia de suprimentos: uma perspectiva gerencial**. 1ed. Pearson, 2005.

VITORINO, C. M. **Logística**. 2 ed. Pearson, 2

Capítulo IX – Análise de dados em transformação digital: índice de transformação digital da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

Matheus Freire Pessoa ¹

Sofia Auer ²

Tiago Galhoto ³

Tuany Kasiorowski Neves ⁴

Suellen Terroso de Mendonça Ferreira Jacoboski ⁵

Jorge Ferreira De Sa Junior ⁶

João Carlos Silva ⁷

Gustavo Dambiski Gomes de Carvalho ⁸

Ana Cristina Fermino Deschamps ⁹

Eli Carlos Dal Pupo ¹⁰

Joair Rossetto Schelela Junior ¹¹

Thiago Schaedler Uhlmann ¹²

Denice Lusa ¹³

Cassiana Fagundes da Silva ¹⁴

RESUMO

O objetivo deste artigo científico é analisar dados acerca do índice de transformação digital de países elaborado pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Para a organização dos dados, foi utilizada uma base de dados no formato Excel, a qual possui recursos para manipulação de dados e integração com software, como SPSS. Na análise de dados, foi desenvolvida uma análise estatística de correlação com o software IBM SPSS acerca do sucesso na promoção de TIC, índice de segurança global e contratação de tecnologia avançada. Os resultados indicam correlações positivas e significativas entre as variáveis estudadas.

Palavras-chave: Transformação Digital. Índice de Transformação Digital. Análise de Dados.

¹ UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais

² UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais

³ UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais

⁴ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, tuany.neves@sistemafiep.org.br

⁵ Docente UniSenaiPR - Campus CIC, suellen.jacoboski@sistemafiep.org.br

⁶ Docente UniSenaiPR - Campus CIC, jorge.junior@sistemafiep.org.br

⁷ Docente UniSenaiPR - Campus CIC, joao.carlsilva@sistemafiep.org.br

⁸ Docente UniSenaiPR - Campus CIC, gustavo.carvalho@sistemafiep.org.br

⁹ Docente UniSenaiPR - Campus da Indústria, ana.deschamps@sistemafiep.org.br

¹⁰ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, eli.pupo@sistemafiep.org.br

¹¹ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, joair.junior@sistemafiep.org.br

¹² Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, thiago.uhlmann@sistemafiep.org.br

¹³ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, denice.lusa@sistemafiep.org.br

¹⁴ Docente UniSenaiPR - Campus São José dos Pinhais, cassiana.silva@sistemafiep.org.br

1. INTRODUÇÃO

A transformação digital é um tema emergente tanto para a teoria quanto para a prática devido à evolução da tecnologia e seus potenciais impactos, especialmente as tecnologias habilitadoras que caracterizam a quarta revolução industrial, também conhecida como Indústria 4.0, como cunhado originalmente na Alemanha (ZELLER; HOCKEN; STICH, 2018). As principais tecnologias que caracterizam essa revolução incluem Inteligência Artificial, Impressão 3D, Big Data, Analytics, Computação em Nuvem, Internet das Coisas (IoT), entre outras (CARVALHO et al., 2022; MACHADO; SCHROEDER; CARVALHO, 2022).

O conceito de transformação digital não se limita apenas a essas tecnologias e vai além. O Centro Internacional de Tecnologia de Software (CITS, 2023, local. 1) define Transformação Digital como:

“É o processo contínuo das organizações (de comércio, indústria ou serviços) para integrar tecnologias habilitadoras em todas as áreas, por meio de mudanças fundamentais em estratégia, liderança, estrutura, pessoas, processos, cultura e negócios digitais, com o objetivo de suportar as tomadas de decisões a partir de dados, reduzir desperdícios e agregar valor aos seus clientes e à sociedade.” (CITS, 2023, local. 1)

Além disso, devido ao seu potencial de mudança, a transformação digital tem sido estudada no âmbito das pessoas, das organizações e até mesmo de países e regiões (SANTOS et al., 2023). Nesse contexto, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) desenvolveu o Índice de Transformação Digital, que compara o Brasil com outros países em relação a essa transformação. Em especial, o índice busca acompanhar “o desenvolvimento da migração das relações entre governo, mercado (empresas) e consumidores (cidadãos) para o universo digital” (ABDI, 2024, local.1).

Alguns indicadores interessantes incluem segurança cibernética, sucesso de governos na promoção das tecnologias de informação e comunicação (TICs) e contratação de tecnologias avançadas por governos. Apesar da disponibilidade aberta dos dados dessa pesquisa, até o momento, ainda não há estudos ou pesquisas que explorem os dados do índice de transformação digital da ABDI.

Assim, essa pesquisa tem como objetivo analisar dados acerca do índice de transformação digital de países elaborado pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Em especial, são analisadas as relações entre indicadores de transformação digital como segurança cibernética, sucesso na promoção das TICs e contratação de tecnologias.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Análise de dados

Análise de dados é o processo de aplicação de técnicas de estatística e lógica para o estudo de informações obtidas, para que resultados relevantes sejam obtidos e decisões possam ser tomadas (SILVA, 2022). Estes dados estão presentes em vários ramos da sociedade, como saúde, tecnologia e educação, além de ser possível aplicar a análise de dados em órgãos públicos e empresas privadas.

A análise de dados possui alguns tipos, a serem aplicados de acordo com as necessidades de cada indivíduo ou organização. As ramificações desta área do conhecimento são: análise preditiva, análise prescritiva, análise descritiva e análise diagnóstica (TAYRANE, 2022). Uma análise preditiva é realizada para realizar projeções futuras com base nos resultados da análise obtida. Ela evidencia possíveis resultados que podem acontecer a partir de determinadas condições (SILVA, 2022).

Além disso, uma análise prescritiva diz respeito às consequências de determinadas ações ou acontecimentos. Esta vertente diz respeito ao melhor caminho para o atingimento de uma determinada meta (TAYRANE, 2022). Um outro ramo de análise de dados, a análise descritiva, é a descrição de eventos, objetos ou hipóteses avaliadas, sendo usada para descrever comportamentos e tendências (TAYRANE, 2022).

O outro tipo de análise de dados é a análise diagnóstica. Ela é utilizada para estudar relações de causa e efeito nos itens analisados (TAYRANE, 2022). Com ela, é possível desenvolver ações com base nas tendências e cenários obtidos.

Um projeto de análise de dados faz o uso de uma intensa aplicação de estatística, com os respectivos tópicos sendo usados conforme os requisitos e necessidades de resultados. Constituem-se ramificações estatísticas aplicadas à análise de dados correlações, média, variância e desvio padrão. Uma média diz respeito aos valores que podem representar uma tendência geral do estudo.

Enquanto isso, a variância é um conceito que avalia o quão distante um valor ou conjunto de valores estão da média. Quanto maior é a variância, maior é a distância de itens em relação à média. Desvio padrão representa os quão distantes determinados itens estão da média (FIELD, 2005, p.33).

Uma representação gráfica utilizada na estatística é o histograma, o qual pode ser utilizado para resumir uma base de dados, de forma a facilitar a representação das informações e tirar conclusões (SIQUEIRA, 2023). Outra representação é o gráfico de

barras, o qual é usado para representar duas variáveis, bem como os comportamentos entre elas.

Outra análise de estatística é o teste de Kruskal-Wallis. Esse teste permite comparar três ou mais grupos de amostras, com base na média desses grupos (OLIVEIRA, 2020). Correlação é um conceito de estatística que permite avaliar se há alguma relação entre as variáveis estudadas e mudanças entre elas. Uma correlação positiva significa que se uma variável aumenta, a outra também aumenta. Uma correlação negativa significa que se uma variável diminui, a outra também diminui. Uma correlação nula significa que não há uma correlação entre variáveis (FIELD, 2005, p.125). A análise fatorial serve para encontrar e agrupar variáveis, de acordo com características em comum (A análise fatorial é empregada para compreender melhor a estrutura de um grupo de variáveis, e assim melhor gerenciar a base de dados, reduzindo o tamanho da base de dados e mantendo a informação original (CARVALHO, 2021; FIELD, 2005, p.660).

A área de análise de dados também se relaciona com a área de inteligência artificial, como a área de aprendizado de máquina. Esta área diz respeito ao aprendizado com base em dados, hipóteses e tendências, com o uso de uma base de dados, estatística e programação. Os conceitos de análise de dados também podem ser empregados para fazer com que os dispositivos aprendam a reconhecer tendências, padrões e cenários, para auxiliar na tomada de decisões.

3. METODOLOGIA

Neste trabalho, a base de dados utilizada foi o Índice de Transformação Digital da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2023). A base de dados diz respeito ao índice de transformação digital do Brasil comparado a outros países. As dimensões presentes descritas na página de internet do índice são: estrutura produtiva, ambiente empresarial, segurança e participação e cultura digital. Por outro lado, na base de dados disponibilizada, as dimensões presentes são: E-cidadania, Emprego, Inclusão Digital; Infraestrutura; Inovação; e Negócios. Apesar da busca de informações, não foi identificado um documento sobre a metodologia da relação entre essas dimensões da página da internet e da base de dados.

Neste artigo, as ramificações presentes de análise de dados são a análise descritiva, uma vez que há a descrição das variáveis envolvidas, com base nos conceitos de estatística. Os dados foram inicialmente baixados em .CSV, conforme disponibilizado na

plataforma da ABDI. Contudo, os dados não estavam pré-organizados para uma análise direta por países. Para solucionar a questão, especificou-se o uso de uma base de dados no formato Excel. Desta forma, aplicou-se diferentes filtros relacionados ao índice “indicador”, para estudar o comportamento deste item em relação aos outros filtros. Os resultados filtrados foram então colocados em diferentes abas da mesma planilha, para efeito de comparação e organização por países.

Nesta base de dados, existe uma grande quantidade de países. O estudo abrange quase todos os continentes do mundo, exceto a Antártida, além do Continente Americano estar dividido entre América do Norte e América do Sul. Além disso, os países permanecem agrupados de acordo com o continente a qual pertencem.

Há a presença de uma coluna chamada de “Dimensão”. Ademais, há as colunas “Indicador” e “Descrição_Indicador”. Assim, observa-se a composição das dimensões por indicadores. “Fonte” é a variável que detém as organizações responsáveis pelos dados. Essas organizações, ao analisar a base de dados, são OECD (Organização Para Cooperação e Desenvolvimento Econômico), The Fletcher School, BID (Banco Interamericano de Desenvolvimento), WEF (Fórum Econômico Mundial, na sigla em Português), Tufts University e ONU (Organização das Nações Unidas). Ademais, existe a variável “Ano”, que se refere ao período no qual a informação foi retirada, sendo esse período compreendido entre 2012 e 2018.

Neste artigo, foram discutidos os indicadores “Índice Global de Segurança Cibernética”, que está relacionado com a dimensão “Infraestrutura”. Enquanto isso, os indicadores “Sucesso do Governo na Promoção das TIC” e “Contratação de Tecnologia Avançada Pelo Governo” estão relacionados com a dimensão “E-Cidadania”.

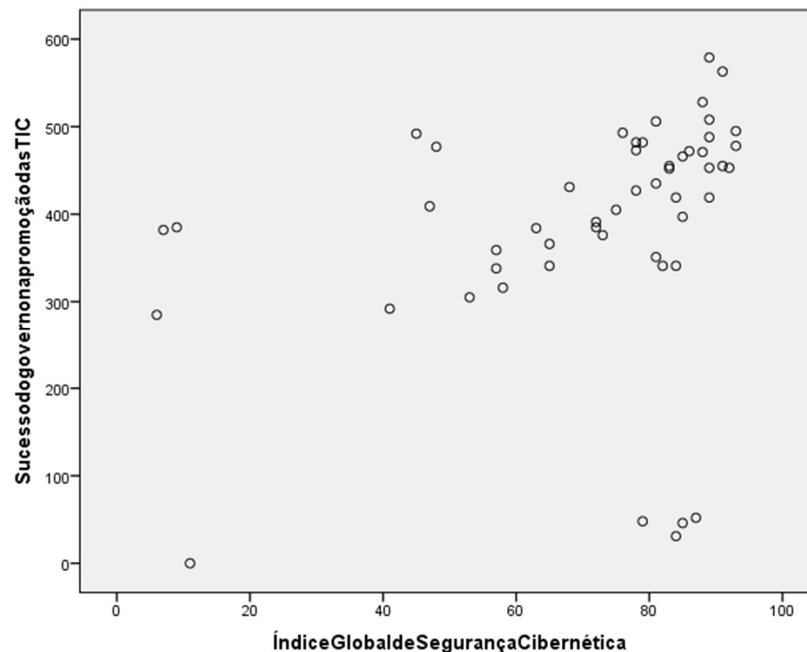
Para a análise de dados, envolveu-se o uso da linguagem do software SPSS, a qual é muito usado em áreas como inteligência artificial, aprendizado de máquina e análise de dados. Ele foi usado para melhor entender o comportamento das variáveis, em função de seus valores. Ele foi empregado em virtude da rápida possibilidade em desenvolver representações estatísticas e gráficos, para a tomada de decisões.

Com o uso do SPSS, foram geradas algumas tabelas, as quais trazem algumas informações sobre as variáveis, como estatísticas descritivas e correlações. A análise de correlação corresponde à principal análise de relação de variáveis neste artigo e, por isso, gráficos de dispersão de variáveis também foram elaborados.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na Figura 1, existe a comparação entre o sucesso do governo na promoção de TIC e índice global de segurança cibernética. Este gráfico analisa se pode ser também papel do Estado criar ações no que diz respeito a evitar ataques cibernéticos em empresas e organizações. Neste gráfico, é possível notar a proximidade dos pontos no canto superior direito, o que mostra uma menor dispersão de dados. Essa menor dispersão de dados mostra uma maior correlação de variáveis ($r=0,291$; $p\text{-valor}<0,05$), ou seja, se o valor de uma aumentar, o valor correspondente à outra também cresce.

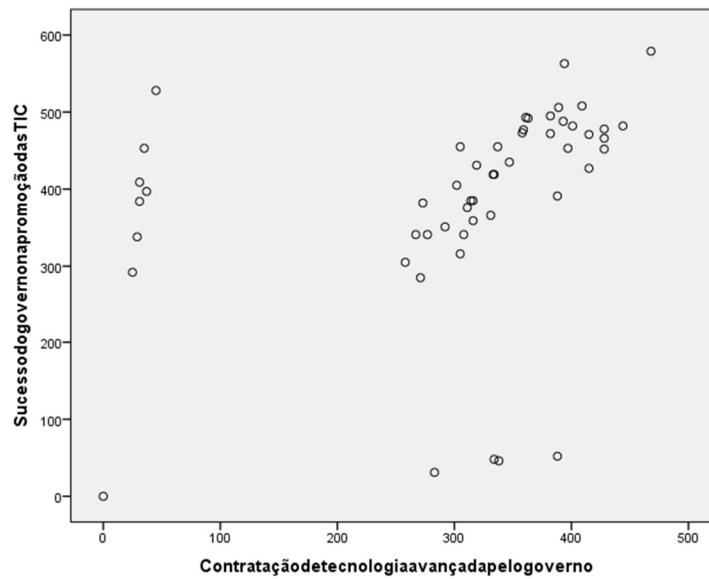
Figura 1 – Sucesso Governamental x Segurança



Fonte: Dos autores.

A Figura 2 mostra uma comparação entre o sucesso do governo em suas políticas de TIC e o uso de tecnologia avançada por parte do governo. Neste gráfico, existe uma avaliação se o uso de novas tecnologias por parte do governo pode ajudar o mesmo a ter êxito em suas políticas científicas e tecnológicas. O agrupamento dos pontos evidencia uma maior relação entre essas variáveis ($r=0,295$; $p\text{-valor} <0,05$), ou seja, se houver um maior uso de novas tecnologias por parte do governo, as políticas governamentais relacionadas a ciência e tecnologia têm mais chances de êxito.

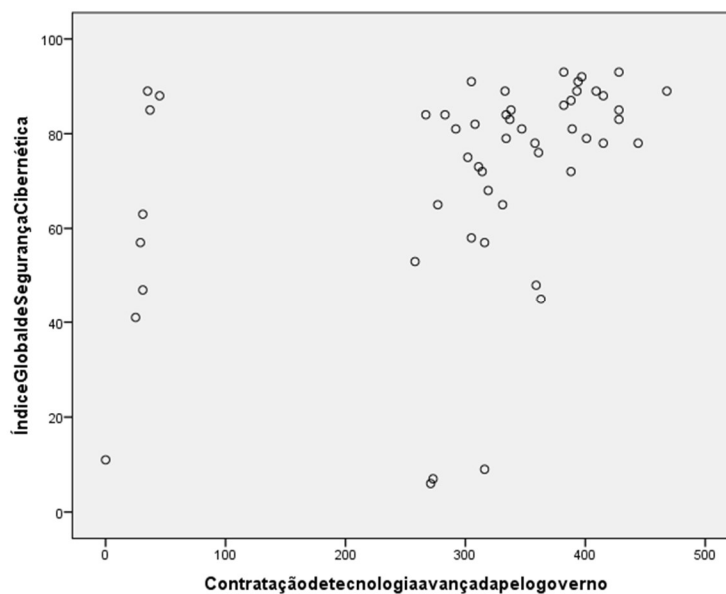
Figura 2 – Uso de tecnologia avançada x Sucesso Governamental



Fonte: Dos autores.

A Figura 3 mostra uma comparação entre o índice global de segurança cibernética e a contratação de tecnologia avançada pelo governo. Nesse gráfico, existe uma avaliação se o uso de novas tecnologias torna possível uma maior chance de evitar ataques virtuais. Pelo gráfico, nota-se que existe um maior agrupamento de pontos no canto superior direito, ainda que haja alguns pontos mais dispersos. Isso significa que há uma correlação significativa ($r=0,375$; $p\text{-valor} < 0,01$) entre essas variáveis, ou seja, usar novas tecnologias pode ajudar a reduzir ataques cibernéticos.

Figura 3 – Contratação de tecnologia avançada x índice global de segurança cibernética



Fonte: Dos autores.

A tabela 01 mostra uma comparação de correlações entre as variáveis analisadas. Ao analisar a tabela, evidencia-se que não há valores negativos, ao passo que há valores destacados com o símbolo * (asterisco). Este símbolo mostra que os valores destacados possuem correlações significativas, isto é, nível de significância (p-valor) inferior a 0,05.

A correlação indica que, uma vez que o valor de uma variável aumenta, o valor da outra variável também aumenta. Assim, ao pegar a variável “Índice Global de Segurança Cibernética” e “Sucesso do Governo na Promoção das TIC”, nota-se que quando o índice de segurança cibernética aumenta, o sucesso do governo em promover TIC também cresce.

Tabela 1 – Correlações entre variáveis

		Índice Global de Segurança Cibernética	Sucesso do governo na promoção das TIC	Contratação de tecnologia avançada pelo governo
Índice Global de Segurança Cibernética	Correlação de Pearson	1	,291*	,375**
	Sig. (2 extremidades)		,036	,006
	N	52	52	52
Sucesso do governo na promoção das TIC	Correlação de Pearson	,291*	1	,295*
	Sig. (2 extremidades)	,036		,034
	N	52	52	52
Contratação de tecnologia avançada pelo governo	Correlação de Pearson	,375**	,295*	1
	Sig. (2 extremidades)	,006	,034	
	N	52	52	52

*. A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

**. A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

Além disso, as variáveis “Sucesso do Governo na Promoção das TIC” e “Contratação de Tecnologia Avançada Pelo Governo” mostram a correlação significativa, quando analisada a tabela 01. Isso significa que, quando o valor de uma variável sube, o valor da outra variável também cresce. Esse conceito também é válido ao comparar as variáveis “Índice Global de Segurança Cibernética” e “Contratação de Tecnologia Avançada Pelo Governo”. Essas correlações indicam que a participação governamental é relevante para o índice de transformação digital nos países.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em geral, demonstra-se que há uma relação entre as variáveis. Os resultados também demonstram que há variáveis mais correlacionadas entre si do que outras. As

representações gráficas existentes demonstram os resultados obtidos e podem auxiliar em tomadas de decisões.

O trabalho desenvolvido trouxe uma melhor compreensão das etapas de um projeto de análise de dados, ao propor a avaliação de tendências e comparação entre as variáveis envolvidas. Permitiu-se também o melhor entendimento de como os conceitos necessários podem ser combinados para a definição de resultados, ao empregar a estatística com a programação lógica de etapas, como algoritmos e regras de negócios.

Todavia, ao concluir o artigo científico, percebe-se a necessidade de um estudo mais contínuo e prolongado dos fatores estatísticos até então estudados, por serem conceitos novos e mais sofisticados do que os assuntos de níveis educacionais antecedentes. Em virtude do proposto, sugere-se a continuação de aplicação de uma linguagem de programação, como a linguagem Python, uma vez que isso torna possível uma análise mais direcionada e aprofundada dos dados. Sugere-se também o estudo da relação entre a análise de dados com outros ramos da tecnologia da informação e da sociedade em geral, ao ser possível a obtenção de informações por diferentes meios, como um sistema web, além de ser possível trazer os resultados para diferentes sistemas já existentes.

REFERÊNCIAS

ABDI – AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Índice de Transformação Digital**. Disponível em: <https://itd.abdi.com.br/>. Acesso em: out. 2023.

CARVALHO, G. D. G. **Proposta de um modelo para a análise das relações entre a capacidade de gestão e a capacidade de inovação de micro e pequenas empresas do sul do Brasil**. 2021. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2021. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/25063> . Acesso em: dez. 2023.

CARVALHO, H. G.; DIOGO, T. M.; PIMENTEL; R. CARVALHO, G. D. G. **Gestão da Inovação em Cooperativas: um caminho para Inovar**. Curitiba: ISAE, 2022.

CITS – CENTRO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE SOFTWARE. **Pesquisa e Desenvolvimento**. Disponível em: cits.br. Acesso em: 02 dez. 2023

DA SILVA, Douglas. **Conheça dos quatro tipos de análise de dados para criar estratégias certeiras**, 2022. Disponível em: < <https://www.zendesk.com.br/blog/tipos-analise-de-dados/>>

Acesso em: 23 de set. 2023

FIELD, Andy. **Descobrimo a Estatística usando o SPSS**. Sussex: Sage Publications of London, Thousand Oaks and New Delhi, 2005.

LOPES, Vanessa. **Como calcular a porcentagem acumulada de elementos**, 2017. Disponível em: < <https://educacao.umcomo.com.br/artigo/como-calculer-a-percentagem-acumulada-de-elementos-1970.html> >. Acesso em: 15 de out. 2023

MACHADO, A. C. M.; SCHROEDER, R. T.; CARVALHO, G. D. G. Transformação digital 4.0 em Cooperativas. In: CARVALHO, H. G.; DIOGO, T. M.; PIMENTEL, R. CARVALHO, G. D. G. (orgs.) **Gestão da Inovação em Cooperativas: um caminho para Inovar**. Curitiba: ISAE, 2022.

OLIVEIRA, Bruno. **Teste de Kruskal-Wallis e Nemenyi**, 2020. Disponível em: <<https://statplace.com.br/blog/teste-de-kruskal-wallis-e-o-teste-de-nemenyi/>>. Acesso em: 15 de out. 2023

SANTOS, Juliana Moreira et al. **Empreendedorismo digital por mulheres: uma revisão integrativa da literatura**. Revista Gestão e Desenvolvimento, v. 20, n. 2, p. 150-175, 2023.

SIQUEIRA, Daniel. **Histograma: O que é, Exemplos, Gráficos e Tipos**, 2023. Disponível em: <<https://www.alura.com.br/artigos/o-que-e-um-histograma#:~:text=O%20objetivo%20de%20um%20histograma,em%20torno%20deste%20valor%20central.>>. Acesso em: 01 de out. 2023

TAYRANE. **Metodologia de análise de dados: um guia completo sobre o tema**, 2022. Disponível em: < <https://blog.ploomes.com/analise-de-dados/> >. Acesso em: 23 de set. 2023

ZELLER, Violett; HOCKEN, Christian; STICH, Volker. Acatech Industrie 4.0 maturity index – a multidimensional maturity model. In: **Advances in Production Management Systems**. Smart Manufacturing for Industry 4.0: IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2018, Seoul, Korea, August 26-30, 2018, Proceedings, Part II. Springer International Publishing, 2018. p. 105-113.

E-TEC Revista de Tecnologia e Ciência

VOLUME 4

2023



WWW.UNISENAIPR.COM.BR

