

ENGENHARIA: A MÁQUINA QUE CONSTRÓI O FUTURO

VOLUME XXII



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

Plínio Ferreira Pires

Engenharia: a máquina que constrói o futuro

22^a ed.

Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre

22ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Pires, Plínio Ferreira
P638E Engenharia: a máquina que constrói o futuro

/ Plínio Ferreira Pires. – Goiânia-GO

Editora Conhecimento Livre, 2025

93 f.: il

DOI: 10.37423/2025.edcl1239

ISBN: 978-65-5367-739-5

Modo de acesso: World Wide Web

Incluir Bibliografia

1. desenvolvimento 2. projeto 3. construção I. Pires, Plínio Ferreira II. Título

CDU: 620

<https://doi.org/10.37423/2025.edcl1239>

O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

EDITORIA CONHECIMENTO LIVRE

Corpo Editorial

MSc Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior

MSc Humberto Costa

MSc Thays Merçon

MSc Adalberto Zorzo

MSc Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno

PHD Willian Douglas Guilherme

MSc Andrea Carla Agnes e Silva Pinto

Dr. Walmir Fernandes Pereira

MSc Edisio Alves de Aguiar Junior

MSc Rodrigo Sanchotene Silva

MSc Adriano Pereira da Silva

MSc Frederico Celestino Barbosa

MSc Guilherme Fernando Ribeiro

MSc. Plínio Ferreira Pires

MSc Fabricio Vieira Cavalcante

PHD Marcus Fernando da Silva Praxedes

MSc Simone Buchignani Maigret

Dr. Adilson Tadeu Basquerote

Dra. Thays Zigante Furlan

MSc Camila Concato

PHD Miguel Adriano Inácio

Dra. Anelisa Mota Gregoleti

PHD Jesus Rodrigues Lemos

MSc Karine Moreira Gomes Sales

Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

MSc Pedro Panhoca da Silva

MSc Helton Rangel Coutinho Junior

MSc Carlos Augusto Zilli

MSc Euvaldo de Sousa Costa Junior

Dra. Suely Lopes de Azevedo

Dr. Francisco Odecio Sales

MSc Ezequiel Martins Ferreira

MSc Eliane Avelina de Azevedo Sampaio

MSc Carlos Eduardo De Oliveira Gontijo

Dr. Rodrigo Couto Santos

Dra. Milena Gaion Malosso

PHD Marcos Pereira Dos Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	5
USO DE DRONES COMO TECNOLOGIA PARA COLETA DE EVIDÊNCIAS EM UM ACIDENTE DE TRÂNSITO	
Cristian Bonilla Corredor	
DOI 10.37423/251210530	
CAPÍTULO 2	22
O PAPEL DO PROJETISTA DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS NO ATENDIMENTO À NORMA DE DESEMPENHO – NBR 15575	
Jucelia Kuchla Vieira	
Humberto Ramos Roman	
Bruno Mariano Shimoi da Silva	
Gabriel José de Oliveira	
Guilherme Henrique Ottoni Barrozo	
Ian Teruo Fuke Trivelato	
Willian Bortolucci	
DOI 10.37423/251210531	
CAPÍTULO 3	34
ESTUDO COMPARATIVO DE MODELOS DE APRENDIZADO DE MÁQUINA NA PREVISÃO DE PRODUTIVIDADE DE EMPREGADOS DO RAMO VESTUÁRIO	
Diego Andre Mota da Silva	
Symone G. S. Alcalá	
Marcos P. Roriz Junior	
DOI 10.37423/251210534	
CAPÍTULO 4	41
ESG NA GESTÃO EMPRESARIAL: CONVERGÊNCIAS ENTRE SUSTENTABILIDADE, QUALIDADE E INOVAÇÃO	
Doroteia Soares dos Santos	
Katia Cristina Cota Mantovani	
Fúlvia Carolina Alves Correa	
Vanessa Cristhina Gatto	
Adriano Carlos Moraes Rosa	
Sarah Isabelly dos Santos Fontes	
DOI 10.37423/251210536	
CAPÍTULO 5	62
SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO DE EXCEÇÕES BASEADO EM PREDICADO INSERIDO EM RFID: ESTUDO DE CASO APLICADO PARA O MUNDO DE BLOCOS	
Guilherme Vitor dos Santos Rodrigues	
José Jean Paul Zanlucchi de Souza Tavares	
DOI 10.37423/251210558	

CAPÍTULO 6 78

ESTUDO DE RETROFIT DE LÂMPADAS DO BLOCO J4 NA UTFPR-MD

Mirian Schneider Pêgo

Ismael Burgardt

DOI 10.37423/251210561

Capítulo 1

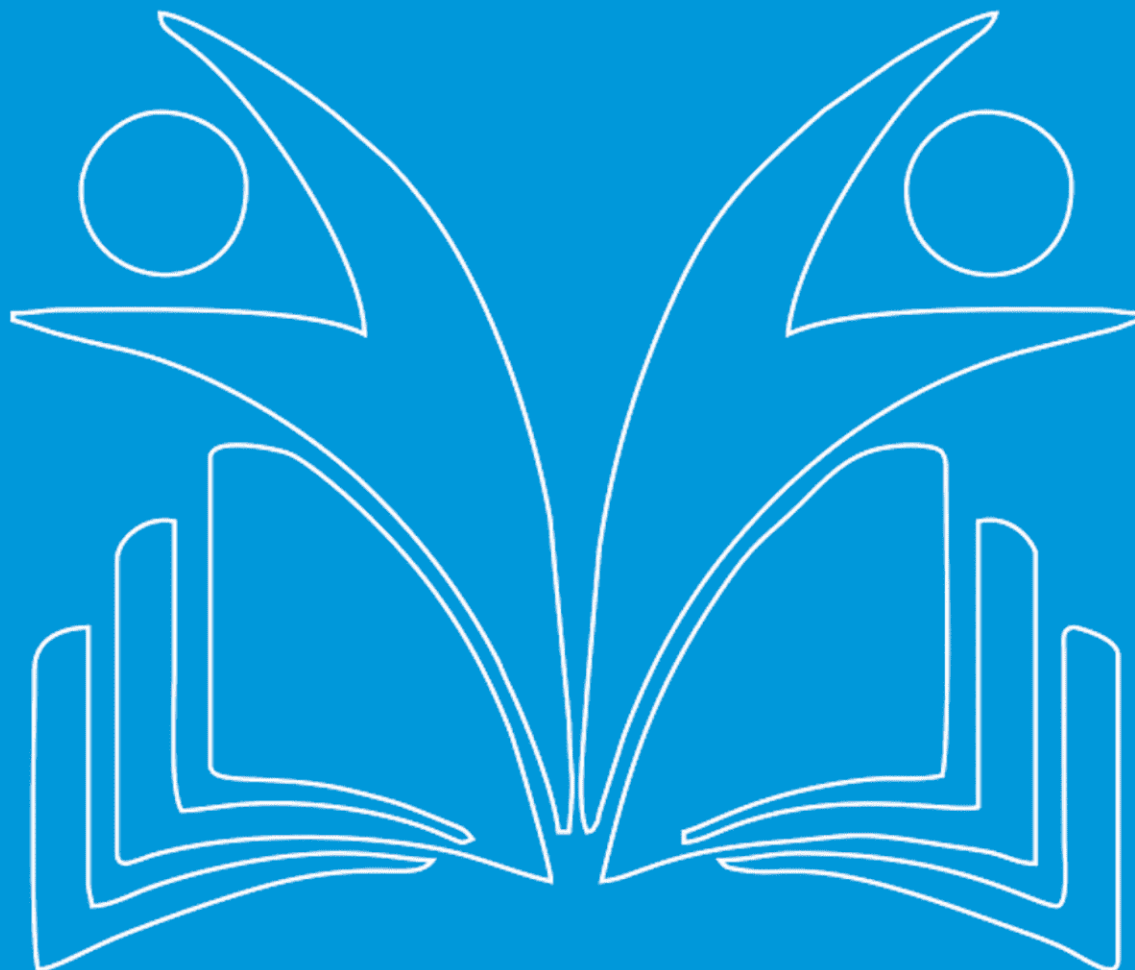


10.37423/251210530

USO DE DRONES COMO TECNOLOGIA PARA COLETA DE EVIDÊNCIAS EM UM ACIDENTE DE TRÂNSITO

Cristian Bonilla Corredor

*Grupo Universitário do Sul de Minas - Grupo
UNIS*



RESUMO

Este artigo tem como objetivo mostrar como as ferramentas tecnológicas, especialmente a fotogrametria, são essenciais na investigação de acidentes de trânsito. Propõe-se o uso de equipamentos de baixo custo para facilitar sua implementação por defensores técnicos e órgãos governamentais. Também destaca o papel fundamental do perito forense, que deve ser treinado e possuir as habilidades necessárias para manipular essas ferramentas, utilizando conceitos fundamentais que já aprendeu, objetiva e imparcial dos resultados.

Palavras-chave: Investigação de acidentes, tecnologia aplicada à investigação de acidentes; software Trimble®, fotogrametría, drone, software ecaptureDtech®.

1 INTRODUÇÃO

O uso de ferramentas tecnológicas na investigação de acidentes de trânsito é essencial para melhorar o registro, o armazenamento e a análise das informações associadas no local do acidente. Essas ferramentas, que incluem o uso de softwares e equipamentos eletrônicos, permitem maior precisão na coleta de dados contidos nos boletins de ocorrência de acidentes de trânsito (Informe de Acidente de Trânsito Policial), o que facilita as investigações ao reduzir a margem de erro, aumentar a quantidade e a qualidade das informações registradas, contribuindo para o constante aprimoramento dos procedimentos realizados pela equipe interdisciplinar, como investigadores forenses e reconstrucionistas forenses. [1]

Atualmente, foram desenvolvidas e novas ferramentas tecnológicas que facilitam a visualização e a análise dos eventos ocorridos em acidentes de trânsito. Entre as quais destaca-se o Trimble Forensic Reveal® que permite desenvolver a planimetria, coletar dados de campo e realizar a diagramação - reconstrução da cena de forma virtual e animação forense do acidente; Esse programa permite que os peritos forenses recriem a mecânica do acidente, desde a posição final, a posição relativa, a sequência estabelecida, incluindo os elementos envolvidos, dando assim uma visão clara de como os fatos ocorreram, proporcionando maior clareza ao leitor do laudo forense.[2]

Por outro lado, existem outras ferramentas de software, tais como: Virtual Crash®, um programa de simulação de acidentes de trânsito. Diferente do mencionado acima, a simulação corresponde a um processo interno em que, por meio de um mecanismo físico-matemático, são realizados vários métodos de cálculo a partir de determinadas condições iniciais, reproduzindo a sequência pós-impacto no acidente de trânsito. Esses tipos de software permitem estimar a velocidade dos veículos antes, durante e após o impacto, desde que os dados inseridos pelo perito forense sejam previamente estabelecidos, validados, analisados e calculados. Aqui é essencial indicar que o software não faz a reconstrução do acidente de trânsito, é necessário esclarecer e destacar que quem utiliza esse tipo de ferramentas deve ter a aptidão e a faculdade para a aplicação nos procedimentos de reconstrução analítica ou forense em acidentes de trânsito.

Diversas ferramentas de software projetadas para auxiliar nas investigações, estão disponíveis para agilizar os processos de análise na ocorrência de um acidente de trânsito. Entre as ferramentas de alta tecnologia utilizadas estão os scanners a laser de alta precisão, as estações totais digitais e os scanners a laser portáteis. Essas ferramentas são fundamentais para a digitalização da cena do acidente,

proporcionando muito realismo ao ambiente recriado no software escolhido pelo pesquisador de reconstrução. Conforme indicado acima, isso melhora a percepção do leitor sobre o relatório técnico pericial.

Nos últimos anos, especialmente na última década, o uso de sistemas de aeronaves não tripuladas (UAS) ganhou impulso [3] O uso de drones para realizar uma prática conhecida como fotogrametria tem se tornado cada vez mais comum. Essa técnica consiste em tirar fotografias de um ângulo zenital usando UAS, empilhá-las e aplicar princípios como pontos de controle, pontos de transição, retificação de imagem e testes de correção. Como resultado, é obtida uma ortoimagem que permite a localização das diferentes evidências relacionadas a um acidente de trânsito.

O objetivo geral desta pesquisa é analisar o uso eficiente de ferramentas acessíveis para pesquisadores, engenheiros de tráfego e peritos forenses, com foco na transformação tecnológica na coleta de dados. O objetivo é determinar como estas inovações podem otimizar os tempos de trabalho e melhorar o processamento da informação recolhida.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Há algumas décadas, muitos pesquisadores têm realizado estudos fotogramétricos em busca de desenvolvimento e precisão nessa prática. Esses estudos são baseados em testes reais com diferentes equipamentos de aeronaves não tripuladas, variando as câmeras utilizadas nesses dispositivos. São analisadas diversas correções de lentes, desde o uso de câmeras digitais convencionais até a adaptação de câmeras LiDAR, com o objetivo de reduzir o erro de pixel em comparação com as medições no solo. [4] Para isso, a calibração adequada da câmera é essencial. Empresas fabricantes, como a DJI® e a AUTEL®, fizeram progressos significativos no desenvolvimento das câmeras incorporadas a essas aeronaves. A evolução da engenharia foi notável, passando de um equipamento que era usado de forma criativa há quase 20 anos para os avanços atuais, em que a retificação e a calibração usando RTK já foram mencionadas. [5]

Há várias maneiras de mapear um local. Aqui, nos concentramos no uso dessas tecnologias para analisar a ocorrência de acidentes de trânsito. Entretanto, elas também são utilizadas para o levantamento de edifícios, pontes, torres de controle e estruturas metálicas, entre outros exemplos do amplo uso de ferramentas tecnológicas avançadas. [6]

Além disso, sua aplicação na agricultura tem sido indispensável para estudos de cultivo e pecuária, bem como para o controle de espécies de animais. O desenvolvimento nesse setor possibilitou a tomada de decisões informadas sobre a pulverização após a análise das culturas, medindo seu impacto e ajudando a reduzir os custos na semeadura das culturas. [7]

2.1 Calibração dos equipamentos

A calibração de câmeras tem sido objeto de estudo há muitos anos, e vários métodos estão disponíveis para determinar com precisão os parâmetros relevantes. Foi proposto o uso de um algoritmo de autocalibração baseado na equação de Kruppa [8], que usa os diferentes parâmetros intrínsecos da câmera. Além disso, outra abordagem se concentra em minimizar a diferença entre os parâmetros internos da câmera em diferentes visualizações.

Em geral, a calibração requer o uso de padrões projetados especificamente para serem colocados no campo de visão da câmera. Um dos métodos mais eficazes é o método de duas etapas, que se baseia em uma restrição radial. Esse método usa uma placa de calibração HALCON e técnicas de detecção de bordas com precisão de subpixel. Um método de ajuste elíptico também é aplicado para calibrar o ponto central, que fornece os parâmetros internos e externos necessários para resolver a otimização não linear, bem como para realizar a análise e verificar sua precisão. [4]

2.2 Incidência em alturas de voo, distorção de pixels

A altura do voo em um plano de voo tem um impacto significativo na qualidade das imagens fotogramétricas. Quanto menor a altitude, mais precisa é a distância de amostragem do solo (GSD), evitando a distorção dos dados topográficos relacionados; para buscar maior precisão do pixel obtido e a diferença na medição real em campo, a qualidade da câmera deve ser levada em conta, certamente todos esses fatores permitem maior precisão e detalhes nas imagens. [9]

No entanto, voar em altitudes mais baixas pode aumentar o risco de colisão da aeronave, e isso só dependerá do piloto que estiver operando a aeronave, do plano de voo e da análise prévia do local, em alguma parte será necessário calcular uma distância doce (ponto médio), onde a altura não seja maior ou menor evitando todos os obstáculos, riscos, levando em conta a qualidade do voo e os resultados do processo. Por outro lado, altitudes maiores podem resultar em menor resolução e precisão, afetando a escala fotográfica e a capacidade de detectar detalhes finos. [10]

2.3 Pontos de controle no processo de voo fotogramétrico

Os pontos de controle de solo (GCP) são essenciais para a retificação do ortomosaico a ser gerado. Existem métodos convencionais de coleta de dados no solo, que vão desde a colocação de marcadores em locais estratégicos até o uso de fotos aéreas tiradas com veículos aéreos não tripulados (UAS). Esses dados, quando inseridos em um software de sobreposição de fotos, permitem reduzir erros e melhorar a qualidade dos modelos gerados. [11]

Os métodos convencionais de levantamento e monitoramento de terrenos incluem a colocação de marcadores, onde são utilizados recuadros ou marcadores visíveis que são estrategicamente posicionados em pontos específicos do terreno. Além disso, as tomadas aéreas são realizadas por veículos aéreos não tripulados (UAS), que realizam voos para capturar imagens aéreas, as quais serão posteriormente processadas para análise e interpretação.

Um dos benefícios do GCP é a capacidade de corrigir desvios nas imagens capturadas. Além disso, a modelagem é aprimorada, pois a integração de dados precisos resulta em modelos mais confiáveis e detalhados.

A importância da tecnologia na coleta de dados geográficos é fundamental, além de realizar o trabalho convencional, acompanhá-lo com tecnologia. O uso do GPS para obtenção de coordenadas geográficas permite maior precisão na correlação desses dados, facilitando o trabalho com posições geográficas exatas.

Relação entre pontos de controle e precisão: Estudos e testes mostram que quanto mais pontos de controle forem colocados, mais o erro de um ortomosaico pode ser reduzido significativamente. Essa variação dependerá da altitude em que o voo fotogramétrico for realizado. [12]

2.4 Planejamento e colocação de pontos de controle

A indicação da localização dos pontos de controle baseia-se em sua visibilidade ao trabalhar com os dados coletados no escritório. Um bom planejamento de voo e experiência são fundamentais para evitar a localização desses pontos nas bordas das fotografias principais ou em áreas ocultas por vegetação, edifícios ou outras características da estrada, como bueiros e postes de iluminação pública.

Em resumo, os pontos de controle no solo (GCPs) facilitarão o processamento dos dados coletados, bem como o dimensionamento e o nivelamento dos dados. Pode-se argumentar que isso melhora o produto, garantindo que os dados obtidos sejam precisos e ideais para a finalidade pretendida. [13]

3 MATERIAL E MÉTODOS

Essa pesquisa foi realizada na empresa IRS VIAL S.A.S., localizada na Colômbia, dedicada à investigação e reconstrução de acidentes de trânsito. Desde o início de 2017, foram realizados testes com aeronaves não tripuladas para capturar imagens aéreas e manipular equipamentos. No entanto, foi somente em 2019 que começaram os testes de mapeamento de cenas, bem como a exploração de questões relacionadas à fotogrametria e à documentação necessária para avançar nesse campo. O principal objetivo desta pesquisa propõe-se o uso de equipamentos de baixo custo para facilitar sua implementação por defensores técnicos e órgãos governamentais, otimização dos processos de coleta de provas no local de um acidente de trânsito.

Nos últimos anos, o autor dedicou tempo para explorar, identificar e aplicar técnicas fotogramétricas em vários casos, o que permitiu a implementação de alternativas de baixo custo e melhores resultados. Essa abordagem sistemática será compartilhada a seguir, a fim de fornecer a mais peritos forenses um quadro de referência para replicar essa prática tecnológica em seus casos cotidianos. A intenção é facilitar o acesso a métodos inovadores que contribuam para uma melhor coleta e análise de dados na investigação de acidentes de trânsito.

3.1 Procedimento inicial

A verificação do terreno é essencial para identificar os tipos de perigos que podem estar presentes. Conhecer a geografia da área facilita a tomada de decisões em tempo hábil e uma avaliação completa. No nosso caso, essa verificação é realizada pelo operador do UAS, que, graças ao seu conhecimento, avaliará aspectos essenciais para o plano de voo, como: Altitude aproximada do voo, espaço aéreo, tempo provável no momento do voo e sua verificação periódica, ventos na área, outras considerações importantes. Essas verificações são essenciais e só podem ser adquiridas por meio de treinamento adequado; portanto, é essencial que o operador de UAS seja devidamente certificado e tenha concluído um curso para operar esse tipo de aeronave não tripulada. Em algumas ocasiões, os riscos

analisados antes de ir a campo podem mudar no momento do voo automatizado, onde a experiência do piloto fará a diferença em qualquer eventualidade que possa surgir durante o procedimento.

O software usados nesta pesquisa para consultar dados de vento e outros parâmetros relevantes na área de interesse é apresentado a seguir. É importante levar essas considerações em conta duas a três horas antes do voo do drone, pois elas são essenciais para garantir a segurança e a eficiência da operação.

Figura 1 - Página para verificar o vento e outros parâmetros antes de levantar-se o drone.



Fonte: (Software UAVForecast®, 2024).

A revisão do local antes do voo é essencial para garantir que os requisitos mínimos de segurança operacional sejam atendidos. A seguir, apresenta-se a interface do aplicativo correspondente à marca do drone utilizado nesta pesquisa. Essa ferramenta permite verificar, de forma rápida e fácil, se a área destinada ao voo é permitida, restrita ou se está em desacordo com algum regulamento estabelecido pelo órgão de controle.

Figura 2- Interface de aplicativo correspondente à marca do drone utilizado nesta pesquisa.



Fonte: (Software Fly-Safe-DJI®, 2024).

O piloto deve realizar todas as consultas mencionadas acima antes de iniciar qualquer manobra com o drone. Esse procedimento é essencial para evitar incidentes e minimizar os riscos associados a esse tipo de prática. Trata-se de um processo sistemático, semelhante a uma lista de verificação, no qual somente o piloto, com base em sua experiência prévia e treinamento no manuseio desse equipamento, assume uma responsabilidade crucial para garantir a segurança e evitar incidentes.

A Figura 3 mostra uma pessoa importante da equipe, responsável por registrar todas as informações fornecidas pelo piloto antes do início das operações. Essa coleta de dados é fundamental, pois permite que o voo seja revisado e autorizado, contribuindo assim para a segurança operacional. Além disso, esse processo é realizado em conformidade com os parâmetros estabelecidos pelas normas do órgão regulador.

Figura 3- Equipe que registra o formulário de risco.



Fonte: Autoria própria (2023).

3.2 Revisão do equipamento

Após o planejamento, o equipamento a ser usado seja revisado. Isso inclui uma revisão prévia de todos os aspectos mencionados acima e do UAS a ser operado. Todas essas ações têm o objetivo de mitigar os riscos que podem surgir ao usar essas ferramentas tecnológicas.

É verdade que quanto melhor o equipamento, maior a segurança; entretanto, o piloto deve sempre ter avaliado todos os cenários possíveis. Na avaliação do equipamento, aspectos como os seguintes devem ser considerados: Atualizações de software, revisão de componentes, recalibração do equipamento de medição

Esses fatores estarão sujeitos a variações dependendo do tempo de voo e das características do terreno a ser levantado fotogrametricamente.

Há vários aplicativos que podem ser usados para planejamento de voo. Alguns são mais rigorosos em sua sincronização de dados, enquanto outros oferecem informações básicas gratuitamente. Além disso, há sites governamentais em que os pilotos podem consultar tópicos relacionados ao tráfego de aeronaves e à meteorologia básica. Uma boa interpretação dessas informações pode ser muito útil.

A compilação de todos esses dados em um formato adequado facilitará a obtenção da autorização prévia das autoridades competentes. Isso garante que a prática será conduzida dentro de parâmetros mínimos de segurança, assegurando que o meio ambiente seja protegido e que todos os riscos tenham sido devidamente avaliados.

A metodologia usada nesta pesquisa envolve a designação de um contato (uma pessoa fixa com computador e ferramentas de comunicação) no escritório, responsável por inserir dados em uma planilha. Esses dados serão então analisados para verificar as horas de voo do piloto e da aeronave. O contato também tem a tarefa de validar a veracidade das informações, avaliar os riscos e notificar em tempo hábil se o voo pode prosseguir sem problemas ou se houve alterações nos dados nas últimas horas ou minutos. Essa abordagem permite maior controle de risco ao operar um drone.

3.3 *Revisão do processo de avaliação do operador de aeronaves não tripuladas*

O operador da aeronave deve realizar uma avaliação completa antes de iniciar as operações. Esse processo inclui a revisão do controle de comando (controle de rádio) e a verificação de aspectos físicos, como a detecção de ruídos estranhos. Além disso, é essencial realizar um voo de baixa altitude para verificar as funcionalidades básicas do equipamento, observando eventuais anomalias. Alguns aplicativos de fabricantes de aeronaves não tripuladas incluem parâmetros de triagem que devem ser verificados antes da decolagem, o que implica um monitoramento prévio. Cada vez que o operador avança no aplicativo, é realizada a próxima etapa, na qual os parâmetros estabelecidos são revisados para garantir um voo seguro.

A interface do aplicativo usado com o drone nesta pesquisa é apresentada a seguir. Esse aplicativo solicita vários parâmetros de entrada antes de iniciar o voo. Na parte superior da figura, é possível observar a intensidade do sinal entre a aeronave e o controle remoto, bem como a frequência de operação e o nível da bateria da aeronave. A configuração do tipo de voo, que corresponde ao modo de voo, também está incluída. Além disso, os parâmetros fotográficos, como a velocidade do obturador, a abertura e o ISO usado, podem ser exibidos. Recomenda-se operar a câmera no modo

automático para facilitar o uso. Depois que o equipamento verifica os valores e realiza uma pré-verificação, a autorização para iniciar o voo é concedida.

Figura 4-Interface do aplicativo.



Fonte: (Interface do aplicativo DJI GO 4®, 2024).

3.4 Otimização dos resultados fotogramétricos

Para realizar a fotogrametria e otimizar os resultados, é recomendável usar um software de suporte que facilite a operação e melhore a precisão ao tirar uma série de fotografias da mesma altura, obtendo assim a sobreposição necessária. Embora o processo possa parecer simples, ele exige habilidade e segurança durante a execução desses procedimentos. A automação desse processo contribui significativamente para a correlação dos dados na fase de processamento.

Neste estudo prático, foi utilizada uma plataforma adequada e compatível. É importante observar que nem todos os aplicativos para a realização de fotogrametria são compatíveis com todos os sistemas de aeronaves não tripuladas (UAS). A compatibilidade dependerá de pesquisa prévia e planejamento cuidadoso do voo. Alguns aplicativos podem funcionar com telefones celulares com determinados recursos, o que pode aumentar o custo inicial para resolver um problema específico.

Figura 5-Interface do aplicativo Map Pilot Pro.



Fonte: (Interface do aplicativo Maps Made Easy®, 2024).

3.5 *Dados coletados em campo*

Como parte das atividades realizadas durante o voo programado, uma série de fotografias foi gerada e capturada de forma automatizada usando o aplicativo utilizado para esse exercício (conforme figura 5 acima). No entanto, é essencial obter pontos de controle no solo (GCP) no campo. Existem várias metodologias para a aquisição desses pontos de controle; entre elas, destacam-se as técnicas de Posicionamento Cinemático Preciso (PPK) e Posicionamento em Tempo Real (RTK). Esses métodos permitem que as correções cinemáticas sejam feitas em tempo real e são essenciais para fornecer ajustes precisos a parâmetros como altura, nivelamento e distorção de pixels, com o objetivo de otimizar a qualidade do resultado. Nesse contexto, são realizadas medições específicas no local onde o cenário está sendo montado. Essas medições são cruciais para validar a precisão topográfica obtida por meio do processamento de dados. O investigador forense, atuando como operador do equipamento, desempenha um papel fundamental na coleta de informações críticas que facilitarão o processamento e a correção adequada dos dados no local de trabalho. A implementação correta dessas técnicas garante a confiabilidade e a precisão do levantamento fotogramétrico realizado.

3.6 *Processo de download e processamento de dados*

Uma vez no escritório, o operador é responsável por fazer o download das informações coletadas e inseri-las de forma técnica e precisa no software de processamento de dados. A escolha do software é de responsabilidade do operador, que pode escolher entre uma variedade de opções disponíveis para visualizar e processar trabalhos de fotogrametria. Essas ferramentas variam de acordo com o custo e os pacotes de trabalho que oferecem. Há programas que proporcionam um ambiente robusto e completo para topógrafos especializados em fotogrametria, permitindo não apenas aplicações no campo de acidentes de trânsito, mas também análises estruturais, avaliação de áreas de água por metro quadrado, geração de curvas de nível e muitas outras aplicações. O segredo é conhecer o resultado esperado para selecionar o software mais adequado e adaptável às necessidades específicas.

Nesta pesquisa, optou-se por usar o EyesCloud®, uma ferramenta europeia intuitiva e fácil de usar. Esse software fornece as ferramentas necessárias para desenvolver um fluxo de trabalho alinhado com os resultados esperados. No software, são inseridos os parâmetros necessários para o processamento, que pode levar de minutos a horas, dependendo da velocidade da Internet e do hardware utilizado. Esses fatores podem influenciar o tempo total de processamento. Após a obtenção dos primeiros resultados, podem ser feitas correções nas escalas e nos pontos de controle tomados em campo,

ajustando assim o processo realizado. Por fim, o resultado do trabalho de fotogrametria consiste em um ortomosaico e uma nuvem de pontos, que podem ser exportados para qualquer software CAD de sua preferência ou de uso comum. Essa flexibilidade permite que os resultados sejam manipulados em diferentes ambientes de trabalho.

4 CONCLUSÕES

Após concluir o processamento de dados no software EyesCloud® e fazer as correções necessárias, o investigador forense, o agrimensor ou o profissional relacionado pode avaliar os resultados gerados pela plataforma. No software, é possível realizar medições, cortar imagens, nivelar ao solo e usar muitas outras funções úteis.

A plataforma permite que os resultados sejam exportados em várias extensões, o que facilita a transferência para outros programas de sua escolha ou o trabalho direto no EyesCloud®. Nesta pesquisa, os dados processados foram levados ao Trimble Forensic Reveal® para análise posterior. A figura abaixo mostra a interface do software EyesCloud®, exibindo o resultado de um exercício de fotogrametria realizado em um caso real.

Figura 6-Interface do software



Fonte: (Interface do software EyesCloud®, 2024).

É importante observar que, após o processamento das informações, o perito forense poderá continuar seu trabalho de investigação. Os resultados obtidos serão usados para relacionar as atividades da polícia forense realizadas durante a coleta de informações sobre o acidente de trânsito. Isso implica que as medidas topográficas coletadas pela polícia científica podem ser importadas para um software de diagramação, onde as evidências fixas serão colocadas para iniciar a análise técnica pericial do acidente.

A figura abaixo mostra a interface do software Trimble Forensic Reveal®, onde tanto a nuvem de pontos quanto o ortomosaico foram importados. Essa plataforma permite que ambos os elementos exportáveis sejam agrupados para otimizar a visualização do trabalho realizado.

Figura 7-Interface do software.



Fonte: (Interface do software Trimble Forensics Reveal®, 2024).

O fluxo de trabalho do perito forense é fundamental, transformando a maneira como as investigações são conduzidas e os casos são apresentados. Essa abordagem melhora a qualidade visual dos relatórios forenses, fornecendo imagens de maior resolução e realismo. Para o leitor, isso também é benéfico, pois um relatório que inclui imagens mais vívidas e realistas capta o interesse do leitor e facilita a compreensão da análise apresentada, conforme ilustrado na figura acima.

Nesta pesquisa, foi realizada uma análise comparativa usando uma amostra de vinte casos reais. Primeiro, foi medido o tempo que um pesquisador forense leva para coletar informações no campo usando técnicas de levantamento convencionais. Para esse estudo, equipamentos como fitas métricas, medidores de distância a laser com alcance de oitenta metros e odômetros foram considerados “equipamentos menores”.

Da mesma forma, outros vinte casos reais foram selecionados para a aplicação de técnicas fotogramétricas. Nesse processo, foram seguidos os procedimentos descritos na seção 3 do artigo. Para facilitar a compreensão dos resultados obtidos, foi elaborada uma tabela que resume e ilustra claramente os dados coletados em ambas as metodologias.

Tabela 1- Relação entre os tempos de coleta e processamento de dados de campo.

Número de casos.	Tipo de topografia.	Tempo aproximado por pesquisa de campo (horas).	Tempo aproximado para processamento de informações e diagramação virtual (horas).	Tempo total aproximado (horas).
20	Convencional	2	2,5	4,5
20	Fotogrametria	0,40	1,45	2,25

Fonte: (Autoria própria, 2024).

Essa abordagem permite uma comparação eficaz dos tempos de coleta de dados entre a topografia convencional e a fotogrametria, fornecendo informações valiosas sobre a eficiência de cada técnica.

Durante essa pesquisa, foram avaliados os custos aproximados da implementação das tecnologias discutidas neste artigo. Observou-se que a prática da fotogrametria com drones não só atende à necessidade de resolver problemas relacionados à redução de tempo na coleta de dados, mas também se apresenta como uma opção mais econômica em comparação com outras tecnologias mais avançadas e caras.

É essencial considerar o parâmetro de erro no produto. Em geral, à medida que o custo da tecnologia aumenta, há uma redução considerável na margem de erro.

Tabela 2- Relação de custo das ferramentas de coleta de dados.

Ferramenta de coleta de dados de campo	Custo aproximado de mercado de cada uma das ferramentas (em reais, moeda local).	Precisão da digitalização por 20 metros de dados de inspeção (mm)
Drones (UAS)	\$ 10.500-\$ 14.000	20-50
Scanner Laser	\$ 200.000-\$ 400.000	1,5 - 3

Fonte: (Autoria própria, 2024).

Na tabela apresentada, pode-se observar que a prática de gerar nuvens de pontos usando veículos aéreos não tripulados (UAS) tem uma margem de erro que varia entre 20 mm e 50 mm (dados coletados nesta pesquisa). Essa faixa depende do tipo de equipamento implementado para minimizar o erro. Por outro lado, os scanners a laser oferecem uma precisão significativamente maior, com erros que variam de 1,5 mm a 3 mm. No entanto, essa precisão depende de fatores controlados, como a temperatura do terreno, a taxa de reflexão do laser e a complexidade do terreno durante o levantamento. As diferenças de precisão são notáveis; no entanto, ambas as metodologias representam um avanço significativo em relação ao levantamento convencional, que geralmente se limita a representações planas e bidimensionais.

A fotogrametria permite a criação de modelos tridimensionais detalhados, o que facilita a navegação imersiva na cena. Esse recurso é particularmente valioso, pois permite que os usuários recriem e vivenciem o ambiente em que um evento ocorreu, mesmo que não estivessem presentes no momento do evento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa possibilitou a avaliação de diversos equipamentos de drones (UAS) e aplicações de fotogrametria, permitindo a seleção daqueles que se mostraram mais precisos e adaptáveis às nossas necessidades. Entre os escolhidos, destacam-se os drones DJI® Mini 3 Pro, juntamente com os softwares Maps Made Easy®, EyesCloud® e Trimble Forensic Reveal®.

Em primeiro lugar, foi levada em conta a disponibilidade de recursos econômicos, buscando sempre otimizar os custos sem sacrificar a qualidade, a certeza e a confiabilidade do trabalho realizado. É importante destacar que as ferramentas tecnológicas (drone ou scanner) utilizadas no campo forense são muito úteis, pois seus resultados visuais contribuem significativamente para gerar um modelo tridimensional realista da cena do acidente de trânsito. Essa abordagem ajuda a mitigar os erros associados à topografia convencional e fornece ao investigador forense ferramentas mais precisas para realizar levantamentos topográficos confiáveis, o que, por sua vez, reduz o tempo de trabalho de campo. Para a empresa onde essa pesquisa foi realizada, ela representa uma oportunidade de melhorar a qualidade de seus relatórios de perito forense.

Além disso, a incorporação de tecnologias na investigação de acidentes de trânsito revolucionou a elaboração e a complementação de laudos periciais, proporcionando aos profissionais maior precisão em seu trabalho. Entretanto, é fundamental ressaltar que essas tecnologias não substituem as habilidades e o conhecimento do perito. Os programas mencionados são ferramentas que facilitam a ilustração e a diagramação virtual do acidente, mas a reconstrução analítico-forense de um acidente de trânsito exige não só o uso adequado desses softwares, mas também a capacidade de realizar análises físico-matemáticas, o domínio da linguagem profissional em seus laudos e, principalmente, manter a imparcialidade e a objetividade na análise forense.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Lynn B. Fricke E J. Stannard Baker, Traffic Crash Investigation. 344-345 (2014).
- [2] Alejandro Rico L. - Diego M. López M., “El Análisis forense de los accidentes de tránsito: el perito y el informe pericial”, Revista Internacional Derecho Penal Contemporáneo, Vol. Legis, No No. 66, P. 67-74 (2019).
- [3] Allen Vaughan - Cat Pate - Randy Pazzaglia, “Exploring New 3-D Technology”, Accident Reconstruction Journal, Vol. 33, No 4, P. 32–38, (2023).
- [4] S. Su Et Al., “Developing An Unmanned Aerial Vehicle-Based Rapid Mapping System For Traffic Accident Investigation”, Australian Journal Of Forensic Sciences, Vol. 48, No 4, P. 454–468, Jul. (2016), Doi: 10.1080/00450618.2015.1073787.
- [5] Emergen Research, “Las 10 Principales Empresas En El Mercado De Vehículos Aéreos No Tripulados Pequeños (Uav), “Retirado em 11/11/2024, de <http://www.Emergenresearch.Com/Es/Blog/Top-10- Empresas-En-El-Mercado-De-Veh%C3%Adculos-A%C3%A9reos-Peque%C3%B1os-No-Tripulados>.
- [6] Equipos Topográficos, “Uso De Drones En Topografía: Beneficios Y Aplicaciones”, Retirado em 11/11/2024, <https://Equipostopografia.Com/Equipos- Topograficos/Uso-De-Drones-En-Topografia/>.
- [7] Lira-Saldivar E Ricardo Hugo, “Uso De Drones En La Agricultura De Precisión”, 2023.
- [8] I. González, “Estudio Experimental De Métodos De Calibración Y Autocalibración De Cámaras”, 2006.
- [9] Pablo Del Río Rodríguez, “¿Qué Aspectos Debes Tener En Cuenta En La Planificación De Un Vuelo Fotogramétrico?”, Geoinnova.Org, P. 1, Maio 2021.
- [10] A. M. G. Tommaselli, Fotogrametria Básica- Introdução. 2009.
- [11] S. Cisneros, Érika García, ; Karen Montoya, E ; Izar Sinde, “Estudio De Las Configuraciones De Puntos De Control Terrestre Para Fotogrametría Con Drone. Study Of The Configurations Of Ground Control Points For Photogrammetry With Drone”, 2019.
- [12] Santiago Fernández Movilla, “Influencia De Los Puntos De Control Sobre El Terreno En La Precisión De Modelos Digitales De Superficies Generados Mediante Fotogrametría Aérea”, 2019.
- [13] Dji Enterprise, “Cómo Optimizar La Colocación De Tus Puntos De Control Terrestre”, Retirado em 11/11/2024, https://Enterprise_Insights.Dji.Com/Es/Blog/ Puntos-De-Control-Terrestre-Drones, P. 1, Nov. 2021.

Capítulo 2



10.37423/251210531

O PAPEL DO PROJETISTA DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS NO ATENDIMENTO À NORMA DE DESEMPENHO – NBR 15575

Jucelia Kuchla Vieira

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Humberto Ramos Roman

Universidade Federal de Santa Catarina

Bruno Mariano Shimoi da Silva

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Gabriel José de Oliveira

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Guilherme Henrique Ottoni Barrozo

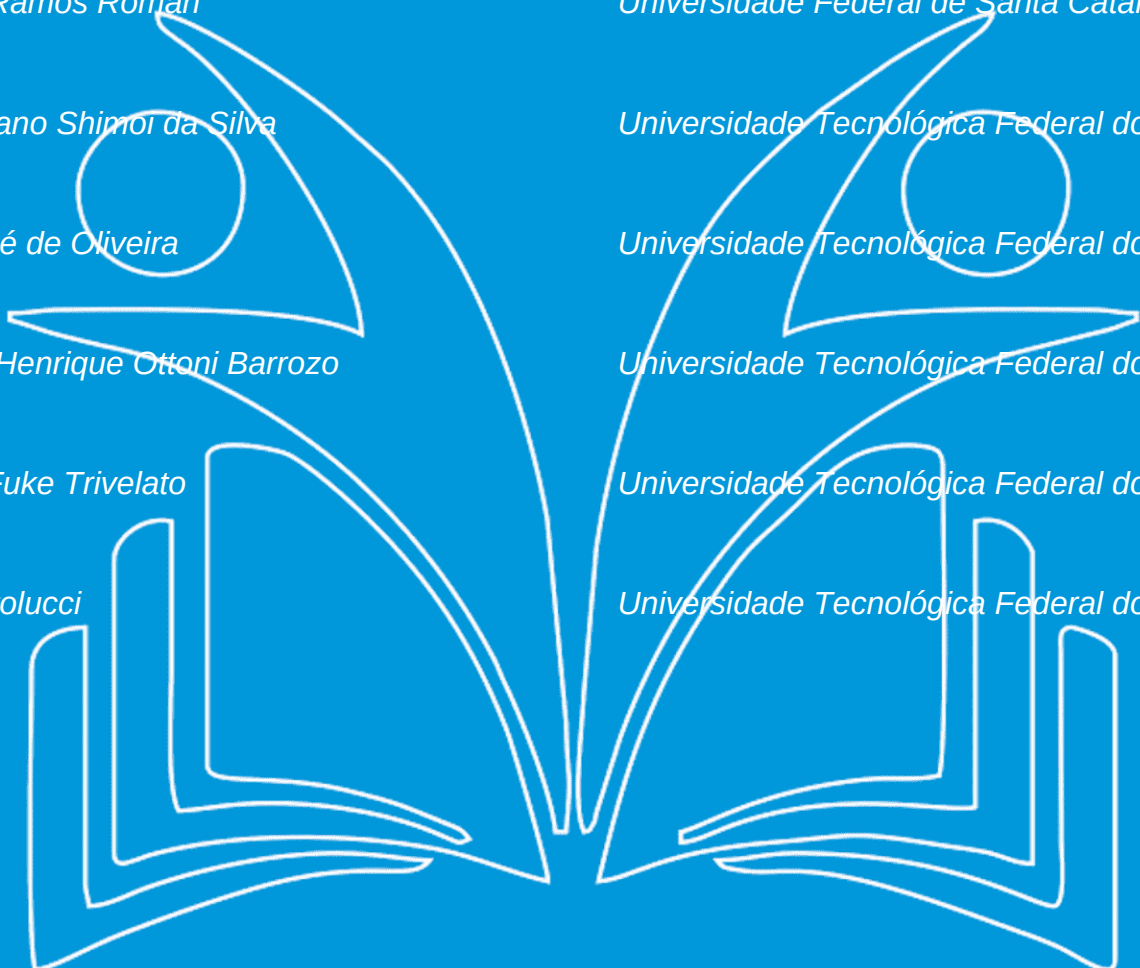
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Ian Teruo Fuke Trivelato

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Willian Bortolucci

Universidade Tecnológica Federal do Paraná



RESUMO

A Norma de Desempenho de Edificações Habitacionais está em vigor desde 2013 e já passou por 2 atualizações, em 2021 e 2024. Ela trouxe mudanças significativas para o setor da construção civil, pois especifica níveis de desempenho que a edificação deve atingir, independente do sistema construtivo, do número de pavimentos e dos materiais empregados na construção. O atendimento aos seus requisitos e critérios começa desde a viabilidade do empreendimento e se estende até a entrega final da obra. Neste sentido, os projetos têm um papel fundamental, pois muitos problemas podem ser corrigidos com soluções adotadas na sua elaboração. Neste artigo são apresentadas as principais mudanças pertinentes ao projeto de instalações elétricas para o atendimento à NBR 15575. O tema não possui uma parte específica da norma, mas é de grande importância para o bom desempenho da edificação. Estas informações foram compiladas a partir de uma pesquisa de campo e uma análise quali-quantitativa, que envolveu 3 construtoras e mais de 50 profissionais da construção civil. Nesta análise, dos 173 critérios apresentados pela NBR 15575, 23 foram considerados relacionados ao projetista eletricitista. As principais modificações relacionadas ao projeto elétrico que foram encontradas são a necessidade de apresentação de um projeto executivo com um alto grau de detalhamento e elaboração de memorial descritivo completo da obra, incluindo sempre que possível as informações relevantes pertinentes aos demais projetos desenvolvidos ao empreendimento, para isso é necessária uma relação próxima e colaborativa entre os projetistas. Além disso, o profissional deve ter amplo conhecimento das normas prescritivas que são relacionadas à Norma de Desempenho e das normas específicas do projeto de instalações elétricas. A qualidade dos projetos interfere diretamente no atendimento aos requisitos e critérios da NBR 15575, portanto é necessário se preocupar com a qualidade e detalhamento dos projetos, por meio de obtenção de conhecimento e cumprimento de normas técnicas e domínio das especificações dos sistemas construtivos adotados.

Palavras-chave: Norma de Desempenho; desempenho de edificações; NBR 15575, projeto elétrico.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por edificações mais seguras, confortáveis e sustentáveis tem impulsionado profundas transformações no setor da construção civil brasileira. Nesse cenário, a NBR 15575, conhecida como Norma de Desempenho de Edificações, em vigor desde 2013, representa um marco regulatório ao estabelecer requisitos mínimos de desempenho que devem ser atendidos pelos sistemas construtivos ao longo de toda a vida útil da edificação (ABNT, 2024).

Todo projeto deve ser desenvolvido com base em documentos normativos que, no Brasil, são de responsabilidade da ABNT. O atendimento às normas, além de ser uma exigência técnica profissional, acarreta resultados positivos no desempenho operacional das instalações, garantindo maior segurança e confiabilidade (Machado, 2017).

Uma grande discussão e dúvida entre os profissionais usuários de normas técnicas é se elas são obrigatórias ou recomendadas. Como define a própria Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), as referidas normas são de uso voluntário e é esta a essência em todo o processo de elaboração, consulta pública e validação das mesmas antes de serem colocadas à disposição da sociedade para uso. No entanto, por algum dispositivo legal de órgãos oficiais, a utilização de determinada norma ou o conjunto delas poderá vir a ser compulsório. Esse fato não acontece somente no Brasil, ocorrendo em diversos países conforme as regulamentações de cada um, instruídos pelos principais organismos internacionais de normalização, como a International Organization of Standardization (ISO) e a International Electrotechnical Commission (IEC) (Pereira, 2016).

O cumprimento das normas pode ser considerado uma exigência legal, pois está claramente estabelecido pela legislação. Por exemplo, a Lei nº 8.078/1990, conhecida como o Código de Defesa do Consumidor, estabelece, em seu artigo 39, a proibição de que fornecedores coloquem no mercado produtos ou serviços que não atendam às normas técnicas (Brasil, 1990). Da mesma forma, a Lei nº 8.666 (Brasil, 1993), que regula as licitações e contratos no setor público exige que os projetos respeitem as normas técnicas vigentes.

A Norma de Desempenho é dividida em 6 partes e apresenta um conjunto de requisitos e critérios aplicáveis às edificações habitacionais, independentemente de seu sistema construtivo, dos materiais componentes e do número de pavimentos, visando ao atendimento dos requisitos do usuário (ABNT, 2024). Suas partes são:

- Parte 1 – Requisitos gerais (ABNT, 2024).
- Parte 2 – Requisitos para os sistemas estruturais (ABNT, 2013).
- Parte 3 – Requisitos para os sistemas de pisos (ABNT, 2021a).
- Parte 4 – Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas (ABNT, 2021b).
- Parte 5 – Requisitos para os sistemas de coberturas (ABNT, 2021c).
- Parte 6 – Requisitos para os sistemas hidrossanitários (ABNT, 2021d).

Segundo a NBR 15575-1, a avaliação de desempenho busca analisar a adequação ao uso de um sistema ou de um processo construtivo destinado a atender a uma função, independentemente da solução técnica adotada. Para atingir esta finalidade, na avaliação do desempenho é realizada uma investigação sistemática baseada em métodos consistentes, capazes de produzir uma interpretação objetiva sobre o comportamento esperado do sistema nas condições de uso definidas (ABNT, 2024).

A qualidade final da obra depende em sua maior parte da qualidade do projeto, tanto para obras recém-acabadas quanto ao longo de sua vida útil (Thomaz, 2001). Portanto, o desempenho dos edifícios está diretamente relacionado à qualidade dos projetos e muitas das causas das manifestações patológicas observadas nas construções decorrem de falhas oriundas da fase de concepção (Hybiner et al., 2014).

Projetos e instalações executados em conformidade com as normas técnicas dificilmente apresentarão problemas de segurança ou funcionalidade. Algumas inconformidades em instalações elétricas residenciais são tão recorrentes que podem ser enumeradas e, caso resolvidas, garantir uma instalação segura e funcional (Barbosa et al., 2019).

As instalações elétricas residenciais são compostas por diversos elementos, que vão desde condutores básicos em qualquer instalação até dispositivos de automação, aplicados em instalações mais complexas. O conhecimento desses elementos e de sua forma correta de utilização é necessário aos projetistas para garantir instalações confortáveis e seguras a seus usuários (Barbosa et al., 2019).

O PROJETO ELÉTRICO E A NORMA DE DESEMPENHO

O projeto de Instalações Elétricas (IE) deve garantir segurança para a edificação e para os usuários, visto que um mau projeto pode trazer como consequências os riscos de incêndio, queima de equipamentos, perda de conforto e qualidade de vida dos usuários, dentre outras. Por esse motivo, a Norma de Desempenho é necessária para que o projeto esteja dentro dos critérios estabelecidos, apresentando maior segurança (Pereira, 2016).

Em relação a NBR 15575-1 (ABNT, 2024), o projetista está relacionado à proteção contra descargas atmosféricas, proteção contra risco de ignição nas instalações elétricas, iluminação de emergência, segurança na utilização dos sistemas, segurança na utilização das instalações, vida útil de projeto e durabilidade da edificação. Além de prever projeto para casos de ampliação de unidades habitacionais evolutivas e tomar medidas, por meio de memorial descritivo, que promovam a priorização de fornecedores locais e racionalização de recursos naturais. O projetista necessita ainda adotar soluções que minimizem o consumo de energia e descrever o resultado de inventários de ciclo de vida dos produtos utilizados em projeto, por meio de verificação junto aos fabricantes.

De acordo com Gealh (2018), não são considerados critérios relacionados ao projeto elétrico nas partes 2 (ABNT, 2013) e 4 (ABNT, 2021b) da NBR 15575, o que não exclui uma análise individual de cada projeto ou empreendimento.

Na parte 3 da NBR 15575 (ABNT, 2021a), o projetista de instalações elétricas deve atender aos critérios relacionados à selagem corta-fogo nas prumadas elétricas e de materiais poliméricos ou especificar se as tubulações dispensam selagem corta-fogo por estarem passando por prumadas totalmente enclausuradas. Deve ainda projetar instalações para a implantação de sistemas de detecção de fumaça e alarme de incêndio.

Na NBR 15575-5 - Requisitos para sistemas de coberturas (ABNT, 2021c), há alguns itens importantes a serem considerados pelo projetista de instalações elétricas, onde ao analisar o quadro elaborado por Gealh (2018) verifica-se que deve especificar adequadamente a classificação de reação ao fogo dos materiais incorporados ao sistema de cobertura. |O sistema de aterramento da cobertura deve atender à NBR 5419 e ser executado de modo a garantir que as cargas eletrostáticas não sejam acumuladas, principalmente em telhas e/ou estruturas metálicas e também garantir que os dispositivos instalados na cobertura como painéis solares, aquecedores e para-raios não venham a prejudicar os demais componentes elétricos da edificação.

Na parte 6 da Norma de Desempenho (ABNT, 2021d), que são os requisitos para os Sistemas de Instalações Hidrossanitárias, também são apresentados critérios e requisitos que devem ser atendidos pelo projeto elétrico, por mais que seja uma parte específica no assunto hidrossanitário, há nessa parte equipamentos elétricos atrelado ao sistema. Deve ser observado pelo projetista o aterramento das instalações, dos aparelhos aquecedores, dos eletrodomésticos e dos eletroeletrônicos, atendendo a NBR 5410, para garantir a segurança ao usuário, eliminando riscos de choques e queimaduras, prevendo também correntes de fuga para esses aparelhos e demais componentes hidrossanitários que sejam ligados a corrente elétrica, como chuveiros elétricos (NBR 12090) e aquecedores instantâneos de água e torneiras elétricas (NBR 14016). O projetista deve especificar também que equipamentos de aquecimento de água tenham um controle de temperatura menor que 50°C no ponto de utilização, quando a edificação possuir sistema de água quente. Por último, projetar dispositivo de alívio de sobrepressão e dispositivo que corte a alimentação de energia dos aquecedores de acumulação, bem como dispositivo que corte a alimentação de gás para aquecedores de acumulação a gás, o que garante segurança para os usuários, evitando riscos de explosões, intoxicações ou queimaduras.

De acordo com a análise feita por Romano (2023), sobre a verificação da aplicação das normas NBR 15575 e NBR 5410 em um projeto elétrico, foi observado o atendimento satisfatório aos parâmetros apresentados pela NBR 5410, apesar de alguns dimensionamentos equivocados e, às vezes, superdimensionados. Já em relação ao atendimento da NBR 15575, dos critérios analisados, 39% não foram atendidos, 5,5% foram parcialmente atendidos e 55,5% foram atendidos ou dispensados por se tratar de uma edificação unifamiliar. O principal fator do não atendimento foi a falta de elaboração de um memorial descritivo, que é necessário para o atendimento aos critérios da Norma de Desempenho.

REQUISITOS E CRITÉRIOS RELACIONADOS AO PROJETO ELÉTRICO

O projeto de instalações elétricas desempenha papel fundamental no atendimento aos requisitos de desempenho estabelecidos pela NBR 15575, uma vez que influencia diretamente atributos como segurança, funcionalidade, durabilidade e facilidade de manutenção ao longo da vida útil da edificação. As decisões adotadas ainda na fase de concepção, como distribuição dos circuitos, dimensionamento de condutores, escolha de dispositivos de proteção e definição de critérios de acessibilidade para inspeção têm impacto direto na minimização de riscos, na eficiência operacional das instalações e no conforto dos usuários. Assim, a qualidade do projeto elétrico não apenas assegura conformidade normativa, mas também contribui para o desempenho global da edificação.

Com base em sua experiência em consultorias para a implementação da Norma de Desempenho em construtoras e incorporadoras e em sua tese de doutorado, Gealh (2018) realizou uma análise detalhada dos requisitos e critérios presentes na NBR 15575. A partir dessa análise, desenvolveu uma tabela que define as responsabilidades de cada profissional da construção em diferentes setores ou projetos, com o objetivo de garantir o cumprimento dos critérios estabelecidos. Estes dados foram validados por meio de sua aplicação em três construtoras e pela discussão com mais de 50 profissionais das áreas de engenharia e arquitetura.

Apesar de não apresentar uma parte específica que trate de instalações elétricas, a partir da análise dos 173 critérios estabelecidos pela Norma de Desempenho, foi possível identificar que o projetista de instalações elétricas desempenha um papel fundamental no atendimento de 23 deles. Esses critérios estão apresentados no Quadro 1, que além de determinar sua participação no atendimento, orienta a atuação do profissional no sentido de garantir sua conformidade com as exigências normativas. Além de estabelecer cada critério diretamente ligado ao projeto elétrico, a análise sugere como este profissional pode proceder para alcançar este atendimento.

Quadro 1 - Ações atribuídas ao projetista de instalações elétricas para o atendimento dos requisitos e critérios da NBR 15575.

Parte	Item	Requisitos	Item	Critérios	Atendimento
1	8.2	Dificultar o princípio do incêndio	8.2.1.1	Proteção contra descargas atmosféricas	Atender às normas específicas, NBR 5419 e NBR 5410, bem como a NR 10. Deve ser apresentado em uma nota ou observação deste atendimento.
			8.2.1.2	Proteção contra risco de ignição nas instalações elétricas	Atender a NBR 5410, nos itens 4.1.13, 5.2.2.1.6 e 5.2.2.3.3.
	8.7	Sistema de extinção e sinalização de incêndio	8.7.1	Equipamentos de extinção, sinalização e iluminação de emergência	Dimensionar e considerar pontos para iluminação de emergência.
	9.2	Segurança na utilização do imóvel	9.2.1	Segurança na utilização dos sistemas	Atender normas técnicas específicas. Apontar características dos materiais e cuidados quanto à segurança, em memorial descritivo.
	9.3	Segurança das instalações	9.3.1	Segurança na utilização das instalações	Atender as normas específicas e apresentar as recomendações no memorial descritivo, a fim de evitar a ocorrência de ferimentos ou danos aos usuários, em condições normais de uso. Observar se todas as tubulações, equipamentos e acessórios do sistema elétrico

Parte	Item	Requisitos	Item	Critérios	Atendimento
1					e hidrossanitário estão direta ou indiretamente aterrados.
	14.2	Vida útil de projeto do edifício e dos sistemas que o compõem	14.2.1	Vida útil de projeto	Estimar em seu projeto e/ou memorial descritivo a vida útil de acordo com as normas específicas.
			14.2.3	Durabilidade	Estimar em seu memorial descritivo a durabilidade de acordo com as normas específicas. Atender premissas de projeto, item 14.2.5. NBR 15575-1.
	16.4	Possibilidade de ampliação da unidade habitacional	16.4.1	Ampliação de unidades habitacionais evolutivas	Apresentar projeto para a ampliação, caso seja necessário.
	18.3	Seleção e consumo de materiais*	18.3.1	Exploração e consumo racionalizado de recursos naturais**	Descrever em memorial a preocupação em priorizar fornecedores locais e na racionalização de recursos naturais.
			18.3.5	Avaliação dos resultados de inventários de ciclo de vida dos produtos, junto aos fabricantes de materiais, componentes e equipamentos**	Descrever em memorial o resultado de inventários de ciclo de vida dos produtos, verificadas junto aos fabricantes de materiais, componentes e equipamentos.
	18.5	Consumo de energia no uso e ocupação da habitação	18.5.1	Adotar soluções que minimizem o consumo de energia**	Privilegiar a adoção de soluções que minimizem o consumo de energia. Anotar recomendações em memorial descritivo e Manual de Uso, Operação e Manutenção para minimizar o consumo de energia.
* Texto de requisito adotado pela autora e não estabelecido claramente no texto da NBR 15575-1. ** Texto de critério adotado pela autora e não estabelecido claramente no texto da NBR 15575-1.					
3	8.3	Difícultar a propagação do incêndio, da fumaça e preservar a estabilidade estrutural da edificação	8.3.3	Selagem corta-fogo nas prumadas elétricas e hidráulicas	Especificar em projeto e memorial descritivo os pontos onde serão necessários o uso de selagem corta-fogo.
			8.3.5	Selagem corta-fogo de tubulações de materiais poliméricos	Especificar em projeto e memorial descritivo os pontos entre pisos onde passam tubulações com diâmetro superior a 40 mm e especificar o uso de selagem corta-fogo.
			8.3.7	Registros corta-fogo nas tubulações de ventilação	Projetar instalações para implantação de sistemas de detecção de fumaça e alarme de incêndio.
			8.3.9	Prumadas	Verificar se as tubulações dispensam selagem

Parte	Item	Requisitos	Item	Crítérios	Atendimento
				enclausuradas	corta- fogo por estarem passando por prumadas totalmente enclausuradas.
5	8.2	Reação ao fogo dos materiais de revestimento e acabamento	8.2.1	Avaliação da reação ao fogo da face interna do sistema de cobertura das edificações	Especificar adequadamente em relação à classificação de reação ao fogo os materiais incorporados ao sistema de cobertura.
			9.2.5	Aterramento de sistemas de coberturas metálicas	Projetar aterramento para o sistema de cobertura constituído por estrutura e/ou telhas metálicas. Atender as normas NBR 5419 (revisada e ampliada em 2015) e NBR 13571.
5	16.2	Manutenção dos equipamentos e dispositivos ou componentes constituintes e integrantes do SC	16.2.1	Instalação, manutenção e desinstalação de equipamentos e dispositivos da cobertura	Atender NBR 5419. Detalhamento em projeto e especificação em memorial descritivo de instalações, manutenção e desinstalação de equipamentos e dispositivos na cobertura (antena, aquecedor solar, pára-raio, etc), de modo a não prejudicarem o sistema elétrico.
6	9.1	Risco de choques elétricos e queimaduras em sistemas de equipamentos de aquecimento e em eletrodomésticos ou eletroeletrônicos	9.1.1	Aterramento das instalações, dos aparelhos aquecedores, dos eletrodomésticos e eletroeletrônicos	Atender a NBR 5410 para projeto de aterramento das instalações, dos aparelhos aquecedores, dos eletrodomésticos e dos eletroeletrônicos.
			9.1.2	Corrente de fuga em equipamentos	Prever correntes de fuga conforme NBR 12090 para chuveiros elétricos e a NBR 14016 para aquecedores instantâneos de água e torneiras elétricas. Para os demais equipamentos ou aparelhos, a corrente de fuga deve se limitar à 15 mA.
			9.1.3	Dispositivos de segurança em aquecedores de acumulação	Projetar dispositivo de alívio de sobrepressão e dispositivo de segurança que corte a alimentação de energia, para aquecedores elétricos de acumulação.
	9.2	Risco de explosão, queimadura ou intoxicação por gás	9.2.1	Dispositivos de segurança em aquecedores de acumulação a gás	Projetar dispositivo de alívio de sobrepressão e dispositivo de segurança que corte a alimentação de gás, para aquecedores de acumulação a gás.
	9.4	Temperatura de utilização da água	9.4.1	Temperatura de aquecimento	Solicitar e especificar em projeto equipamento de aquecimento com controle de temperatura de água na saída do ponto de utilização sempre abaixo de 50o C.

Fonte: Adaptado de Gealh, 2018.

CONTRIBUIÇÕES FINAIS

Este estudo permitiu evidenciar a relevância do atendimento à Norma de Desempenho (NBR 15575) no contexto dos sistemas elétricos das edificações habitacionais. Assim como observado em outros trabalhos de sistemas construtivos citados, a aplicação da norma reforça a necessidade de uma abordagem de projeto mais integrada, criteriosa e orientada ao ciclo de vida da edificação. No caso específico das instalações elétricas, os requisitos normativos estabelecem parâmetros mínimos de segurança, funcionalidade e durabilidade que devem ser considerados desde o início do projeto até a execução, operação e manutenção.

A análise detalhada dos 173 critérios permitiu identificar 23 nos quais o projetista eletricitista exerce uma atuação direta. O estudo mostrou que o projetista de instalações elétricas tem papel determinante no atendimento aos critérios de desempenho e entre suas principais responsabilidades destacam-se: garantir a segurança no uso do sistema, especificar corretamente os componentes, prever a eficiência energética, evitar acidentes com choques elétricos e incêndios, e garantir a continuidade de funcionamento das instalações, além de fornecer orientações de uso e manutenção ao usuário. A elaboração de memorial descritivo completo e a compatibilização com os demais projetos complementares se mostram essenciais para o cumprimento dos requisitos estabelecidos pela norma.

Outro ponto relevante é que o atendimento à Norma de Desempenho não depende exclusivamente do projetista, o resultado final é da colaboração entre todos os demais agentes envolvidos: construtores, fornecedores e usuários finais. A correta execução da obra, o uso adequado dos materiais e a efetividade do processo de manutenção são fatores indispensáveis para alcançar a vida útil do projeto previsto.

Desta forma, conclui-se que o atendimento à Norma de Desempenho nas instalações elétricas é uma condição essencial para a qualidade das edificações e para a segurança de seus usuários. Fica evidente a necessidade de aprofundar práticas de projetos, ampliar a disseminação do conhecimento da norma, confeccionar memoriais técnicos e manual de uso e operações, além de fortalecer a cultura de se projetar de acordo, além das normas prescritivas, com base na Norma de Desempenho.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575-1 - Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

_____. – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575-2 - Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 2: requisitos para os sistemas de estruturas. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

_____. – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575-3 - Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 3: requisitos para os sistemas de piso. Rio de Janeiro: ABNT, 2021a.

_____. – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575-4 - Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 4: requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro: ABNT, 2021b.

_____. – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575-5 - Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 5: requisitos para os sistemas de coberturas. Rio de Janeiro: ABNT, 2021c.

_____. – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575-6 - Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 6: requisitos para os sistemas hidrossanitários. Rio de Janeiro: ABNT, 2021d.

BARBOSA, F. S.; GRABASCK, J. R.; GUIMARÃES, R. F. A.; RODRIGUES, R.; MARRAUI, F.; BALDNER F. O.; TEIXEIRA, G. P.; COSTA, L. A. Projeto de instalações elétricas. Porto Alegre, RS: Grupo A Educação S.A., 2019.

BRASIL. Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. Código de Defesa do Consumidor. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1990.

BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1993.

GEALH, Jucélia Kuchla Vieira. Análise crítica da implantação da NBR 15575 em construtoras e incorporadoras. 2018. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

HYBINER, Juliana Mara Batista Menezes; TIBIRIÇÁ, Antônio Cleber Gonçalves; CARVALHO, Aline Werneck Barbosa de; MURAT, Melissa Gil; HOSKEN, Carlos. Uso da NBR 15575:2013 na avaliação técnico-construtiva de um conjunto habitacional. In: Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído, XV, 2014, Maceió. Anais [...]. Maceió: UFA, 2014. p. 2197-2205. Disponível em: http://www.infohab.org.br/entac2014/artigos/paper_538.pdf. Acesso em: 13 jun. 2025.

MACHADO, Roberto. Projetos elétricos. São Paulo: Saraiva, 2017. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536531151/>. Acesso em: 06 nov. 2025.

PEREIRA, José Henrique Alves. A gestão eficiente de projetos de instalações elétricas para edificações. 2016. Monografia (Pós Graduação em Gestão de Sistemas de Engenharia) - Universidade Católica de Petrópolis, Petrópolis, 2016.

ROMANO, Felipe Drago. Avaliação de um projeto elétrico residencial unifamiliar para atendimento aos requisitos da norma de desempenho - ABNT NBR 15575:2021. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2023.

THOMAZ, Ercio. Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção. São Paulo: PINI, 2001.

Capítulo 3



10.37423/251210534

ESTUDO COMPARATIVO DE MODELOS DE APRENDIZADO DE MÁQUINA NA PREVISÃO DE PRODUTIVIDADE DE EMPREGADOS DO RAMO VESTUÁRIO

Diego Andre Mota da Silva

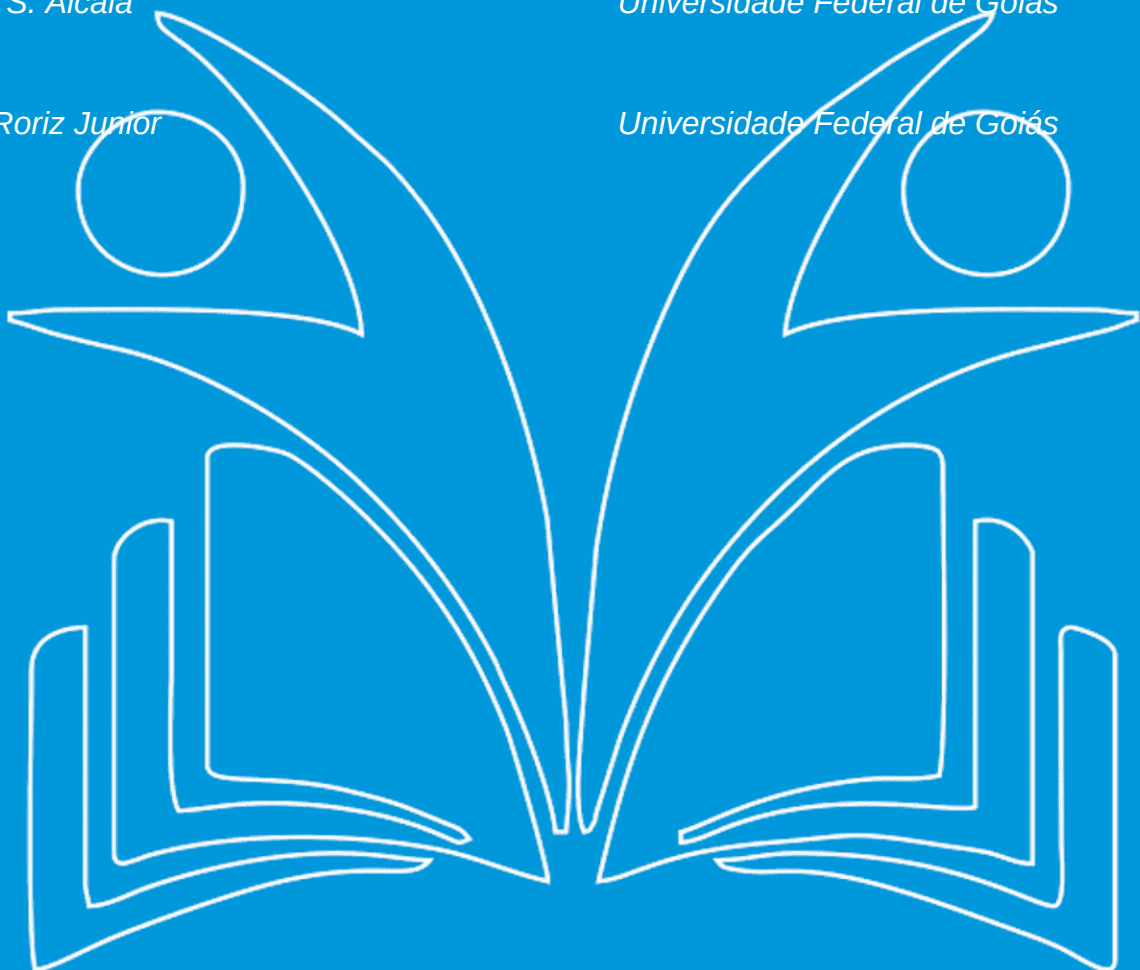
Universidade Federal de Goiás

Symone G. S. Alcalá

Universidade Federal de Goiás

Marcos P. Roriz Junior

Universidade Federal de Goiás



RESUMO

A indústria de roupas é uma das áreas mais competitivas da era globalizada, sobretudo com o advento de processos de fabricação cada vez mais eficientes. Contudo, esse ramo ainda depende sobremaneira do trabalho humano, cuja produtividade varia consideravelmente de acordo com fatores inerentes ao processo produtivo. Assim, o desenvolvimento de modelos de aprendizado de máquina pode auxiliar na previsão antecipada da produtividade de uma empresa, auxiliando os gestores a alocar recursos de forma mais eficiente, bem como a evitarem desperdícios e poderem estimar com mais precisão os prazos de entrega. Este trabalho compara os modelos de aprendizado de máquina AdaBoost, Regressão Linear, Floresta Aleatória e Rede Neural na previsão da produtividade de uma base de dados pública produzida por especialistas do ramo de vestuário. Os estudos indicam que o modelo Floresta Aleatória traz resultados promissores e possui melhor eficiência que os demais modelos estudados.

Palavras-chave: Produtividade; Vestuário; Random Forest; Redes Neurais; Aprendizagem de Máquina.

1 INTRODUÇÃO

A indústria têxtil tem um papel de grande relevância no mercado mundial, sobretudo em países em desenvolvimento em que a manufatura é um importante meio econômico para pequenos e médios empreendedores. Dada a natureza manual da atividade e a alta competitividade do setor, diversas estratégias de controle e acompanhamento da produção podem ser implementadas com vistas na melhoria da qualidade dos produtos e redução dos custos de fabricação, tais como o uso de técnicas de mineração de dados e aprendizagem de máquina para identificar ou prever informações importantes para o bom andamento do negócio.

Nesse sentido, Abdullah et al. (2019) propuseram uma Rede Neural Profunda para processar uma base de dados obtida de uma renomada empresa do setor de vestuário de Bangladesh, na qual o presente estudo se baseou com o intuito de comparar os resultados obtidos no referido artigo com outros modelos de aprendizagem de máquina, isto é, AdaBoost, Regressão Linear, Floresta Aleatória e Rede Neural. Os resultados mostraram que o modelo Floresta Aleatória é promissor em termos de eficiência na previsão para o problema proposto, em relação aos demais modelos, chegando a apresentar um Erro Médio Absoluto de 0,074. Ou seja, queda de aproximadamente 14% em comparação ao modelo de Rede Neural Profunda do trabalho segundo Abdullah et al. (2019) o que demonstra que, dependendo do problema, nem sempre métodos mais sofisticados possuem melhor desempenho.

2 MÉTODOS

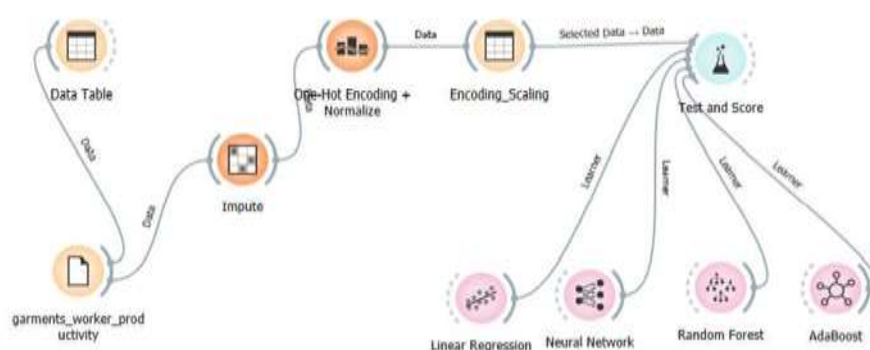
A base de dados estudadas, identificadas como Productivity Prediction of Garment Employees, foi obtida a partir do repositório kaggle e representa dados coletados manualmente e validados por diversos especialistas ligados à indústria de vestuário. O dataset é composto por uma série temporal que engloba diversos dados referentes ao ambiente de trabalho de empregados do ramo de vestuário, desde a data da produção, quantidade de trabalhadores por equipe, mudanças no estilo de peças no dia da produção e se há ou não incentivo financeiro. Como resultado, traz a produtividade real de cada equipe em uma escala de 0 a 1, onde zero indica que o time alcançou 0% da produtividade esperada e 1 indica que o time alcançou 100%.

A base é composta por 1197 amostras com 15 atributos sendo eles. date day quarter department team_no no_of_workers no_of_style_change targeted_productivity smv wip over_time incentive idle_time idle_men actual_productivity

Dada a necessidade de adaptar a base para atender às características dos modelos, foram feitos tratamento nos atributos, como a separação do campo `date` em `day`, `month` e `year` bem como foram atribuídos “*month*” “*year*” “*quarter*” “*department*” e “*team no*” a classificação “categórica”. Em seguida, os valores faltantes da *wip* (*work in progress*) foram preenchidos pelos valores médios da coluna, assim como foi realizada a normalização de todas as demais colunas com valores numéricos para o intervalo entre 0 e 1.

Por fim, considerando que os modelos estudados trabalham apenas com valores numéricos, foi utilizada a técnica *one-hot encoding* para separar os valores das colunas do tipo categórico em novas colunas numéricas com valores iguais a 0 (ausente) e 1 (presente), conforme exemplificado por Bagui *et al.* (2021). O processamento de dados foi realizado utilizando modelos presentes no aplicativo *Orange Data Mining* (versão 3.35), conforme a Figura 1, que é um *software* de código aberto voltado para aprendizado de máquina e visualização de dados. Todos os modelos apresentados neste trabalho foram exaustivamente testados, por meio da alteração dos parâmetros disponíveis no *software*.

Figura 1 - Projeto no Orange Data Mining. Fonte: Elaborada pelos autores.



O modelo de Regressão Linear utiliza parâmetros de regularização para calcular uma função linear que melhor se adapte aos dados informados. Para o modelo em questão foram modificados o Método de Regularização e o Alpha. Já a Rede Neural utiliza uma arquitetura de uma ou mais camadas capazes de aprender a partir de modelos não lineares como se fossem lineares. Segundo Russel (2013), elas utilizam uma função de ativação que pode ter tanto um limiar rígido (*perceptron*) quanto uma função logística (sigmóide). Nesse caso, foram alterados os parâmetros referentes a quantidade de neurônios na camada oculta, função de ativação, algoritmo de treinamento e quantidade de iterações.

Também foi testado o modelo Floresta Aleatória, que implementa um conjunto de árvores de decisão desenvolvidas a partir de uma amostra inicial que tem seus resultados combinados para formar o modelo final. Aqui, foram modificadas a quantidade de árvores, bem como o tamanho da divisão de conjuntos. Por fim, o modelo AdaBoost é um modelo formado por diversos algoritmos de aprendizagem fracos que, quando combinados, formam um modelo adaptativo forte. Nesse modelo, foram alterados o número de árvores de estimativa, a taxa de aprendizado, o algoritmo de classificação e a função de regressão de perda.

Os modelos apresentados foram avaliados através da abordagem de “*Test And Score*” *software Orange Data Mining*, utilizando amostragem aleatória com 20 repetições para treino e teste, sendo 90% dos dados para treino e 10% para teste. Ao final, foram avaliadas quatro métricas: Erro Médio Quadrado (MSE), Raiz do Erro Médio Quadrado (RMSE), Erro Médio Absoluto (MAE) e Coeficiente de determinação (R2).

3 RESULTADOS OBTIDOS

A Tabela 1 mostra os resultados dos modelos e seus melhores parâmetros. Como observado na tabela, tanto o modelo Floresta Aleatória quanto o AdaBoost, obtiveram resultados mais satisfatórios que a Rede Neural Profunda do trabalho, conforme Abdullah et al. (2019), sendo que a Floresta Aleatória ainda alcançou o melhor Coeficiente de determinação (R2) dentre os modelos analisados, o que indica que esse seria o modelo mais apropriado para a análise do problema proposto.

Tabela 1 Modelos avaliados, parâmetros utilizados e os respectivos resultados obtidos.

Modelo	MSE	MAE	R2	Parâmetros
Regressão Linear	0,022	0,107	0,274	Regularização: Lasso; Alpha: 0,0001;
Rede Neural	0,022	0,103	0,274	Neurônios: 30; Função de ativação: ReLu; Alpha: 0,0001; Algoritmo de treinamento: L-BFGS-B; Iterações: 100;
Floresta Aleatória	0,014	0,074	0,524	Número de Árvores: 20; Tamanho mínimo de conjuntos: 5;
AdaBoost	0,015	0,070	0,486	Número de árvores de estimativa: 50; Taxa de aprendizado: 1; Algoritmo de classificação: SAMME.R; Função de regressão de perda: Linear;
Rede Neural Profunda, (ABDULLAH et al., 2019)	0,018	0,086	N/D	Neurônios: 30; Função de ativação: ReLu; Algoritmo de treinamento: Adam; Camadas Ocultas: 2;

Fonte: Elaborada pelos autores.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou uma comparação de modelos lineares e não lineares para prever a produtividade de trabalhadores da indústria de vestuário. Os resultados mostraram que o modelo de Floresta Aleatória foi mais eficiente que os demais, superando inclusive o modelo de Rede Neural Profunda proposto no artigo de Abdullah et al. (2019) usado como referência, o que demonstra que modelos mais simples podem apresentar melhores resultados do que modelos sofisticados, a depender do tipo de problema avaliado. Para trabalhos futuros, sugere-se a aplicação de Redes Neurais de Convolução, bem como a aplicação de outros tipos de tratamentos e pré-processamento na base de dados escolhida.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDULLAH, A. I. et al. Deep Neural Network Approach for Predicting the Productivity of Garment Employees. 6th International Conference on Control, Decision and Information Technologies, France, 2019.

BAGUI, Sikha et al. Machine learning and deep learning for phishing email classification using one-hot encoding. Journal of Computer Science, United States, n. 17 (7), p. 610-623, 2021.

RUSSEL, Stuart. Inteligência Artificial. [São Paulo]: Elsevier Editora Ltda, 2013. p. 999. ISBN 978-85-352-3701-6.

Capítulo 4



10.37423/251210536

ESG NA GESTÃO EMPRESARIAL: CONVERGÊNCIAS ENTRE SUSTENTABILIDADE, QUALIDADE E INOVAÇÃO

Doroteia Soares dos Santos

Fatec Guaratinguetá

Katia Cristina Cota Mantovani

Fatec Guaratinguetá

Fúlvia Carolina Alves Correa

Fatec Guaratinguetá

Vanessa Crsthina Gatto

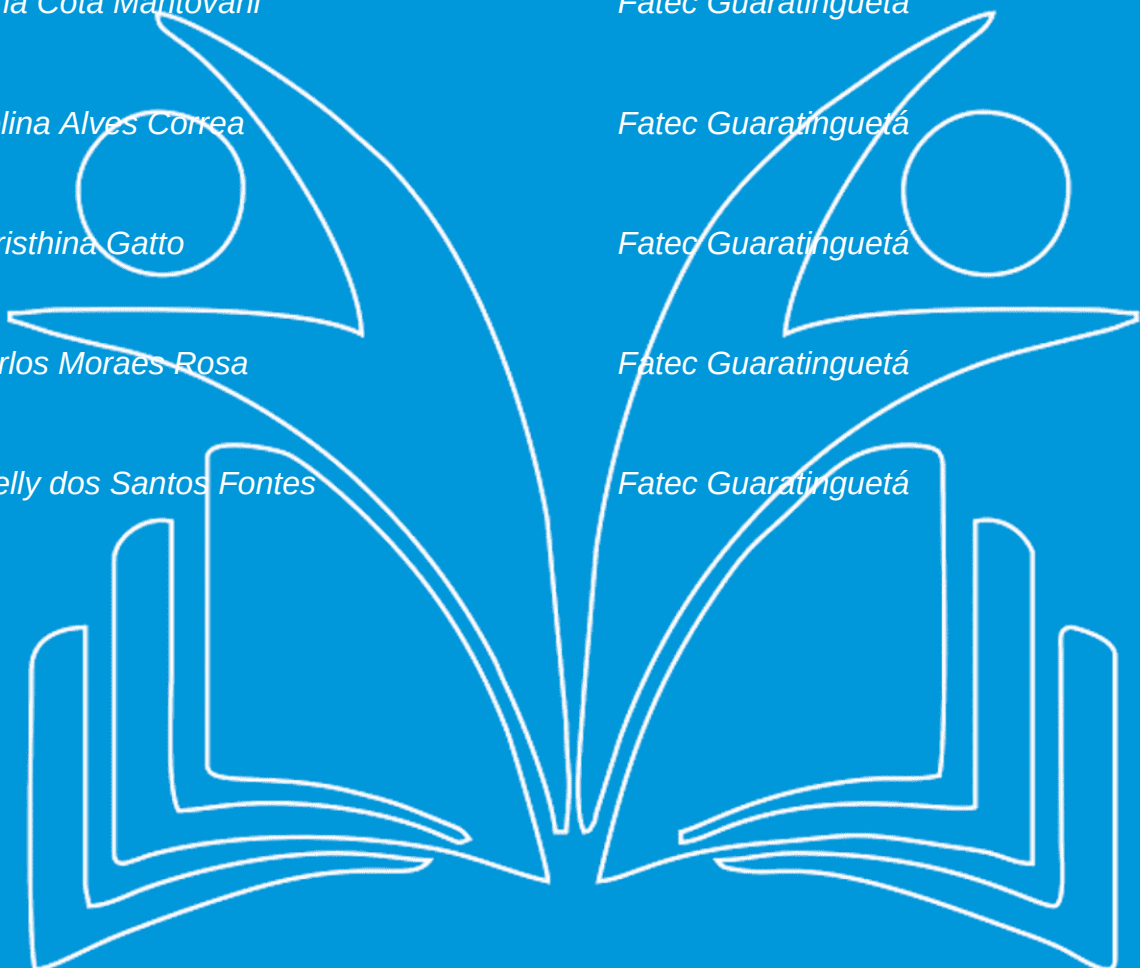
Fatec Guaratinguetá

Adriano Carlos Moraes Rosa

Fatec Guaratinguetá

Sarah Isabelly dos Santos Fontes

Fatec Guaratinguetá



RESUMO

Nos últimos anos, a busca por práticas de Environment Social Governance (ESG) aumentou consideravelmente, trazendo melhorias nos procedimentos de qualidade e inovação. Contudo, percebe-se que produtos e serviços têm perdido funcionalidade e eficiência, resultado de uma integração inadequada dentro das organizações e da rápida evolução tecnológica. A hipótese em análise considera que, ao equilibrar as necessidades dos clientes com os recursos e materiais disponíveis, aliados às novas tecnologias, é possível atender a uma demanda diversificada, desde que gestores e líderes sigam as diretrizes ESG. Como justificativa, sugere-se que algumas lideranças empresariais não estão devidamente capacitadas para executar funções profissionais essenciais à melhoria contínua do desenvolvimento organizacional, comprometendo a entrega de produtos e serviços conforme planejados. Esse cenário pode ser causado por uma euforia em "inovar a qualquer custo", sendo o excesso de inovação a principal causa. Os objetivos da pesquisa incluem estudar o cenário atual da gestão de qualidade e ESG, analisar casos do mercado recente e verificar os impactos das estratégias administrativas adotadas. Além disso, pretende-se avaliar se as empresas estão atendendo à crescente demanda diversificada. A metodologia utilizada engloba pesquisa exploratória bibliográfica, documental, de campo e estudo de caso.

Palavras-chave: ESG; qualidade; empresas; responsabilidade.

1 INTRODUÇÃO

Diante de tantas demandas relacionadas ao meio ambiente, uma sociedade mais justa e uma governança mais equilibrada e a cultura disseminada, no momento, mescla-se com a do consumo e produção desenfreados com lucratividade exorbitante e as inovações em busca de atender essas demandas que ainda se apresentam de modo pouco conhecido e entendido.

A sigla ESG é originária da língua inglesa (Environment, Social, Governance) e na tradução livre, significa Meio Ambiental, Meio Social e Governança Corporativa, e se trata de um conjunto de padrões e boas práticas que visa definir se uma empresa é socialmente consciente, sustentável e corretamente gerenciada. O termo já existe há quase duas décadas, entretanto, em um levantamento recente da ferramenta Google Trends revelou-se que a busca pelo assunto cresceu bastante nos últimos dois anos (Faber, 2022). Já em outro cenário, na gestão de empresas que pretendem diferenciar-se dos concorrentes, é necessário determinar alguns procedimentos de qualidade e de inovação cuja responsabilidade de liderança é vista como algo complexo.

Segundo Oliveira (2020), a mudança de mentalidade dos cidadãos está fazendo as empresas mudarem de dentro para fora, muito mais rapidamente do que ocorria antes ou do que se alcançava. Atualmente, enquanto alguns modos de gestão, ainda são aplicados, outros já vão sendo modificados.

Neste artigo, como problema de pesquisa, os autores defendem que ao longo dos anos, notou-se que os produtos e os serviços estão perdendo sua qualidade. Isso ocorre devido à perda da eficiência das organizações diante de seus desafios provocados pela mudança tecnológica. Observa-se, nas MPEs ou micro e pequenas empresas, as dificuldades do gestor em liderar sua equipe de maneira profissional, o que interfere no modo de trabalho dos colaboradores e na sua execução de serviço ou produção. Na cultura do consumo, espera-se que os produtos estraguem logo para que a população tenha que comprar novamente, já segundo o ESG deve-se pensar nos materiais utilizados nos produtos de forma que se alie qualidade para durarem mais e menor impacto no descarte, cultura essa ainda confusa para a maioria dos gestores e população.

De acordo com Magaldi e Salibi Neto (2018), sem o empenho do profissional gestor, que inclui tarefas como tomar decisões da empresa e incentivar seus colaboradores para que a produção seja mais eficiente, não existe melhoria contínua (base da Qualidade Total) na organização. O que acarreta, além de produtos sem qualidade, também uma gestão confusa e desorientada.

Dessa forma, a hipótese a ser trabalhada parte da premissa de que ao equilibrar a necessidade dos clientes com os recursos e materiais da empresa associados com as novas tecnologias (que o modernismo oferece) é possível atender uma demanda diversificada (do mais simples e tradicional ao mais exigente e personalizado), desde que os gestores e líderes sigam os passos propostos pelo sistema ESG.

Como justificativa, supõem-se que existam autoridades empresariais, nas MPEs, que não estejam aptas para executar algumas das principais funções profissionais na busca da melhoria contínua (e garantia da qualidade) no desenvolvimento organizacional e proporcionar que o produto e/ou serviço esteja "conforme o planejado" considerando as adequações de ESG. Esse cenário pode ser causado pela possível euforia de fazerem "algo diferente" no mercado, sendo a busca pela exagerada inovação (tanto para aumentar vendas ou crescer frente a concorrência, quanto para atender aos chamados da ESG), a provável causa. Em contrapartida, ao modernismo, a organização que não se adaptar aos novos procedimentos e padrões de qualidade e ESG que se referem a esses novos produtos e/ou serviços, pode se enfraquecer. Como consequência, ocorrem efeitos como a obsolescência, materiais frágeis demais e modismos sem preocupações reais com toda a cadeia produtiva.

A metodologia adotada baseia-se (principalmente) em pesquisa exploratória, bibliográfica, documental e de campo, apoiada por estudo de caso e, diante das hipóteses trabalhadas, os objetivos da pesquisa se concentram em estudar e apresentar um cenário atual diante da gestão de qualidade e ESG, estudar casos (de produtos) do mercado atual e analisar os impactos causados pelas estratégias administrativas adotadas nos últimos anos e, certificar-se de que as empresas estão atendendo a atual demanda diversificada.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Quando perguntado por que se implementa ISO 9000 todos respondem que estão procurando atender às exigências dos clientes, entretanto, quase ninguém fala em melhorar a integridade da organização (Crosby, 1992). Este pensamento de Philip Crosby reflete o cenário atual da gestão em que os gestores não se empenham o bastante para a aplicação da TQM (Total Quality Management, ou Gestão de Qualidade Total), uma estratégia que envolve esforços de todos os funcionários, processos e partes interessadas de uma organização para a melhoria contínua (Ferreira, 2005).

Em escala regional, observa-se que os gestores buscam resultados baseando-se na inovação de mercado e na satisfação de seus clientes e fornecedores, esquecendo-se, assim, da eficiência executiva ou, conforme a ISO 9000:2000, da abordagem interativa por parte da direção junto aos seus colaboradores.

Esta seção apresenta uma revisão de conceitos e fatos considerados importantes e focais para o desenvolvimento da pesquisa, como: O Impacto da Revolução da Indústria, as Mudanças no Trabalho, os Processos de Qualidade, Os Princípios da Qualidade Total e do ESG e, os Elementos da Qualidade de Um Produto.

2.1 O Impacto da Revolução da Indústria

Grings (2002) aponta que a Revolução Industrial progrediu o trabalho humano, mas a alta comercialização de bens e serviços gerou o consumismo na sociedade e, conseqüentemente, se popularizou os itens considerados supérfluos e insubistentes.

Segundo Souza (2020), a importância da contribuição japonesa no processo de industrialização brasileira pode ser analisada pela articulação do tripé dos seguintes agentes empresariais: a) as indústrias nipo-brasileiras, atuando em diversos setores da economia nacional e, em alguns casos, no mercado internacional; b) as parcerias produtivas Brasil e Japão, que foram dinamizadas pelas joint ventures entre empresas brasileiras estatais e privadas com as associações de capitais japoneses a partir de 1950, e os investimentos deram-se nos setores siderúrgico e petroquímico; c) as entradas das empresas multinacionais japonesas, que ocorreram com a internacionalização das indústrias nipônicas, em especial nos ramos metalomecânico e eletroeletrônico.

Ainda segundo Souza (2020), na década de 1980 a economia japonesa teve um crescimento econômico equilibrado na produtividade tecnológica, na ampliação dos mercados e no sistema monetário. Ao contrário da economia brasileira, que teve uma instabilidade econômica, um déficit no balanço de pagamentos e uma danificação dos polos industriais. Assim, as crises internas e externas do período provocaram certo atraso tecnológico (sucateamento do parque produtivo), deixando o ramo da indústria nacional menos competitiva no circuito produtivo e financeiro internacional. Nos anos 1990, o Brasil procurou combater a inflação e controlar a dívida externa para a retomada do crescimento econômico. Entraram em cena as políticas neoliberais. Com o Plano Real, as empresas nacionais

tiveram que aumentar a sua capacidade produtiva e tecnológica devido à competitividade das empresas estrangeiras.

De acordo com Martins e Laugeni (2005), com o renascimento da indústria japonesa em 1970, o conceito de qualidade surge de maneira bastante acentuada, o que faz com que os fabricantes de veículos japoneses se tornem extremamente competitivos no mercado, dificultando vendas para os demais fabricantes mundiais. Isso se deu devido ao desenvolvimento de excelentes projetos aliado a um alto e consistente nível de qualidade, preços competitivos e serviços pós-venda, o que proporcionou ao Japão uma considerável vantagem competitiva.

Os autores Magaldi e Salibi Neto (2018) citam que, com a nova era tecnológica iniciada em 1970, as organizações começaram a buscar técnicas que aliassem a customização com escalabilidade (fazer mais com menos). Entretanto, com o hiper foco em resultados financeiros, os líderes organizacionais começaram a adotar estratégias imediatistas, com análises mais superficiais do que mais criteriosas e profundas dos casos em geral.

2.2 *Mudanças no Trabalho*

De acordo com Lobo (2020) o processo administrativo mudou e as organizações passaram a se preocupar com os produtos, serviços, desempenho de todos os seus setores a redução de custos, eliminação de desperdícios, diminuição de prazos, produtividade e cada vez mais com o atendimento de clientes, considerando a satisfação do consumidor a meta.

Para Silva Neto e Silva (2020), o contexto atual das organizações estimula algumas reflexões sobre os desafios da Administração enquanto prática e como ciência. Pode-se resumi-los em quatro pontos principais: pressões ligadas à globalização, pressões relativas ao controle de custos, pressões que se referem às relações de confiança entre os stakeholders e os trade-off's causado pelas demandas sobre o comportamento ético e responsável da organização. Esses quatro desafios estão ligados a alguns paradoxos que as empresas e seus gestores enfrentam, atualmente.

E, segundo Gitahy e Leite (2005), a globalização econômica em curso e o conjunto de transformações no mundo do trabalho tem impactado radicalmente a noção de modernidade. O 'moderno' opunha-se ao 'atraso' e vinha, assim, associado à ideia de que o desenvolvimento econômico nos estaria levando também ao desenvolvimento social, a um mundo melhor, mais igualitário e mais inclusivo.

Entretanto, o conjunto de transformações entendidas “hoje” como parte da modernidade, representa uma ruptura com essa visão. Entende-se que existe a necessidade de mesclar todo o conhecimento adquirido até aqui para que se criem formas de gestão de modo a atender toda a demanda de qualidade de produto, questões ligadas ao meio ambiente e sociedade, para criar também uma governança atual e preocupada com a continuidade do negócio. Magaldi e Salibi Neto (2018) também pontuam que o crescimento de mercado gerado no final do século XX gerou a necessidade de diferenciação dentro das empresas para que suas respectivas vendas continuassem proativas.

2.3 *Processos de Qualidade*

Segundo Oliveira (2020), a ideia de um processo de adaptação ao mercado vem do fato de que, sempre que se atua em uma nova frente, ocorrem demandas de fracassos. Os estudiosos, consultores e as próprias organizações estabelecem programas de ação que vão sendo modificados, enquanto ocorrem acúmulos de experiências, quase sempre traduzidas por falhas de implementação, estabelecidas em planos de pessoas que desconheciam realidades específicas da organização.

Desse ponto de vista, de um lado têm-se de acumular mais conhecimento sobre como agir e, de outro, evitar aborrecimentos causados pelos desperdícios focada na visão do processo na totalidade, como defende o ESG, os quais alimentam a resistência de uma série de gestores e colaboradores céticos. Arriscadamente, o descrédito gerado nesse processo é o pior que pode acontecer para a Qualidade e o ESG da empresa.

Em geral, um sistema de gestão integrado baseia-se em metas a longo e/ou curto prazo, que devem ser alcançadas pela realização de tarefas adaptando a cultura organizacional a um objetivo específico cada vez mais com uma visão geral (todas as etapas) do processo produtivo. Conforme o PBQP (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade), as empresas que desejam utilizar sistemas de gerenciamento devem seguir as normas ISO 9000 e 9001, as quais exigem que a empresa possua um sistema de gerenciamento de qualidade global, presente em todos os seus setores.

2.4 *Princípios da Qualidade Total e do ESG*

Para Voltolini (2021), autor pioneiro em sustentabilidade empresarial nos últimos anos um debate acontece em relação aos avanços do ESG dentro das empresas e, o posicionamento de lideranças frente ao tema e análises durante o período de pandemia promovem mudanças importantes no

cenário empresarial. Nos últimos três anos, o autor escreveu e se posicionou em suas redes sociais, sempre visando tentar explicar a transição da visão da sustentabilidade para o ESG, sentido mais amplo dos conceitos, como aconteceu, porque, que valores levaram a esse cenário. Detalhar os desafios da transição entre temas, que estuda, avalia e traz análises de casos importantes que perfeitamente trazem mudanças como foco.

Entretanto, a bibliografia sobre métodos de identificação, análise e solução de problemas é escassa e, mais escassos são os trabalhos dedicados à comparação de diferentes métodos. Buscando avançar nesse tema, será apresentado princípios básicos da aplicação dos conceitos TQM e ESG nas empresas.

Normalmente, a gestão da qualidade total é concretizada na indústria e nos serviços pela adoção de um conjunto de princípios, cuja implementação orienta e guia as organizações para a melhoria da qualidade. Alguns conjuntos de princípios foram apresentados por teóricos como Deming e Juran (Oliveira, 2020).

Para minimizar os obstáculos inerentes ao processo de implementação desses princípios, é necessário adequá-los à cultura e à filosofia da instituição como propõem Shigunov Neto e Campos (2016):

- Foco no cliente: O primeiro princípio é focar nas pessoas que compram os produtos ou serviços. Se o seu produto atender a uma necessidade e durar o tempo esperado (ou mais), os clientes terão a certeza de que gastaram dinheiro em um produto de qualidade;
- Comprometimento total dos colaboradores: não é possível aumentar a produtividade, os processos ou as vendas sem o comprometimento total de todos os colaboradores. Eles precisam entender a visão e os objetivos que o gestor apresentou, ter o treinamento adequado e possuir os recursos necessários para concluir as tarefas e atingir as metas dentro do prazo;
- Cumprir as etapas do processo: seguir corretamente cada etapa operacional é fundamental na gestão da qualidade. Os processos garantem que os passos adequados sejam tomados no momento certo para garantir consistência e acelerar a produção;
- Sistema integrado: os departamentos e funções da empresa precisam estar interligados por meio de processos em comum, compreendendo as políticas, as normas e os objetivos da empresa. Sistemas integrados ajudam a organização a buscar melhorias contínuas para obter vantagem sobre a concorrência;
- Tomada de decisão: a análise e a coleta de dados resultam em decisões melhores com base em informações disponíveis. Tomar decisões informadas colabora com a compreensão do público-alvo e da atividade comercial;

- **Comunicações:** Todos em sua organização precisam conhecer os planos, estratégias e métodos que serão usados para atingir as metas. Existe um risco acentuado de fracasso se você não tiver um bom plano de comunicação

2.5 Elementos da Qualidade de Um Produto

Conforme a Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2012), a qualidade de um produto deve apresentar oito elementos, como mostrado no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1: Elementos da Qualidade de Produto

Características operacionais principais	Aponta que todo produto deve apresentar bom desempenho relacionado às suas características. Por exemplo, um relógio deve marcar horas corretamente.
Características operacionais adicionais	Complementam o produto, tornando-o mais atrativo ou facilitando sua utilização. Por exemplo, televisor que proporciona acesso à internet.
Confiabilidade	Probabilidade de o produto não apresentar falhas durante um determinado período. Por exemplo, um produto que oferece garantia de 2 anos, durante este período não poderá apresentar falhas, senão perderá sua confiabilidade.
Conformidade	Adequação às normas e especificações definidas na elaboração do projeto. É medida pela quantidade de defeitos que o processo de produção apresenta.
Durabilidade	Relacionada com o tempo de duração do produto até a sua deterioração física. A confiabilidade e a durabilidade estão bem próximas, mas não são sinônimos. Por exemplo, a durabilidade tem relação com a vida útil do produto, sua estimativa de duração. Já a confiabilidade está relacionada a um determinado período que o produto não poderá apresentar defeitos (por exemplo, a garantia oferecida pelo fabricante).
Assistência Técnica	Relacionada a maneira de como o cliente e o produto são tratados no momento de um reparo. Idas regulares a uma assistência técnica, preços altos cobrados pelo conserto, mau atendimento, são fatores negativos que refletem na imagem do produto.
Estética	O produto deverá ser bonito (bem apresentável) e, ao mesmo tempo apresentar qualidade.
Qualidade percebida	Associada ao lançamento de novos produtos que terão associados a eles sua marca. Por exemplo, se uma conhecida marca de eletrodomésticos lançar um celular no mercado, os clientes associarão ao celular sua marca, ou seja, se o eletrodoméstico apresenta qualidade, o celular será confiável porque aquela marca é reconhecida pela qualidade apresentada.

Fonte: Elaborado pelos Autores

Existem diversas outras definições de qualidade e de qualidade de produto, entretanto, observa-se aqui que a qualidade é essencial, uma vez que, atualmente não é possível sobreviver no mercado sem ela. Por outro lado, a pressa causada pelo macro ambiente organizacional pode ser prejudicial em diversas situações, inclusive durante a desatenção a detalhes durante um processo de produção.

Sobre isso, Smith (2009), argumenta que a divisão definitiva e especializada em uma empresa, leva à maior produtividade e eficiência no trabalho, já que cada colaborador se torna mais habilidoso em uma tarefa específica.

Magaldi e Salibi Neto (2018) explicam, em sua obra, a Teoria da Sinergia Empresarial que identifica como a união dos fatores produto e mercado, novos ou existentes, geram um desempenho superior a uma organização. Os autores afirmam que “a única justificativa válida para diversificar ou concentrar negócios é compartilhar competências e recursos entre eles”. Segundo os mesmos autores, uma organização representa a eficácia de seus colaboradores.

3 MÉTODO

Seguindo os objetivos mencionados na introdução, a metodologia de pesquisa adotada na elaboração deste artigo é classificada como exploratória, descritiva, bibliográfica, documental e de campo. A Pesquisa Exploratória, segundo Marconi e Lakatos (2021) objetiva a “exploração” de situações, algo ou alguma coisa e é bastante utilizada quando proporciona maior familiaridade com os problemas de pesquisa e na construção de hipóteses seguras. Trata-se de um método que costuma envolver levantamento bibliográfico (também adotado), entrevistas e análise de exemplos que possam estimular a compreensão do material estudado.

Também justificando a escolha, Gil (2022) apresenta a Pesquisa Descritiva como o método que relata uma realidade e, como a pesquisa deste artigo não tem uso apenas científico, esta pode ser também inserida em pesquisas voltadas ao mercado, dessa forma, dados mercadológicos existentes são cruzados gerando informações estratégicas para embasar tomadas de decisões.

Segundo Estrela (2018), a Pesquisa Bibliográfica é o tipo de método planejado e elaborado diante de referências examinadas, tratadas e publicadas por meios escritos e/ou eletrônicos como livros e artigos científicos e que, desta forma, qualquer trabalho científico pode e deve ser seguramente iniciado com esse método. E, a Pesquisa Documental é um método explicado por Martins, Mello e Turrioni (2014) que objetiva garantir resultados melhores, dando suporte para a Pesquisa Bibliográfica (como exatamente pensado neste artigo). Este se utiliza de dados e informações que ainda não foram tratados científica ou analiticamente, ou seja, fontes primárias, geralmente documentos como Leis, Atas, Cartas, Decretos, Folhetos, Fotografias, Memorandos, Ofícios, Plantas, Relatórios, etc.

Ainda para Gil (2022) pode-se afirmar que a Pesquisa de Campo (neste artigo, utilizada como apoio) objetiva entender as diferenças entre os indivíduos em seus locais de origem. Estuda-se um único grupo ou comunidade em termos de sua estrutura social, ou seja, ressaltando a interação entre seus componentes. Tende a utilizar muito mais técnicas de observação do que de interrogação. Basicamente, é desenvolvida por meio da observação direta das atividades do grupo estudado e de entrevistas com informantes para captar suas explicações e interpretações do que ocorre no grupo, procedimentos geralmente conjugados com muitos outros, tais como a análise de documentos, filmagem e fotografias. O pesquisador apresenta nível maior de participação, torna-se maior a probabilidade de os sujeitos oferecerem respostas mais confiáveis.

Quanto aos meios, a pesquisa também adotou a metodologia de Estudo de Caso, que visa o exame detalhado de objetos, estuda fenômenos contemporâneos da realidade, possui natureza aberta e visa responder às questões “como” e “porque” certos fenômenos ocorrem.

O método apresenta e explica ligações causais nas intervenções na realidade que são muito complexas para serem abordadas pelos levantamentos e, descreve o contexto da realidade no qual a intervenção ocorreu e, também com ele se avalia de forma descritiva a intervenção realizada e, explora situações em que as intervenções avaliadas não possuam resultados claros e específicos (Yin, 2001; Martins; Mello; Turrioni, 2014).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o início da aplicação prática e direcionamento aos resultados da pesquisa comparados aos conceitos apresentados, foram escolhidos 3 (três) produtos de uso cotidiano (copo, caneta, café em pó, chinelo, carteira e cobertor) de empresas diferentes, para que fossem analisadas a produtividade e gestão de cada uma.

A seguir os Quadros (2, 3 e 4) e suas respectivas descrições mostram alguns resultados entre as empresas e a base conceitual.

Quadro 2: Evolução da Produção de Barbantes

Produto: Barbante		
Empresa	Rendas Ipiranga	Têxtil Piratininga
1940 1950	Em 1945 foi fundada a Indústria De Rendas Ipiranga Ltda., na capital do Estado de São Paulo.	
1960	Com os resíduos da produção, a empresa começa a fabricar e vender barbantes	
1980 1990	Com maiores demandas, a empresa modernizou sua produção artesanal para máquinas bordadeiras.	A fábrica têxtil de Piratininga foi inaugurada na década de 70 tendo como produto inicial os barbantes 100% algodão.
2000	A empresa investe em materiais mais resistentes e em modelos mais diversificados em seus fios e rendas	A empresa investe em fios mais sustentáveis e em maior cobertura de logística para atender seu público.
2010		
2020 Atual	A empresa conta com um catálogo digital para atuar em todo o Brasil.	Os barbantes da empresa podem ser encontrados em qualquer papelaria ou armarinho pelo Brasil com um preço acessível.
Conclusão	Enquanto uma empresa usou a sustentabilidade para modificar o estado original do algodão e torná-lo mais macio, a outra empresa manteve o estado do algodão para torná-lo mais resistente.	

Fonte: Elaborado pelos Autores

Atualmente administrada pela sua terceira geração, a Ipiranga Ltda. é uma empresa de pequeno porte onde seu principal produto é a renda 100% algodão. A empresa encontra-se em processo de modernização de cultura, valores e pensamento. Segundo dados de ex- colaboradores, seu ambiente de produção conta com benefícios, como vale-alimentação e remuneração gradual, porém também apresenta dificuldades, como pressão alta por parte dos gestores durante determinados momentos.

Já a empresa Têxtil Piratininga, apresenta uma preocupação com a sustentabilidade e capacitação de seus colaboradores, além da modernização do seu parque industrial.

Quadro 3: Evolução da Produção de Café em Pó

Produto: Café (em pó)		
Empresa	Café da Origem	Café Caseiro – Master Blends
1990	A empresa é fundada em 1992, com as atividades cafeeiras.	Em 1993 a empresa é fundada em Salto de Pirapora-SP com fazenda familiar e fabricação própria.
2000	Apesar do avanço cafeeiro no Brasil, fatores climáticos e o desequilíbrio na Oferta X Demanda deixam o acesso ao café mais caro. Já que é prioridade das empresas é a exportação.	

	Cada vez mais a empresa amplia sua variação de públicos e produtos derivados do café com diferentes intensidades e aromas.	Com pouca variabilidade no mercado e qualidade reduzida no seu principal produto, a empresa acaba atingindo o público mais vulnerável.
2020 - Atual		
Conclusão	Apesar de apresentar sabores e aromas idênticos ao café natural, os produtos derivados do grão deixaram sua originalidade do campo, deixando de ser orgânico para ser mais industrial. Com isso, sua acessibilidade ao público mais vulnerável pode tornar-se mais dispendioso.	

Fonte: Elaborado pelos Autores

A fabricação do pó de café compõe, basicamente, do processo de moagem do grão de maneira resfriada e a torra a altas temperaturas, esse contraste de temperaturas ajuda a extrair o máximo de sabor e de aroma dos grãos do café. Na Pequena Empresa Café da Origem, existe um gerente especializado que orienta todas as etapas do preparo do pó de café, conforme a empresa. O que indica que a TQM é utilizada no processo de produção. Ainda segundo a empresa, a gestão e os líderes de setor da empresa contam com uma rigorosa Política de Qualidade e Segurança de Alimentos e com uma logística terceirizada para a entrega de seus produtos. Relatos de ex-colaboradores apontam boas perspectivas em terem trabalhado na empresa, apesar de acontecerem casos de “falta de reconhecimento” por parte da gestão.

Quadro 4: Situação ou Case Regional (Vale do Paraíba)

Produto: Cobertor	
Empresa: Cia. de Fiação e Tecidos de Guaratinguetá - CFT	
1910	Fundação em Guaratinguetá pela família Rodrigues Alves, com rebanhos próprios na cidade e fiação manual
1940-50	Com a expansão de comercialização de cobertores e aumento de lucros, aumentou-se também a ampliação de importação de matéria-prima, vindos da Argentina, Bolívia e Alemanha.
1970	Com instabilidades econômicas na empresa e a expansão industrial na região do Vale do Paraíba, os gestores da época decidiram investir em novos maquinários, em parceria com a Matarazzo, e ampliar sua linha de produtos. No final dos anos 70, um incêndio abala a fábrica, mas, misteriosamente, não atinge os teares da produção.
1980	Após recuperação do incêndio, os líderes da época decidem adquirir uma fazenda em Lavrinhas, na Serra da Mantiqueira, visando ampliar a criação de ovinos para a extração de lã.
2000	Com a adaptação da empresa causada pelo segundo incêndio, os anos 2000 foram marcados com exposições em feiras para divulgação e expansão de mercado.
2010	Em 2011 ocorre o terceiro incêndio na fábrica e, após anos de uma nova reestruturação pós-traumática da empresa, em 2017, a organização reabre sua loja local e novos empregos para a cidade
2020 - Atual	

Conclusão

A empresa prevê mudanças e melhorias diante da ESG

Fonte: Elaborado pelos Autores

Uma empresa não é feita de paredes e maquinários, é feita pelos funcionários (Bonora, 2022). E, de acordo com Ricci (2013), a CFT Guaratinguetá foi a única empresa organizada antes da Primeira Guerra Mundial e que continuava em operação em 1930 contando com predominância de capital de origem agrícola. Porém, algumas observações devem ser feitas. A Companhia não obteve êxito em sua instalação antes da Primeira Guerra, sendo reorganizada logo após, alterando a composição acionária, passando assim a ser majoritário o capital vindo de investidores da cidade de São Paulo.

Os resultados obtidos ao longo da pesquisa sobre a implementação da gestão ESG nas empresas revelaram importantes tendências e desafios. A hipótese inicial de que as práticas ESG podem conciliar as demandas de inovação, qualidade e sustentabilidade foi confirmada, mas também se constatou que a falta de integração organizacional e o impacto de mudanças tecnológicas rápidas podem prejudicar a efetividade dessas iniciativas (Faber, 2022).

No cenário de implementação do ESG, segundo os resultados da pesquisa, muitas empresas ainda encontram dificuldades para adaptar suas operações aos padrões ESG de forma eficaz. Isso ocorre principalmente nas micro e pequenas empresas (MPEs), onde os gestores, muitas vezes, não possuem o conhecimento ou os recursos necessários para implementar as mudanças adequadamente (Grings, 2002). Em muitos casos, a busca exagerada por inovação leva a resultados inconsistentes, com produtos que não atendem às expectativas de qualidade ou não se alinham às demandas ambientais e sociais.

A pesquisa destacou que, embora as práticas de sustentabilidade e governança tenham crescido em importância, a implementação do ESG em seu potencial máximo requer um planejamento cuidadoso e um equilíbrio entre as necessidades do mercado e os recursos disponíveis (Voltolini, 2021). Este desafio é maior em setores que dependem de processos tradicionais, onde a adaptação às novas tecnologias e práticas de sustentabilidade pode parecer um risco financeiro elevado.

Explicando a atuação da qualidade e ESG, nos conflitos e integração necessários, outro aspecto relevante identificado foi o conflito entre as práticas de gestão de qualidade e os princípios ESG. Em algumas empresas (como mostrado), o foco exclusivo na inovação ou no atendimento à demanda de clientes resultou em uma perda da integridade do produto, ou serviço.

Como Crosby (1992 e 1986) afirmou em sua teoria da gestão de qualidade total (TQM), as empresas muitas vezes priorizam atender aos clientes em detrimento da melhoria contínua interna. No contexto do ESG, isso se manifesta quando as empresas adotam práticas sustentáveis apenas para melhorar sua imagem externa, sem integrar essas práticas à cultura organizacional.

Por outro lado, empresas que conseguem integrar plenamente as estratégias ESG aos seus processos de qualidade obtêm uma vantagem competitiva significativa. O estudo de casos de empresas que implementaram processos ESG mostrou que essas organizações não apenas conseguem oferecer produtos com maior durabilidade e menor impacto ambiental, mas também melhoram a satisfação do cliente a longo prazo. Isso sugere que a gestão ESG, quando combinada com práticas de qualidade bem estabelecidas, pode atender a uma ampla gama de necessidades do mercado, contribuindo para a sustentabilidade e a longevidade das operações (Silva Neto, 2020).

Em relação ao Impacto Econômico e Sustentável, a pesquisa de campo revelou que a adoção das práticas ESG, apesar de apresentar desafios iniciais de adaptação e custo, pode resultar em benefícios econômicos consideráveis. Empresas que investiram em sistemas de gestão sustentável registraram reduções significativas em custos operacionais, como menor desperdício de materiais e energia, além de maior eficiência no uso de recursos. Isso é particularmente evidente em empresas que adotaram o ESG desde as fases iniciais de planejamento estratégico.

Além disso, o impacto social e ambiental positivo dessas empresas se refletiu em uma melhor reputação de marca e maior fidelização de clientes. A pesquisa demonstrou que consumidores estão cada vez mais atentos à origem e ao impacto de seus produtos, favorecendo empresas que adotam práticas responsáveis e transparentes (como afirma Faber, 2022). No entanto, os desafios para a implementação do ESG continuam presentes, especialmente em mercados mais competitivos e em setores com margens de lucro reduzidas. A falta de clareza sobre como balancear inovação com responsabilidade social e ambiental ainda causa confusão entre gestores.

Em algumas empresas, a implementação do ESG é vista apenas como uma obrigação regulatória ou uma tendência de mercado, o que impede uma adoção mais robusta e significativa dos princípios de governança sustentável. Outro desafio identificado foi a falta de recursos para financiar a transição para práticas sustentáveis, especialmente em MPEs. O alto custo de tecnologias sustentáveis e a necessidade de treinar equipes para lidar com novos procedimentos foram barreiras significativas mencionadas pelos gestores entrevistados (Voltolini, 2021).

Os resultados obtidos ao longo da pesquisa confirmam que, embora a implementação do ESG possa ser desafiadora, seus benefícios são evidentes tanto para as empresas quanto para a sociedade em geral. A adoção de práticas de qualidade alinhadas aos princípios ESG oferece uma forma de melhorar a eficiência operacional, reduzir custos e aumentar a competitividade, ao mesmo tempo que responde à crescente demanda por sustentabilidade. O sucesso na aplicação do ESG, no entanto, depende de um compromisso genuíno com a melhoria contínua e a integração de seus princípios em todos os níveis organizacionais. Empresas que conseguem alinhar suas estratégias de gestão com as demandas ambientais, sociais e de governança estão mais bem preparadas para enfrentar os desafios do futuro.

4.1 *Modelo Teórico/Prático para MPEs*

Considerando a complexidade do tema, os autores sugerem um Modelo Teórico-Prático que auxilie as MPEs na implementação de práticas de melhoria contínua e ESG. A implementação de um Modelo Teórico-Prático seria importante para os micro e pequenos negócios que buscam adotar práticas de melhoria contínua e princípios de ESG no futuro. Esse modelo foi planejado para oferecer uma estrutura básica que não apenas orienta a identificação de áreas que precisam de ajustes, mas também facilita a execução prática de ações que promovam um crescimento sustentável e responsável.

No contexto competitivo atual, MPEs enfrentam o desafio de inovar constantemente, otimizando processos, reduzindo custos e aumentando a qualidade. Um modelo teórico- prático de melhoria contínua propicia a essas empresas uma base sólida para implementar metodologias, como o PDCA (Plan, Do, Check, Act), permitindo ajustes graduais que levam ao aperfeiçoamento constante. Esse processo de pequenas melhorias incrementais torna-se uma vantagem estratégica, especialmente em um cenário econômico volátil, onde a adaptação é importante para a sobrevivência (Voltolini, 2021).

Além disso, integrar ESG como parte dessa jornada representa um diferencial competitivo para as MPEs. A adoção de práticas sustentáveis, éticas e socialmente responsáveis responde às demandas crescentes de consumidores e investidores por transparência e responsabilidade ambiental (Faber, 2022). Dessa forma, elaborou-se um modelo que proporcionasse teoria e prática pode facilitar a transição para uma cultura organizacional que valorize o impacto ambiental positivo, o desenvolvimento social e uma governança sólida, promovendo um futuro mais sustentável para as empresas e suas comunidades.

Assim, ao aplicar um modelo teórico-prático, as MPEs podem transformar desafios em oportunidades, alinhando-se a padrões globais de ESG e garantindo uma operação mais eficiente e responsável, o que contribui para a perenidade e o crescimento de longo prazo. A melhoria contínua, quando estruturada e aplicada com foco em ESG, torna-se um motor de inovação e de competitividade sustentável.

A Figura 1, a seguir mostra este modelo proposto e seu detalhamento (vertentes ou ênfases para os setores Social, Ambiental e Governança):

Figura 1: Modelo Teórico-prático de ESG para MPEs



Fonte: Elaborado Pelos Autores

Nesta proposta, é também apresentada uma escala Likert de 7 (sete) pontos para que o gestor ou responsável pela MPE verifique “se”, “como” e “quanto” a vertente ou ênfase está aferida (Figura 2).

Figura 2: Escala de Likert - Modelo Teórico-prático de ESG para MPEs



Fonte: Elaborado Pelos Autores

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Recapitulando, a busca pela melhoria contínua na organização é uma premissa organizacional para reduzir custos, elevar o nível de qualidade e buscar satisfazer às expectativas dos clientes. Mas as tecnologias precisam de um uso adequado, que favoreça a gestão da organização, proporcionando maior produtividade, agilidade nos processos e efetividade na solução dos problemas rotineiros.

Hoje, as máquinas, contêm a propriedade incrível de reduzir gastos e tornar-se mais produtivo o trabalho humano, entretanto, podem provocar a dependência e o esgotamento do trabalhador.

Um caminho para o rompimento com esta realidade encontra-se na democratização de conhecimentos diversos e no comprometimento do colaborador para otimizar os processos produtivos e a utilização de bens de forma eficaz.

Entretanto, os caminhos para a democratização têm sido dificultados por processos de mudanças organizacionais não consistentes ou superficiais, que não têm introduzido os valores humanos e conhecimentos técnicos necessários para um bom empenho.

Apesar desse sucesso operacional em empresas de grande e médio porte, em alguns casos de MPE's constatou-se que um dos impactos causados pela visão de qualidade TQM e ESG é a linha vertical de administração (o que afeta diretamente o colaborador), em que os gestores continuam muito confusos e incrédulos da eficácia das ferramentas e não sabem exatamente como as implantar, confundindo também seus colaboradores e acarretando produtos sem a qualidade necessária para se firmarem no mercado.

Conclui-se também que a aplicação de um Modelo Teórico-Prático (como o proposto neste artigo) é necessária para que as MPEs que desejam implementar práticas de melhoria contínua se alinhem aos princípios de ESG. Esse modelo poderia oferecer uma base sólida para a realização de ajustes graduais e eficazes, promovendo inovação e adaptação constantes. No cenário atual, essa abordagem não só otimiza processos e melhora a eficiência operacional, como também facilita a integração de práticas sustentáveis e socialmente responsáveis, cada vez mais valorizadas por consumidores e investidores.

Com essa metodologia, as MPEs podem transformar desafios em oportunidades, desenvolvendo uma cultura organizacional comprometida com a responsabilidade ambiental, o desenvolvimento social e uma governança ética. A melhoria contínua (qualidade), aliada ao foco em ESG, se torna um diferencial

competitivo, capaz de garantir a sustentabilidade, a perenidade e o crescimento de longo prazo para as empresas.

REFERÊNCIAS

CNI. Confederação Nacional da Indústria. Normalização, Metrologia, Avaliação da Conformidade – Ferramentas de Competitividade. Disponível em:

<http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_24/2012/09/05/269/20121127191456273460o.pdf>. Acesso em 16 de abril de 2024.

CRISFAEL. Marca Hermes: Uma História de Tradição e Inovação. Disponível em:

<<https://www.crisfael.com.br/historia-das-marcas/marca-hermes-uma-historia-de-tradicao-e-inovacao>>. Acesso em 07 de maio de 2024.

CROSBY, Philip B. Qualidade é Investimento. 2ª ed. Rio de Janeiro (RJ): Editora José Olympio, 1986.

CROSBY, Philip B. Qualidade sem lágrimas. São Paulo (SP): José Olympio, 1992.

ESTRELA, Carlos. Metodologia Científica: ciência, ensino, pesquisa. 3ª. Ed. Porto Alegre (RS), 2018.

FABER, Renata. Empresa de Impacto ESG: a estratégia que virou obrigatória entre os grandes CEOs. 2022. São Paulo (SP): Exame Academy, Disponível em:

<<https://lps.exame.com/bql-ebook-esg-empresas-202209>>. Acesso em: 30/04/2024.

FERREIRA, J. J. A. Gestão da Qualidade: Teoria e Casos. CARVALHO e PALADINI (Coordenadores). Rio de Janeiro: Elsevier, 2005

GIL, Antonio. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 7ª Ed. São Paulo (SP): Atlas. 2022.

GITAHY, Leda; LEITE, Márcia de Paula. Novas Tramas Produtivas: Uma discussão teórico-metodológica. São Paulo: Ed. Senac, 2005.

GRINGS, Dadeus. Sociedade do Futuro: Entre o limite e a esperança. Aparecida: Ed. Santuário, 2002.

GUARATINGUETA.IND. Cia. De Fiação e Tecidos de Guaratinguetá. Nossa História. 2024. Disponível em: <<https://guaratingueta.ind.br/>>. Acesso em 30 de abril de 2024.

LIRA, Adriano. Empresa de carteira tem cachorro como CEO. Revista Pequenas Empresas,Grandes Negócios. Disponível em:

<<https://revistapegn.globo.com/Empreendedorismo/noticia/2019/09/empresa-de-carteiras-tem-cachorro-como-ceo-salario-igual-para-todos-e-iniciativas-de-impacto-social.html>>. Acesso em 07 de maio de 2024.

LOBO, Renato N. Gestão da Qualidade. 2ª Ed. São Paulo (SP): Editora Érica, 2020.

MAGALDI, Sandro; SALIBI NETO, José. Gestão do Amanhã: Tudo o que você precisa para saber sobre gestão, inovação e liderança para vencer na 4ª Revolução Industrial. São Paulo (SP): Editora Gente, 2018.

MARCONI, Mariana; LAKATOS, Eva. Fundamentos de Metodologia Científica. 9ª. Ed. São Paulo (SP): Atlas, 2021.

MARTINS, Roberto; MELLO, Carlos; TURRIONI, João. Guia para Elaboração de Monografia e TCC em Engenharia de Produção. São Paulo (SP): Atlas, 2014.

NAGAY, Júlio H. C. Café no Brasil: Dois séculos de história. Campinas (SP): Unicamp, 1997.

OLIVEIRA, Otávio J. Gestão de Qualidade: Tópicos avançados. São Paulo (SP): Editora Cengage Learning, 2020.

PALADINI, Edson Pacheco. Gestão da Qualidade: teoria e prática. 2ª Ed. São Paulo (SP): Atlas, 2009.

PIRATININGA, Têxtil. Sobre a empresa. 2024.

Disponível em <<https://textilpiratininga.com.br/empresa/>>. Acesso em 13/05/2024

RICCI, Fábio. Origens Sociais Dos Industriais Têxteis Do Vale Do Paraíba Paulista. 2013. Tese Acadêmica. Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional. Universidade de Taubaté. Unitau (SP), 2013.

SHIGUNOV NETO, Alexandre; CAMPOS, Letícia Mirella Fischer. Introdução à Gestão de Qualidade e Produtividade. São Paulo: Intersaberes, 2016.

SILVA NETO, Arnaldo; SILVA, Danilo Piccolo. Os Sete Elementos Essenciais da Gestão. São Paulo: Ed. Blucher, 2020.

SMITH, Adam. A Riqueza das Nações: Uma Investigação sobre a Natureza e as Causas da Riqueza das Nações. São Paulo (SP): Madras, 2009.

SOUZA, Adriano Amaro de. A Industrialização Brasileira Sob o Viés das “Indústrias Nipônicas”. In.: X Encontro de Pós-Graduação em História Econômica & XIII Conferência Internacional de História Econômica. Osasco (SP), 2020. Disponível em:

<https://www.abphe.org.br/uploads/X_Enc_Pos_Osasco_2020/Adriano%20Amaro.pdf>. Acesso em: 30/04/2024.

VOLTOLINI, Ricardo. Vamos Falar de ESG? Provocações de um pioneiro em sustentabilidade empresarial. Osasco (SP): Editora Voo, 2021.

YIN, Robert. Estudo de Caso: planejamento e métodos. 2ª.Ed. Porto Alegre (RS): Bookman, 2001.

Capítulo 5



10.37423/251210558

SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO DE EXCEÇÕES BASEADO EM PREDICADO INSERIDO EM RFID: ESTUDO DE CASO APLICADO PARA O MUNDO DE BLOCOS

Guilherme Vitor dos Santos Rodrigues

Universidade Federal de Uberlândia

José Jean Paul Zanlucchi de Souza Tavares

Universidade Federal de Uberlândia



RESUMO

Com a nova revolução industrial alicerçada na integração de dispositivos de campo, base de dados e uso de novas tecnologias é indispensável obter modelos de representação do conhecimento mais eficientes, descentralizados e flexíveis crescente de uso de técnicas de Inteligência Artificial em serviços online ainda não se expandiu ao chão de fábrica. Este trabalho recorre a um modelo de sistema baseado em lógica de predicados e por meio da captura dos dados parcialmente observados distribuídos em componentes de Identificação por Rádio Frequência (RFID) realiza o planejamento e o controle do sistema. Essa proposta é denominada PRD (Predicado Inserido em Base de Dados RFID) e viabiliza o replanejamento automático das ações estão logo seja identificado alguma exceção, ao. Esse artigo apresenta a análise de exceção da PRD num estudo de caso aplicado para o Mundo de Blocos. Há dois tipos de exceções, a saber, a estática, que surge durante a captura prévia dos dados; e a dinâmica, gerada durante a execução das ações. Exemplos reais são apresentados onde um robô cartesiano controlado por Arduino é comandado por um aplicativo em python que integra as informações junto a um planejador automáticos local ou em nuvem.

Palavras-chaves: Análise de Exceção da PRD, Controle, Controle de Eventos Discretos Adaptativo, Planejamento Automático, Sistemas Ciber-físicos.

1 INTRODUÇÃO

A aquisição automática de informações sobre produtos e serviços aliada à integração entre dispositivos e o uso de aplicações de tomada de decisão automática favorecem soluções sem intervenção humana. Além disso, esses sistemas enfrentam problemas quando ocorre instabilidade de comunicação. Essas soluções devem funcionar em qualquer situação de rede e atender aos requisitos dos processos industriais. Ademais, configurando sistemas que possam ter uma interação com o usuário mais eficiente, e conectando este formato com as ações dos sistemas automáticos, se espera que a eficiência dos serviços é melhor assegurada.

1.1 Contexto e tecnologias

Com o aumento do poder computacional, aplicações de inteligência artificial, como Aprendizado de Máquina (ML do inglês Machine Learning), permitem que o mundo ou o ambiente de trabalho do agente seja percebido automaticamente, e se melhora as ações baseado nas circunstâncias encontradas pelo histórico de utilização [Hit94].

O hardware mais comumente usado em robôs são os Controladores Lógicos Programáveis (PLC), que baseiam sua lógica em máquinas de estado. Essa solução é amplamente utilizada na indústria e demonstrou ser eficaz em situações com intermitência de rede ou na impossibilidade de atuação de agentes humanos.

De acordo com [Lat91], atualmente existem dois principais métodos para programar robôs. No modo online (chamado de modo de aprendizado), o programador configura manualmente o final do manipulador em certos pontos (posições) e salva suas coordenadas. No método offline, o programa deve ser inserido usando um computador e, em seguida, carregado no controlador do robô. Em ambos os métodos, é necessário especificar muitos detalhes sobre as formas dos caminhos de movimento e as posições que o robô deve alcançar.

O uso de IoT e computação em nuvem com planejamento online ainda é debatido. Como também a criação de uma abstração compreensiva para o usuário e a dificuldade de ação deliberativa [Hof17] em aplicações online, o que é computacionalmente desafiador. O uso de um programa que integra sistemas de baixo e alto nível, combinando o processo de planejamento com a execução de atuadores é necessário para a ação offline.

Muitas tecnologias específicas já foram utilizadas para resolver problemas semelhantes, como o uso de processos de tomada de decisão probabilísticos [Hof17], redes neurais profundas para processamento de imagens [Gué +18], redes de Petri [TS19], entre outros.

Destaca-se em [TS19] que as redes de Petri integradas inseridas em base de dados RFID (PNRD) integradas com a PNRD invertida (ou iPNRD) são capazes resolver problemas de planejamento para robôs utilizando um espaço de Petri como Espaço de Estado Físico, do inglês Physical State Space (PSS). A integração PNRD/iPNRD produz uma arquitetura de controle de eventos discretos adaptativo, onde os dados são distribuídos tanto em agentes passivos por tags RFID quanto em agentes ativos embutidos com leitores RFID. Combinando esses componentes juntamente com o PSS, um algoritmo de busca é implementado para encontrar a sequência de ações para assim alcançar o objetivo final requerido. É importante notar que esta solução detecta automaticamente exceções ao processo e, se necessário, trata-as.

No entanto, essa abordagem é limitada a problemas pequenos e não consegue resolver problemas mais complexos. Por exemplo, a integração do PNRD/iPNRD é eficaz para resolver um problema de mundo de blocos com 3 blocos, mas não aborda 4 ou mais blocos, pois o modelo do sistema iPNRD cresce exponencialmente.

Uma resolução deste problema foi apresentada por [STS20] como Predicado inserido em base de Dados RFID ou PRD, técnica esta que tem por proposta a leitura e gravação de informações em elementos individuais utilizando a Identificação em Radiofrequência(RFID). A saída gravada nestes elementos, produz o estado presente no ambiente de trabalho.

Avaliando a configuração do PRD [STS20], é possível encontrar exceções que ocorrem ao obter dados e informações, chamadas exceções estáticas, assim como exceções que podem ocorrer durante a execução do planejamento, chamadas exceções dinâmicas. Muitas dessas exceções podem ser tratadas automaticamente assim, portanto, não requerendo ação humana direta. Logo, a necessidade da identificação de exceções devido ao desenvolvimento do PRD ainda é um projeto a ser desenvolvido. As exceções do PRD não são identificadas automaticamente, como na PNRD/iPNRD [TS19].

PDDL é a linguagem usada em planejamento automáticos e define tanto o domínio quanto o estado inicial e o objetivo requerido [Gha+98].

Este artigo demonstra a aplicação da abordagem que utiliza o PRD [STS20] em um robô cartesiano, mostrando como esta solução identifica exceções. Esta implementação do sistema depende de predicados inseridos em tags RFID anexadas a cada objeto passivo, e gera automaticamente o problema (com estados inicial e objetivo) em PDDL como entrada para um planejador automático. O plano gerado é traduzido em ações do robô e executa cada uma até atingir o objetivo ou encontrar uma exceção.

Este artigo apresenta o Planejamento Clássico e a abordagem do PRD na seção 2. Os módulos funcionais do PRD são então descritos na seção 3, seguidos da implementação do sistema aplicado ao domínio do mundo de blocos e a análise de exceções (seção 4). A seção 5 apresenta as conclusões deste trabalho seguidas das referências.

2 ABORDAGEM PROPOSTA

2.1 Planejamento Clássico

O modelo que especifica o planejamento automático clássico recebe como entrada o estado atual e o objetivo e descrição do domínio. O planejador é acionado, gera um plano que logo é passado para o controlador, que altera os estados devido a ações definidas nele. O planejador pode replanejar as ações do controlador com base no status de execução. Neste modelo, o planejador é responsável pela tomada de decisões, geralmente com critérios de otimização; o controlador deve ter uma interface para detecção e ação, que pode incluir interfaces de driver de atuador.

Para estruturar a abordagem PRD, as etiquetas ou tags RFID são anexadas em agentes passivos, enquanto os agentes ativos (como braços robóticos) estão acoplados a leitores RFID que também executam a atividade de escrita nas tags. O domínio físico adiciona restrições e complexidade que não estão presentes em domínios computacionais puros, e que devem ser consideradas para a estrutura da arquitetura e dos modelos PRD.

Mesmo que o braços robótico opere em um sistema parcialmente observado, com cada objeto etiquetado lido em momentos distintos, ainda assim exceções podem ser observadas quando o sistema interage diretamente com um objeto e confronta sua posição física durante a observação com o estado computacional vigente e os dados pré-armazenados nas tags.

2.2 Definição de PRD

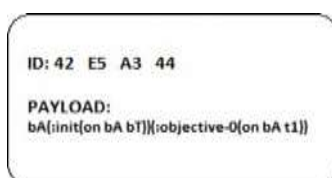
Baseado em [STS20], o PRD coleta tanto o estado atual quanto o objetivo por meio da leitura das informações descritas em predicados inseridos em bancos de dados em tags RFID dos objetos envolvidos. As informações inseridas nas tags RFID são marcadas, com a notação:marcação. Neste artigo, a implementação usada emprega as seguintes marcações:

- **:init** : Predicados de posicionamento inicial;
- **:objective-0** : Predicados de posicionamento requerido ou objetivo.

A Figura 1 mostra um exemplo da representação do PRD dos estados inicial e objetivo. Ambos os estados apresentam predicados que, a medida que o ambiente se modifica, alteram o estado deste elemento atualizando-o para o posicionamento atual. O predicado `:init(on bA bT)` indica que o bloco bA está inicialmente em cima do bloco bT. O predicado `:objective-0(on bA t1)` informa que o bloco bA deve estar em cima da mesa t1.

Dependendo do número de objetos presentes no espaço de escaneamento, o sistema identifica a configuração de espaço de trabalho correta. A estrutura do modelo PRD pode ser dividida em três módulos operacionais: detecção RFID, Planejamento Automático e Execução.

Figura 1. Etiqueta RFID com dados de predicado.



3 MÓDULOS OPERACIONAIS DO PRD

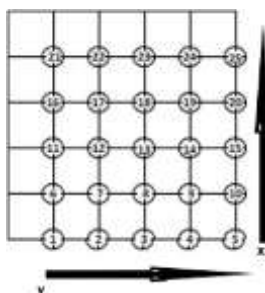
3.1 Módulo de Detecção RFID

A Detecção RFID é realizada coletando informações das tags RFID. A identificação do objeto ou tagID, estado inicial e final estão contidos no payload (o banco de memória das informações escritas na etiqueta).

No braço robótico se define o espaço de trabalho do PRD como uma grade cartesiana $n \times n$, restringindo a movimentação robótica. O sistema de detecção no robô também identifica a posição real que o robô apresenta. A Figura 2 demonstra graficamente a disposição das posições utilizando um exemplo com grade 5×5 . Cada posição de x e y é definida por meio da variação da posição física, identificando posições de 1 a 25. Depois das definições de espaço, e da detecção RFID pelo robô segue-se uma varredura, percorrendo a extensão de movimento possível.

No módulo de Detecção RFID do robô (Figura 3) as etiquetas com informações são lidas, sendo possível obter exceções estáticas da situação atual em relação ao PSS, bem como dos objetivos escritos nas etiquetas conforme a possibilidade de realização. Dependendo da exceção encontrada, as etiquetas podem ser reescritas. Após o processamento destas exceções, caso sejam passíveis de tratamento, os dados obtidos são convertidos em PDDL [PDD] para o planejador automático gerar as ações a serem executadas.

Figura 2. Estrutura PSS para Posições de Movimento Físico do Braço Robótico.



As possíveis exceções estáticas são as seguintes:

- Posição atual do(s) bloco(s) distinta do percebido pelo PSS;
- Conflito entre objetivos finais dos blocos;
- Bloco(s) com objetivos finais inexecutáveis;
- Posição atual do(s) bloco(s) vazia; e
- Objetivo do(s) bloco(s) vazio.

Figura 3. Modelo do módulo de Detecção [STS20]



3.2 Módulo de Planejamento Automático

A Figura 4 ilustra os dados de estado organizados em dois planejadores, um no nível dos estados e outro na movimentação física. A entrada para o planejador deve estar aderente à estrutura PDDL [Gha+98], que inclui o domínio, objetivo e situação atual. Um domínio do sistema deve conter a definição de ações com precondições e consequências. A Figura 5 ilustra um domínio de um sistema com blocos e um robô (gar), tendo os seguintes predicados a saber, inhand, emptyhand, on, clear e table; e duas ações, pickBlock garantindo que um bloco seja agarrado, e stack liberando o bloco em uma posição específica.

Como destacado anteriormente, o posicionamento físico é representado pela estrutura PSS e deve estar alinhado com a situação atual descrita para cada objeto. O PSS encapsula posições e seus relacionamentos, discretizando o movimento do robô em transições simples. Uma busca dentro do PSS gera a trajetória a ser seguida pelo robô.

A Figura 6 mostra um exemplo de problema definindo os objetos, o snapshot (Captura de Informações do estado

Figura 4. Modelo de Planejamento [STS20]

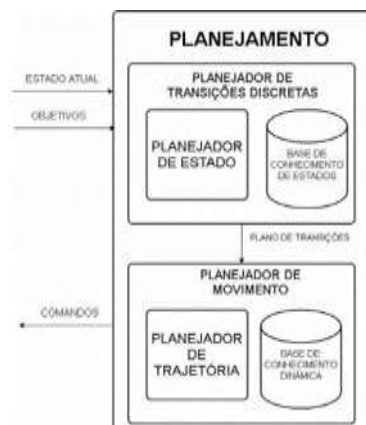


Figura 5. Exemplo de Domínio para Mundo de Blocos

```
(define (domain blocks-domain)

  (requirements :strips :typing :disjunctive-preconditions :equality :negative-preconditions)

  (types
    block - object
    gar - object
  )

  (predicates
    (inhand ?block - block)
    (emptyhand)
    (on ?block ?on_block - block)
    (clear ?block - block)
    (table ?block - block)
  )

  (action pickBlock
    :parameters
    (
      ?b - block
      ?t - block
    )
    :precondition
    (and
      (not (inhand ?b))
      (not (inhand ?t))
      (not (table ?b))
      (on ?b ?t)
      (emptyhand)
    )

    (clear ?b)
    (not(= ?b ?t))
  )
  :effect
  (and
    (inhand ?b)
    (not(emptyhand))
    (clear ?t)
    (not(on ?b ?t))
  )
)

(action stack
  :parameters
  (
    ?b - block
    ?t - block
  )
  :precondition
  (and
    (inhand ?b)
    (not(emptyhand))
    (or
      (and
        (table ?t)
        (clear ?t)
      )
      (clear ?t)
    )
  )

  (not(= ?b ?t))
  :effect
  (and
    (on ?b ?t)
    (not(clear ?t))
    (clear ?b)
    (not(inhand ?b))
    (emptyhand)
  )
)
```

pós-varredura) inicial é o agrupamento do estado atual de todos os objetos e seus predicados. Dez objetos do tipo block podem ser identificados, a saber, a, b, c, d, e, t1, t2, t3, t4, t5. Com o exemplo possuindo 5 block's, fica definido que as posições de empilhamento de cada um são descritos em colunas(mesas), variando estas de t1 a t5. As situações iniciais listadas identificam que os block e, t5, t2, t3, t4 estão livres através do predicado (clear X), onde X é um destes block's. Além disso, o robô está livre (predicado emptyhand). Os objetivos são descritos como block b em cima do block d, block c em cima do block b, block d na mesa t3, block a em cima do block e e block e na table t5.

A Figura 7 lista um exemplo de plano gerado para o problema e domínio apresentados anteriormente. Ao executar a busca, o planejador define uma sequência de ações, contendo as ações pickBlock que garante que um block seja agarrado, e stack que coloca o block em uma posição específica. Esta sequência define o plano resultante então passado para o módulo de Execução. Esse plano deve ser convertido em movimentações do robô, conforme pode ser visto na subseção do Módulo de Execução.

Figura 6. Exemplo de Problema para Mundo de Blocos

```
(define (problem problemP001)
  (:domain blocks-domain)
  (:requirements
    :disjunctive-preconditions
    :equality :negative-preconditions
    :strips :typing)
  (show hierarchy)
  (:objects a b c d e t1 t2 t3 t4 t5 - block)
  (use
    (init (clear a)
          (clear b)
          (clear c)
          (clear d)
          (emptyhand)
          (on a e) (on b t5)
          (on c t3) (on d t2)
          (on e t1) (table t1)
          (table t2) (table t3)
          (table t4) (table t5))
    (:goal (and (on e t5) (on a e) (on d t3) (on c b) (on b d))))
)
```

Figura 7. Exemplo de um plano que pode ser obtido.

```
pickBlock e d
stack e t5
pickBlock d c
stack d t3
pickBlock c b
stack c e
pickBlock b a
stack b d
pickBlock c e
stack c b
pickBlock a t1
stack a e
```

3.3 módulo de Execução

O módulo de execução compreende duas partes: o controlador de agente ativo (aqui representado pelo controlador da máquina) e a base de conhecimento fornecida em strings. Após obter o plano, também é obtida uma string de ações. Cada ação está em uma linha separada do plano.

No exemplo representado na Figura 7, as ações definem qual block será manipulado de acordo com seu posicionamento, e após a manipulação, qual será a posição do block. Como exemplo, a descrição da ação pickBlock e d define que o block e que está na posição acima do block d, será manipulado. Já a ação stack e t5 define que o block e que está sendo manipulado será movido para a posição acima da mesa t5.

A arquitetura do módulo de execução mostrada na Figura 8, define o envio dos comandos para um interpretador no controlador do robô e uma nova inspeção para tratamento de exceções. Se nenhuma for encontrada, o robô atualiza o PRD nas tags movidas, atualizando o estado atual no final do movimento. Se o estado atual de todas as tags for idêntico ao estado de objetivo, o sistema concluiu todas as ações.

Nesse módulo, a exceção que pode ser gerada é dinâmica e se é verificado a possibilidade de gerar um novo plano com base em uma nova varredura, ou se é uma exceção impeditiva, como a falta de três ou mais blocos, por exemplo.

Figura 8. Módulo de Execução [STS20]

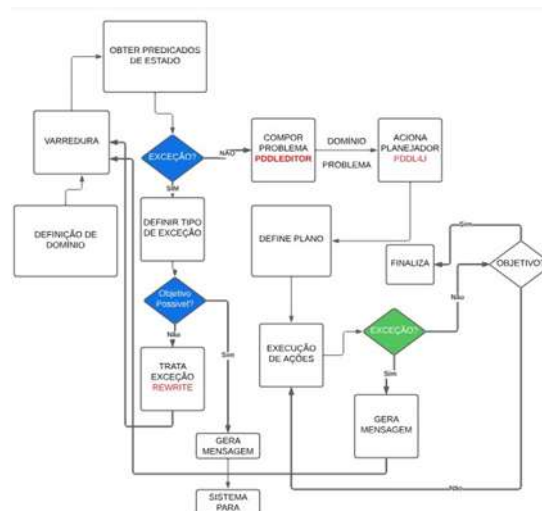


3.4 Exceções Encontradas

Uma vez que a percepção é parcialmente observada, exceções podem ocorrer enquanto o robô realiza ações, como o caso de um objeto ser movido deliberadamente sem o uso do robô e sua posição atual não foi atualizada e o caso de um objeto ser removido. Ao ocorrer essas exceções, uma nova varredura é exceções dinâmicas, conforme definido na Figura 9, envolve atualizar as informações sobre o estado atual de tags que não estão aderindo ao PSS (esse é visto como verdadeiro) e recriar o problema para gerar um novo plano.

Após o término do tratamento das exceções dinâmicas e a execução de todos os comandos gerados pelo planejador, o objetivo originalmente definido deve ser verificado e, se alcançado, o processo é finalizado.

Figura 9. Arquitetura da Identificação de Exceções



4 METODOLOGIA E RESULTADOS

4.1 Domínio PDDL do Mundo de Blocos

A metodologia aplicada para esta implementação considera o uso de informações em arquivos de texto para uma conversão em ações mecânicas de um robô linear. A escolha se dá por uma maior escalabilidade de dados que podem ser utilizados em modelos maiores que o testado neste artigo.

O problema do Mundo de Blocos tem diferentes blocos empilhados em diversas posições, onde o agente ativo os manipula para alcançar posições específicas. A resolução desse problema é alcançada por meio da aplicação do PRD que considera a posição, identificação dos blocos e a posição inicial de um robô para manipulação.

Um robô cartesiano com três graus de liberdade é usado para percorrer um determinado espaço de trabalho que possui um modelo de malha 5x5. A Figura 2 exemplifica o PSS desse modelo. Seguindo um padrão onde o ponto de referência inicial está no canto inferior esquerdo da malha e termina no canto superior direito.

Com cada variação de x, temos a adição de 5 posições. Com cada variação de y, temos 5 divisões de 1 unidade. E em z, temos a variação de movimento ascendente e descendente do robô. Para percorrer este espaço de trabalho, o rombo cartesiano utiliza três motores, que representam as três dimensões de movimento. Para o robô, tem-se o desafio de converter estas posições para unidades correspondentes ao driver do robô, o que só pode ser feito com medições em cada posição seccionada do espaço de trabalho.

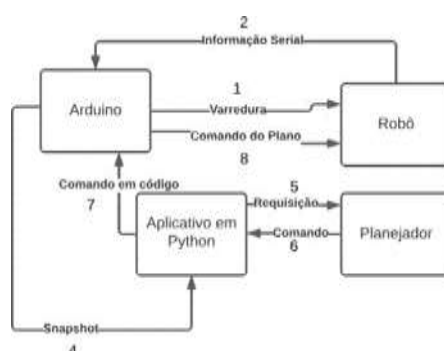
O exemplo visa simular blocos distribuídos em uma mesa. Para as posições 1 a 5 na Figura 2, estabelecemos a condição de uma mesa onde cada uma será representada em predicados como $t[\text{número da posição}]$. Como mostrado na Figura 5, o domínio é então estabelecido como tendo 2 ações: pickBlock e stack, onde o primeiro tem ações de se mover para o bloco escolhido e agarrá-lo com a garra do robô, enquanto o segundo se move para a posição escolhida e libera o bloco.

Este domínio representa as duas ações com precondições e efeitos definindo para o planejador que representa a consequência de cada ação realizada. Como apresentado anteriormente na Figura 7, plano será uma sequência de ações, todas com custo unitário, definindo no final para o plano, custo total de todas as ações combinadas.

5 PROBLEMA DO MUNDO DE BLOCOS

Para definir o problema usando o sistema obtido nesta implementação, várias etapas devem ser alcançadas. Primeiramente, define-se um modelo de problema onde podemos ter um repositório de objetos, um snapshot padrão e os objetivos em um arquivo de problema. Para obter este arquivo escrito em extensão PDDL, um módulo em Python se comunica com o módulo controlador, que nesta implementação está embutido em uma placa Arduino com shield RAMPS de controle de motores de passo do robô cartesiano. O Arduino se comunica pelo canal serial diretamente com o aplicativo Python, que requisita o plano ao planejador automático e envia o plano ao Arduino, que o traduz em movimentação do robô, conforme mostrado na Figura 10.

Figura 10. Sistema de Controle e Planejamento do Robô



5.1 Experimentos Realizados

Para a realização da coleta de informações por meio de RFID, tem-se um sistema em Arduino que manipula tanto leitura quanto gravação de estados. Este sistema possui comunicações seriais com um computador que geram um arquivo de texto que será analisado pelo planejador.

Para demonstrar a implementação do PRD no Mundo de Blocos, um conjunto de experimentos foi realizado utilizando o planejador PDDL4j [PDD]. A mesa de trabalho do Mundo de Blocos é representada como uma matriz 5x5 onde cada célula contém informações sobre sua ocupação. No início de cada experimento, blocos são posicionados aleatoriamente na mesa e o sistema PRD é ativado para manipulá-los e alcançar um estado objetivo 1.

A Figura 11 apresenta o resultado de uma varredura onde tanto o Bloco A, que está na posição (0,0), como o Bloco D, que está na posição (3,0), tem indicado posição inicial vazia (init()). Nessa situação, o sistema reescreve as posições atuais na tag como `a(:init(on a t1))(:objective-0(on a e))` e `a(:init(on d c))(:objective-0(on d t3))`.

Figura 11. Exemplo de Exceção de Posição Inicial Nula

```

Checking the Positioning of Blocks

Block A is in position: 0x0
a:=init((objective-0)(on a a))
a---0x0

Block B is in position: 1x0
b:=init((on b a)) (objective-0)(on b d))
b---1x0

Block C is in position: 2x0
c:=init((on c b))(objective-0)(on c b))
c---2x0

Block D is in position: 3x0
d:=init((objective-0)(on d c))
d---3x0

Block E is in position: 4x0
e:=init((on e d))(objective-0)(on e b))
e---4x0
    
```

O tratamento de exceções é feito pela reescrita de predicados localizados na marcação :init pois a varredura identifica os blocos que as geram. Já as exceções definidas na marcação :objective-0 são reescritas apenas por meio de requisição destas para o usuário, visto que o sistema não tem como saber qual o objetivo esperado.

Apenas as exceções de posição atual do(s) bloco(s) distinta do percebido pelo PSS, conflito entre objetivos finais dos blocos, e posição atual do(s) bloco(s) vazia podem ser tratadas. O módulo Python recorre às funções ReWrite e Check Exception 2 . O módulo ReWrite ao receber o código de exceção como parâmetro em sua função writeNewInfo(), reescreve toda a informação conformante ao estado na tag.

6 CONCLUSÃO

Os resultados dos experimentos mostraram que o sistema PRD consegue manipular os blocos para alcançar o estado objetivo, mesmo diante de mudanças na configuração inicial dos blocos.

A realização do processo completo obteve como média de tempo de realização apenas 5 minutos e 32 segundos para ser completado, considerando que 4 minutos foram utilizados apenas para a varredura. O sistema possui uma variação de tempo conforme a configuração dos blocos. O sistema pode ser melhorado com a implementação destes exatos algoritmos em linguagens com aplicações melhores em baixo nível, como exemplo: linguagens C++ ou similares.

A eficácia do sistema PRD é garantida na resolução de problemas reais, adaptando-se dinamicamente às mudanças no ambiente. Exceções de objetivos inexecutáveis e objetivos vazios não são passíveis de tratamento.

Enquanto no PNRD [TS19] se detecta automaticamente a exceção no momento da captura dos dados da tag, no PRD [STS20] a exceção só é identificada após análise dos dados coletados. Como trabalho futuro se espera integrar a PNRD com planejadores automáticos para atender domínios mais complexos.

O sistema PRD possui a possibilidade de melhorias tanto no tempo de execução quanto na coleta e processamento de informações. Trabalhos posteriores podem ser feitos para uma melhor integração de técnicas de IA para estas aplicações, como também uma aplicação que pudesse interagir com um usuário manipulador, solicitando qual seria o estado objetivo desejado.

REFERÊNCIAS

- [Gha+98] M. Ghallab et al. PDDL - The Planning Domain Definition Language. Yale Center for Computational Vision and Control. Tech Report CVC TR DCS TR. 1998.
- [Gu'e+18] J. Guérin et al. Unsupervised robotic sorting: Towards autonomous decision making robots. 2018. URL: arxiv.org/abs/1804.04572.
- [Hit94] K. Hitomi. "Automation: Its concept and a short history". Em: Technovation (2 1994).
- [Hof17] L. Hofer. "Decision-making algorithms for autonomous robots". Tese de dout. Bordeaux University, 2017.
- [Lat91] J.-C. Latombe. Robot Motion Planning. New York: Springer New York, 1991. DOI: 10.1007/978-1-4615-4022-9.
- [PDD] PDDL4. PDDL4J Documentation. accessed 14 February 2024. URL: http://pddl4j.imag.fr/running%5C_planners%5C_from%5C_command%5C_line.html.
- [STS20] G.A. Souza, J.J.P.Z.S. Tavares e J.R. Silva. "Towards Adaptive Discrete Event Control Based on PRD, PSS, and Automatic Planner". Em: Anais do Congresso Brasileiro de Automática 2020 (2020). DOI: 10.48011/asba.v2i1.1448. URL: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:230583430>.
- [TS19] J.J.P.Z.d.S. Tavares e G.d.A. Souza. "Pnrd and iPNRD integration assisting adaptive control in block world domain". Em: Proceedings of the International Workshop on Petri Nets and Software Engineering 2019. 2019, pp. 73–90. URL: ceur-ws.org/Vol-2424/paper6.pdf.

Capítulo 6



10.37423/251210561

ESTUDO DE RETROFIT DE LÂMPADAS DO BLOCO J4 NA UTFPR-MD

Mirian Schneider Pêgo

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Ismael Burgardt

Universidade Tecnológica Federal do Paraná



RESUMO

Objetivo: O presente trabalho irá apresentar um estudo de eficiência energética em iluminação no bloco J4 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Medianeira, visando melhorias na qualidade da iluminação. **Métodos:** Primeiramente, verificou-se o estado atual da iluminação de todas as salas de aula do bloco J4, através de medições das suas respectivas iluminâncias. Com o objetivo de propor a substituição da iluminação existente por lâmpadas do tipo LED, realizou-se o cálculo do novo consumo de energia elétrica, para que seja possível comparar com a antiga e averiguar a viabilidade do projeto. **Resultados:** Através das medições efetuados foi possível averiguar que várias salas estavam com nível de iluminância abaixo do indicado pela norma. Logo, o novo projeto luminotécnico, considerando a substituição das lâmpadas, foi desenvolvido com o auxílio do software SOFTLUX. **Conclusão:** Com o projeto apresentado, conclui-se que a substituição das lâmpadas implica em uma economia financeira devido a redução do consumo de energia elétrica, além de atender a quantidade mínima de iluminância necessária segundo a norma.

Palavras-chave: Eficiência energética, Lâmpadas de LED, retrofit, NBR 15215-4.

INTRODUÇÃO

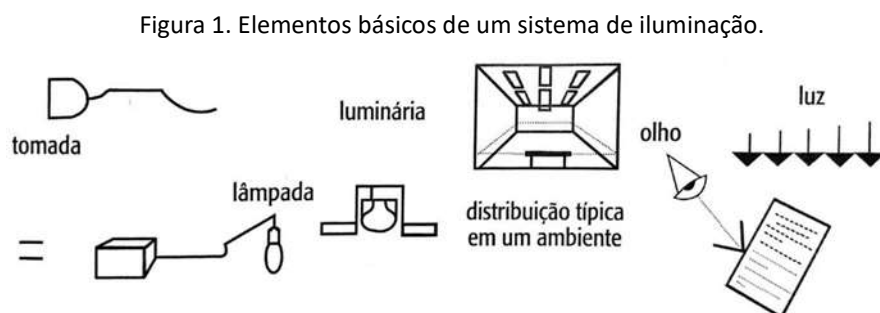
A energia elétrica tornou-se indispensável ao cotidiano humano por oferecer comodidade e melhoria na qualidade de vida. Trata-se de uma forma de energia flexível, que permite transmissão por longas distâncias, desde o local de geração até o ponto de consumo. Além de possuir a capacidade de ser convertida em luz, calor, movimento e informação (VILLALVA; GAZOLI, 2012). De acordo com as previsões da Agência Internacional de Energia (IEA), em 2030 a população mundial passará a consumir cerca de 30.000 TWh (TeraWatts-hora), sendo que em 1980 o mundo consumia em torno de 7.000 TWh (VILLALVA; GAZOLI, 2012).

Um retrato direto do aumento da demanda é o crescente custo da energia elétrica. Pois, o valor final da tarifa de energia engloba custos com geração, transmissão e distribuição, perdas de energias, impostos, tributos, encargos, entre outros.

Diante da crescente demanda de energia elétrica em todo o mundo, foram desenvolvidas medidas de eficiência energética, que englobam desde a conscientização o consumo, até a substituição de aparelhos elétricos ou eletrônicos por modelos com maior rendimento. Contribuindo com o meio ambiente e com uma sociedade mais sustentável, refletindo numa melhoria na qualidade de vida. Dessa forma, como uma das opções de redução de consumo, é através do retrofit do sistema de iluminação. Onde lâmpadas do tipo Fluorescente são substituídas por lâmpadas do tipo LED.

SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

Para a iluminação adequada de um ambiente é importante uma combinação de luz natural e artificial, de modo que traga conforto visual, segurança na mobilidade entre outros fatores de uma forma eficiente. Os componentes básicos de um sistema de iluminação são constituídos por diversos elementos, além da lâmpada. Como nota-se na Figura 1.



Fonte: Adaptado de (REIS et al., 2005)

Para averiguar a intensidade luminosa no ambiente utiliza-se um luxímetro, o modelo do dispositivo usado é o Lutron LX-101 ilustrado na Figura 2. Este aparelho utiliza um sensor e tem capacidade de medir o nível de iluminância em cada ponto do local, sua medida é em lux.

Figura 2. Luxímetro.



Fonte: Autoria própria

Além do instrumento luxímetro, é necessário seguir alguns passos da NBR 15215-4, que detalha a metodologia para verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações (ABNT, 2004). Primeiramente calcula-se a quantidade de pontos a serem medidos, para isso faz-se uso da Equação (1).

$$K = \frac{C \times L}{H_m \times (C + L)} \quad (1)$$

Na qual:

- C é o comprimento do ambiente, em metros;
- L é a largura do ambiente, em metros;
- H_m é a distância vertical, entre a superfície de trabalho e o topo da janela, em metros.

Após obter o valor de K , através da Equação (1), verifica-se na Tabela 1, a quantidade mínima de pontos que devem ser medidos. No intuito de ter melhor simetria nas medições e caracterização do ambiente aconselha-se que o número de pontos seja aumentado.

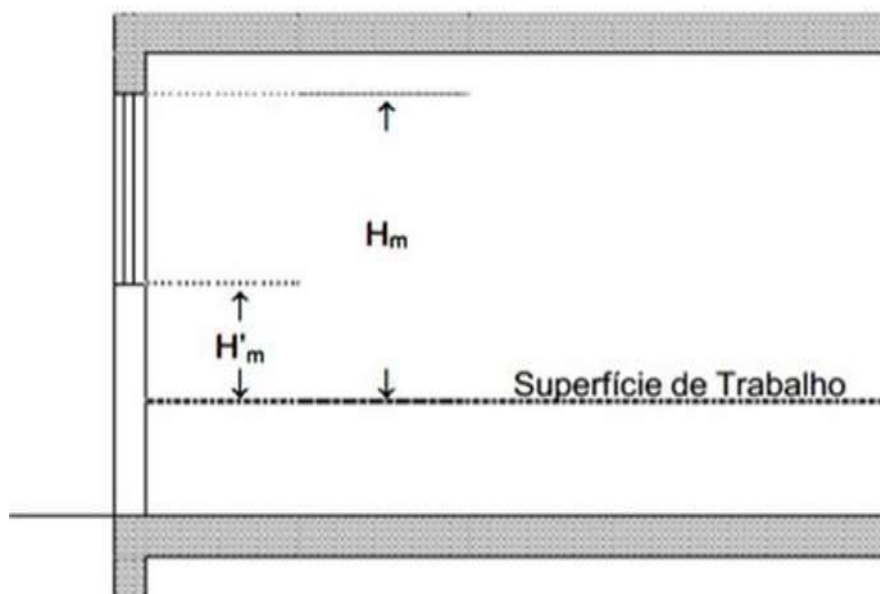
Tabela 1. Quantidade mínima de pontos medidos.

K	Número de pontos
$K < 1$	9
$1 \leq K \leq 2$	16
$2 \leq K \leq 3$	25
$K \geq 3$	36

Fonte: Adaptado de (ABNT, 2004).

Em casos em que o peitoril da janela estiver mais de 1 metro acima do plano de trabalho, deve-se tomar H_m como a distância vertical entre a superfície de trabalho e o peitoril (H_m), como mostra a Figura 3.

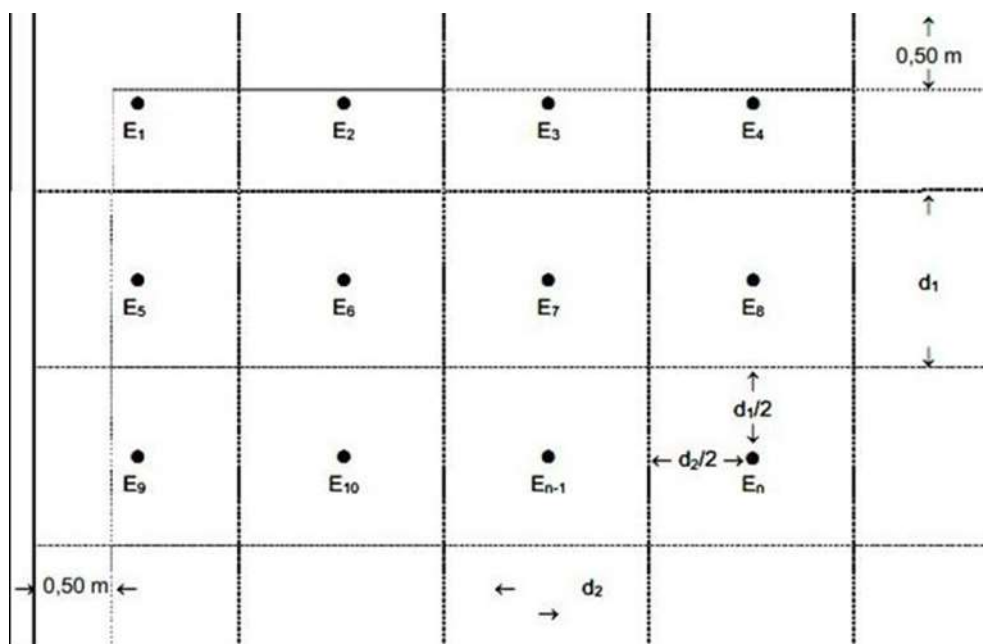
Figura 3. Determinação de H_m .



Fonte: Adaptado de (ABNT, 2004).

A malha de pontos para medições é disposta como ilustra a Figura 4, onde o ambiente interno deve ser desposto em áreas iguais, com formato próximo a um quadrado. A iluminância (E) é medida no centro de cada área. Deve-se planejar a malha evitando pontos muito próximos as paredes. Para isto, recomenda-se um afastamento mínimo de 0,50 m.

Figura 4. Malha de pontos para medição



Fonte: Adaptado de (ABNT, 2004).

Após a realização das medições faz-se uma média da iluminância (E) sobre a superfície de trabalho para verificar se o ambiente atinge a especificação de projeto. Este cálculo é feito utilizando a Equação (2) que é a média aritmética para os n pontos.

$$E = \frac{E_1 + E_2 + \dots + E_n}{n} \quad (2)$$

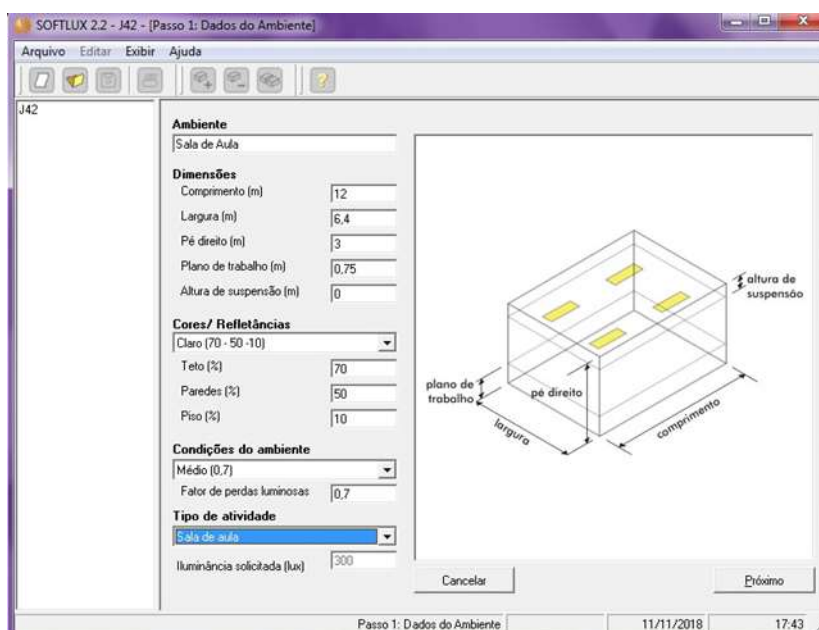
No caso de áreas disformes utiliza-se a Equação (3) para o cálculo da média da iluminância.

$$E = \frac{E_1 \times A_1 + E_2 \times A_2 + \dots + E_n \times A_n}{A_{total}} \quad (3)$$

Outra forma de determinar a intensidade luminosa de um ambiente, ou até mesmo fazer o projeto luminotécnico do local, é com o auxílio de softwares específicos, tais como o SOFTLUX.

O SOFTLUX é um software gratuito disponibilizado pela empresa ITAIM iluminação que possibilita a execução de cálculos de forma simples e dinâmica, através do Método do Lúmen, estimando quantitativos de luminárias e iluminância média para o ambiente solicitado. Os resultados estão vinculados aos dados inseridos pelo usuário (ITAIM, 2018). Na Figura 4 é apresentado o passo 1 de inserção de dados no software SOFTLUX.

Figura 5. SOFTLUX



Fonte: Autoria própria.

MÉTODOS

A metodologia deste trabalho consiste em realizar a medição da intensidade luminosa de cada sala de aula do bloco J4. Após obter a média de iluminância do local, faz-se o cálculo de uma nova demanda supondo a substituição das lâmpadas existentes por lâmpadas de LED. O software SOFTLUX auxiliara no projeto luminotécnico, para eventuais comparações das medições realizadas e das substituições sugeridas. A Figura 6 ilustra um fluxograma resumido da metodologia do trabalho.

Figura 6. Fluxograma



Fonte: Autoria própria

Para iniciar as medições necessárias alguns materiais são essenciais, sendo eles: luxímetro e fita métrica ou trena.

Primeiramente é necessário o cálculo do número de pontos que se deseja medir, para isso, com o auxílio da trena realiza-se a medição das dimensões da sala. Após obter o comprimento, a largura e a distância vertical, entre a superfície de trabalho e o topo da janela, calcula-se com a Equação (1), a variável auxiliar K. Compara-se esse valor K na Tabela 1 e determina-se a quantidade mínima de pontos a serem verificados. A elaboração da malha de pontos para medição depende do valor de pontos que se deseja medir.

A Figura 4 ilustra a disposição que deve ser feita dos pontos, mede-se um afastamento de 0,5 metros de cada parede, realiza uma distribuição de áreas iguais, semelhantes a quadrados e as medições serão feitas no centro de cada área. Para averiguar se a iluminância do ambiente está de acordo com a norma, utiliza-se a Equação (2) ou em casos de áreas disformes a Equação (3) para encontrar a média dos valores e determinar a iluminância média. As medições foram realizadas durante a noite, com as cortinas fechadas.

Posterior as medições dos ambientes e seus respectivos cálculos, faz-se uso do software livre SOFTLUX para comprovar os valores das iluminâncias obtidas e também para relacionar uma possível sugestão de troca de modelo de lâmpada. A plataforma é bem dinâmica e basta ter as dimensões do ambiente e o tipo de lâmpada que se deseja usar, o software calcula a quantidade e a disposição das lâmpadas. Além disso, também informa a iluminância total do ambiente.

Com todas as informações obtidas em relação a iluminação, analisa-se a viabilidade de substituição das lâmpadas fluorescentes por outras mais eficientes, que no estudo em questão serão as lâmpadas LED, no intuito de manter a qualidade da iluminação e reduzir os custos com energia elétrica.

RESULTADOS

Cenário atual

Seguindo a metodologia descrita anteriormente, realizou-se as medições das dimensões de cada sala de aula, seguindo a NBR 15215-4. A partir desses dados determinou-se quantos pontos seriam medidos. Na Tabela 2 são apresentados os valores de K calculados bem como o número de pontos a

ser medido com o luxímetro. Para a sala J49 encontrou-se uma quantidade de 20 pontos a serem medidos e os demais ambientes obteve-se o valor de 30 pontos.

Tabela 2. Número de pontos a serem medidos.

Sala	Medidas	Fator K	Número de pontos a serem medidos
Sala J41	C= 6,42 m, L=12 m, $H_m=2$ m	K=2,09	30
Sala J42	C= 6,43 m, L=11,96 m, $H_m=2$ m	K=2,09	30
Sala J43	C= 6,42 m, L=11,4 m, $H_m=2$ m,	K=2,05	30
Sala J44	C= 6,44 m, L=11,9 m, $H_m=2$ m	K=2,08	30
Sala J47	C= 6,86 m, L=11,85 m, $H_m=2$ m	K=2,17	30
Sala J48	C= 6,36 m, L=12 m, $H_m=2$ m	K=2,09	30
Sala J49	C= 6,34 m, L=8,6 m, $H_m=1,97$ m	K=1,85	20

Fonte: Autoria Própria.

Para ilustrar a forma de medição realizada e obtenção da iluminância média, na Figura 7 apresenta-se os valores de iluminância medidos com o luxímetro, em cada ponto da sala J41, totalizando 30 pontos.

Figura 7. Iluminância em lux da sala J41.

QUADRO

413	470	504	512	511	550	590	551	522	470
477	498	579	570	546	477	548	518	460	324
444	484	507	453	427	441	496	516	490	483

Fonte: Autoria própria

Os valores médios de iluminância das salas J41, J42, J43, J44, J47, J48 e J49 estão apresentados na Tabela 3. É possível notar que apenas as salas J48 e J49 estão atendendo o valor indicado de iluminância e todas as demais salas estão abaixo do valor mínimo de 500 lux estipulado pela norma.

Tabela 3. Dados da iluminância das salas.

Sala	Iluminância media medida
Sala J41	E = 494,37 lux
Sala J42	E = 398,63 lux
Sala J43	E = 431,4 lux
Sala J44	E = 436,77 lux
Sala J47	E = 421,37 lux
Sala J48	E = 534,3 lux
Sala J49	E = 537,35 lux

Fonte: Autoria Própria.

PROJETO LUMINOTÉCNICO

Com os dados de cada sala de aula elaborou-se um projeto luminotécnico, com o auxílio do software SOFTLUX, considerando o *retrofit* das lâmpadas fluorescentes em uso por lâmpadas do tipo LED. A Tabela 4 apresenta as características informadas pelo fabricante, da lâmpada escolhida para o projeto.

Tabela 4. Lâmpada LED Tubular T8.

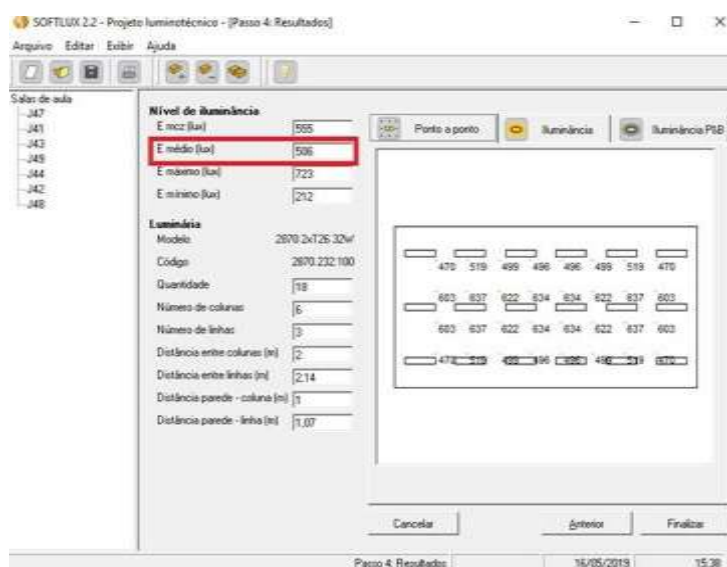
Característica	Valor
Fluxo Luminoso	2550 lm
Característica	Valor
Potência Nominal	28 W

Eficiência Luminosa	91 lm/W
Fator de Potência (FP)	0,96
Vida útil do LED	50.000 horas
Sala J48	30
Sala J49	20

Fonte: Adaptado de (ZAGONEL, 2019).

A partir das informações da lâmpada escolhida pelo projeto é possível realizar o projeto luminotécnico pelo software SOFTLUX. A Figura 8 ilustra o resultado do projeto para a sala J41, onde é possível observar a iluminância obtida em cada ponto do ambiente, assim como a média da iluminância (E), destacada pelo retângulo em vermelho. É importante destacar que são duas lâmpadas por luminária. De forma análoga, foi realizado o projeto luminotécnico para as salas J42, J43, J44, J47, J48 e J49.

Figura 8. Projeto luminotécnico da sala J41.



Fonte: Autoria Própria

Na Tabela 5 são apresentadas as iluminâncias médias de cada sala, de acordo com o projeto realizado com as novas lâmpadas LED T8. Pode-se observar que realizando a substituição das lâmpadas a média

de iluminância de todas as salas atendem a norma, que exige uma média de iluminância (E) de no mínimo 500 lux.

Tabela 5. Dados do projeto da iluminância das salas.

Sala	Iluminância média projetada
Sala J41	E = 506 lux
Sala J42	E = 509 lux
Sala J43	E = 530 lux
Sala J44	E = 511 lux
Sala J47	E = 506 lux
Sala J48	E = 510 lux
Sala J49	E = 542 lux

Fonte: Aatoria Própria.

Sendo assim o *retrofit* das lâmpadas, além de atender a norma, possibilita uma iluminação mais eficiente, pois com a mesma quantidade de lâmpadas, proporciona uma melhor iluminância no ambiente comparando-se com a lâmpada fluorescente, devido as características da lâmpada LED.

VIABILIDADE ECONÔMICA

Para visualizar a diferença no consumo de energia elétrica gerado pelo retrofit das lâmpadas, é realizado uma comparação entre as lâmpadas em uso (Fluorescentes) e as sugeridas de LED, as características das mesmas esta apresentada na Tabela 6.

Tabela 6. Comparativo entre Lâmpada Fluorescente e Lâmpada LED.

Características	Lâmpada Fluorescente	Lâmpada LED
Potência	36 W	28 W
Lúmens	2300 lm	2550 lm
Eficiência Luminosa	63,8 lm/W	91 lm/W
Vida útil	8.000 horas	50.000 horas
Densidade de Potência	16,8 W/m ²	13,12 W/m ²

Fonte: Adaptado de e (ZAGONEL, 2019).

A Tabela 7 mostra o consumo mensal de energia elétrica encontrado para o bloco J4, considerando 27 horas semanais em que os dispositivos permanecem ligados esta estimativa foi baseada na relação de aulas ocorridas em cada sala e a carga horária de permanência dos professores, com esses dados realizou-se uma média. Também se considerou que o mês possui quatro semanas, totalizando 108 horas mensais que as lâmpadas permanecem ligadas.

Tabela 7. Consumo de Energia mensal.

Tipo de Lâmpada	LED	Fluorescente
Tempo que as luminárias permanecem acessas	108 horas mensais	108 horas mensais
Quantidade de Lâmpadas	352	352
Consumo Mensal	1064,45 kWh mensal	1368,58 kWh mensal

Fonte: Autoria Própria.

Nota-se então, realizando a razão entre a energia consumida com as lâmpadas fluorescentes pela energia consumida pelas lâmpadas LED mostrado pela Equação (4), que realizando a substituição das lâmpadas reduz a energia consumida na ordem de 22%.

$$Redução_{consumo}(\%) = \frac{1368,58 - 1064,45}{1368,58} \times 100 = 22,22\% \quad (4)$$

Realizando a substituição das lâmpadas, a Equação (4) comprova que além de atender os requisitos da norma, reduz o consumo de energia elétrica em 22%, ou seja, gastará menos energia. Mostrando-se um sistema mais eficiente que o atual.

CONCLUSÃO

A energia elétrica está presente na maior parte das atividades cotidianas do ser humano, devido aos avanços tecnológicos e aumento populacional mundiais que ocorrem constantemente, suprir a demanda necessária para atender todas as necessidades humanas fica mais difícil a cada dia, assim como os impactos ambientais que a geração de energia elétrica causa. Por esses e outros motivos é importante buscar o uso consciente da energia elétrica.

Substituir equipamentos em uso por outros mais eficientes, que possuem um melhor rendimento para elaboração da mesma função, contribui não só financeiramente, como também para a economia de energia elétrica.

Com o projeto apresentado, pode-se notar que de fato a substituição de equipamentos, como o retrofit das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas do tipo LED, resulta em uma economia financeira, pois reduz o consumo de energia elétrica em 22%, já que as lâmpadas LED possuem um melhor rendimento.

Vale ressaltar também que a substituição das lâmpadas proporciona uma correção no nível de iluminância das salas de aula, como pode-se observar pelos projetos luminotécnicos. Um correto nível de iluminação nas salas de aula, além de determinado por norma, é um fator essencial para um melhor conforto e desempenho de estudantes e profissionais que fazem uso das mesmas.

Uma constante avaliação do estado da iluminação das salas, assim como buscar meios para aplicar medidas de eficiência energética, substituindo equipamentos, acarreta em uma economia financeira além de contribuir para uma melhor performance dos estudantes.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15215-4: Iluminação natural – parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – método de medição. [S.l.], 2004. 4 p.

ITAIM. Iluminação. 2018. Disponível em:

<<http://www.itaamiluminacao.com.br/servicos/calculorapido>>. Acesso em: 27 set. 2025.

REIS, L. B. dos; FADIGAS, E. A. A.; CARVALHO, C. E. Energia, Recursos Naturais e a Prática do Desenvolvimento Sustentável. 1. ed. Barueri, SP: [s.n.], 2005.

VILLALVA, M. G.; GAZOLI, J. R. Energia Solar Fotovoltaica: Conceitos e aplicações. 1. ed. São Paulo: Erica, 2012.

ZAGONEL. Datasheet: Lâmpada de LED tubular 28w 1500mm t8 zl-2803. [S.l.], 2019. 2 p.

ENGENHARIA: A MÁQUINA QUE CONSTRÓI O FUTURO

VOLUME XXII

 conhecimentolivre.org/home
 contato@conhecimentolivre.org
 [editoraconhecimentolivre](https://www.instagram.com/editoraconhecimentolivre)



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE