



Divisão Temática 4

Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

PRODUÇÃO DE KITS ACESSÍVEIS PARA ENSINO DE ARDUINO PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

**Autores: M. V. COSTA¹; C. S. NASCIMENTO²; R. L. BERGAMO³;
R. M. SILVA⁴; K. C. GOMES⁵; V. M. WAGNER⁶.**

Edital PROEX 19/2024 do Campus Chapecó.
Projeto de Extensão

Resumo:

A acessibilidade é um grande desafio, principalmente quando envolvem equipamentos e ou ferramentas que não foram pensadas no contexto inclusivo. No curso Técnico em Desenvolvimento de Sistemas Integrado ao Ensino Médio (TDS), do IFSC Campus Chapecó, estudantes com deficiência visual não conseguiam realizar as atividades práticas com a plataforma Arduino, de forma autônoma, porque seus componentes eletrônicos não são acessíveis. Embora existam tecnologias assistivas para auxiliar na programação da placa controladora do Arduino (leitores de tela), o uso do hardware (componentes físicos) ainda é um desafio para as pessoas com deficiência visual. Com base nesse cenário não inclusivo, em 2023 um grupo de professores e estudantes desenvolveu um protótipo de dispositivo acessível, que permitia o uso do Arduino Uno por pessoas com deficiência visual. Entretanto, a solução desenvolvida consistia em único exemplar e limitada a uma placa, um sensor e um atuador, permitindo a construção de um único tipo de projeto de automação, o que impossibilitava assim sua aplicação em um cenário real de ensino e aprendizagem da plataforma Arduino. Em face deste cenário, alguns dos idealizadores do protótipo inicial se reuniram em um novo projeto, agora com o objetivo de produzir 4 (quatro) kits educacionais acessíveis completos para o ensino de Arduino, cada um contendo, além da placa Arduino Uno, 3 (três) atuadores e 3 (três) sensores, permitindo a criação de 9 (nove) variações de projetos diferentes de automação em turmas de até 4 (quatro) participantes.

Palavras-chave: Arduino Acessível; Deficiência visual; Arduino; Acessibilidade;

Introdução

¹ Docente da área de Informática do IFSC Campus Chapecó, marcos.virgilio@ifsc.edu.br.

² Docente da área de Educação Especial do IFSC Campus Chapecó, cleide.nascimento@ifsc.edu.br.

³ Docente da área de Mecânica do IFSC Campus Chapecó, renatobergamo@ifsc.edu.br.

⁴ Egressa do curso superior de Engenharia de Controle e Automação do IFSC Campus Chapecó, rafaela.m26@aluno.ifsc.edu.br

⁵ Estudante do curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do IFSC Campus Chapecó, karoline.pc2006@aluno.ifsc.edu.br.

⁶ Estudante do curso Técnico em informática Integrado ao Ensino Médio do IFSC Campus Chapecó, vitoria.mw12@aluno.ifsc.edu.br.

A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, nº 13.146, de 6 de julho de 2015, do Artigo 28, inciso II, estabelece que é responsabilidade do poder público “garantir o aprimoramento dos sistemas educacionais, visando assegurar condições de acesso, permanência, participação e aprendizagem das pessoas com deficiência” eliminando barreiras e promovendo a inclusão social (Brasil, 2015). De acordo com Nascimento (2023, p. 92) “a inclusão é um princípio ético, que orienta a sociedade para o acolhimento às diferenças humanas. A acessibilidade é a condição de usabilidade de algo”. Nessa direção, buscamos mudar as condições de usabilidade da plataforma Arduino, tornando-a acessível às pessoas com deficiência visual. Segundo (Silva; Mól; Santana, 2019, p. 3), “na acessibilidade para pessoas com deficiência visual são valorizados diversos recursos focados nos sentidos do tato e da audição”, os quais possibilitam às pessoas com perdas visuais utilizarem outros sentidos na construção de conhecimentos. Recursos táteis como o Braille e superfícies em alto relevo são fundamentais para a leitura e orientação espacial, permitindo o acesso às informações escritas, do mesmo modo, o contraste alto de cores é uma ferramenta visual importante para aqueles com baixa visão, facilitando a distinção de formas e textos. Recursos auditivos, possibilitam a percepção através de sons e vibrações, ampliando o acesso e conseqüentemente potencializando a independência das pessoas com deficiência visual.

O Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em hardware e software. As placas Arduino são capazes de ler entradas - luz em um sensor, um dedo em um botão - e transformá-las em uma saída - ativando um motor, ligando um LED, publicando algo online. Você pode dizer à sua placa o que fazer enviando um conjunto de instruções para o microcontrolador na placa. Para fazer isso, você usa uma linguagem de programação e o Arduino Software IDE (McRoberts, 2015).

Nessa direção, o presente trabalho consiste na aplicação de recursos táteis, visuais e auditivos para construir quatro (4) kits acessíveis para o ensino de Arduino para pessoas com deficiência visual, utilizando como base um protótipo desenvolvido pelos próprios autores desse trabalho em 2023. A validação dos kits produzidos foi feita por pessoas com deficiência visual em parceria com a ADEVOSC (Associação de deficientes visuais do Oeste de Santa Catarina). Cada kit é composto por um (1) microcontrolador Arduino Uno, três (3) sensores e três (3) atuadores. Destes, três (3) kits seriam emprestados para uso da ADEVOSC, que possui um curso continuado de informática para pessoas com deficiência visual e um (1) kit mantido no IFSC, disponível para o

atendimento de estudante(s) com deficiência visual e também para exposição e divulgação da ideia para a comunidade em eventos diversos.

É urgente desenvolver, implementar e divulgar estratégias e ferramentas que oportunizem a participação de todos nas atividades práticas de ensino e aprendizagem.

Descrição do público envolvido

A Associação de Deficientes Visuais do Oeste de Santa Catarina – ADEVOSC é uma entidade sem fins lucrativos, fundada em 1993, que atende aproximadamente 150 pessoas de toda a região Oeste Catarinense. Estima-se que deste público, 95 pessoas frequentam regularmente a instituição como usuárias de diversos serviços oferecidos como Assistência Social e Atendimento Psicológico, além de aulas de: Artesanato, Sistema Braille, Cálculos com Soroban, Informática, Culinária, Preparação para o Trabalho, Escrita Cursiva, Estimulação visual, Estimulação Multissensorial, Artes e Educação Física.

O público envolvido nesse projeto consiste, a princípio, nos membros da ADEVOSC que participam ou participaram do curso de informática oferecido na instituição, onde o ensino da plataforma Arduino será ofertado subsequentemente, como uma opção para quem se interessar em continuar seu aprendizado na área de tecnologia.

Entretanto, os kits podem atender qualquer pessoa com deficiência visual que participe de aulas práticas com a plataforma Arduino, em qualquer instituição de ensino, além de autodidatas e ou entusiastas da área de tecnologia.

Procedimentos metodológicos

A abordagem metodológica adotada para esse trabalho seguiu as seguintes etapas: revisão de literatura, identificação dos atores envolvidos, levantamento de requisitos com os atores envolvidos, seleção dos sensores e atuadores, modelagem das tarjas e cases acessíveis em software de desenho 3D, escolha dos materiais, produção dos protótipos preliminares dos kits em impressora 3D, testes e validações com os atores envolvidos (pessoas com baixa visão ou com cegueira), ajustes e produção dos kits finais em impressora 3D.

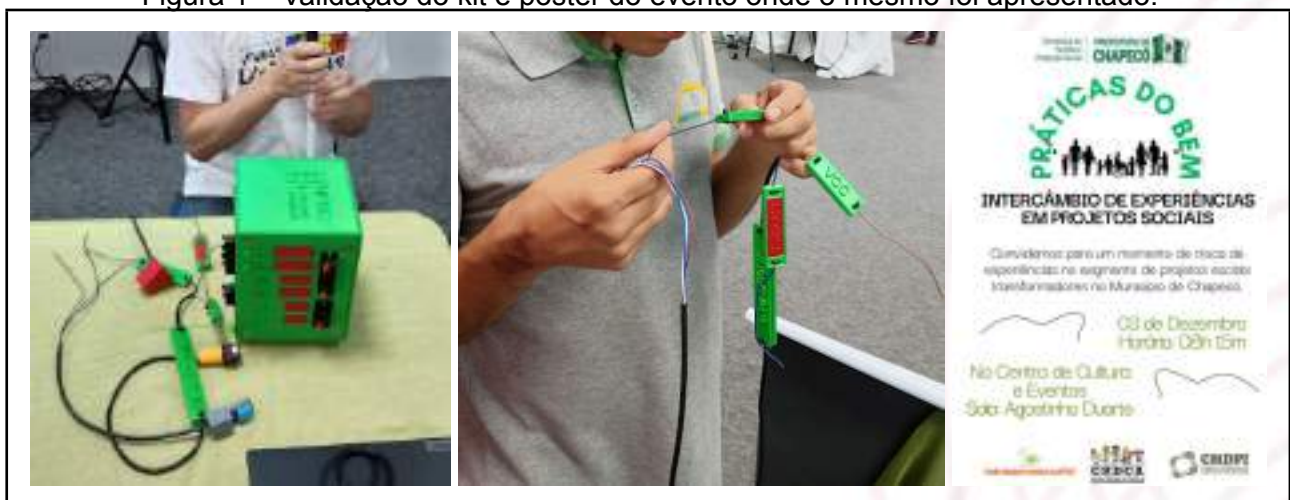
Resultados e discussões

Para validar os kits produzidos foram realizadas simulações da montagem de um projeto de testes com dois voluntários da ADEVOSC, um com baixa visão e um com cegueira, ambos com habilidade de leitura em Braille.

Durante o processo de validação realizado, os participantes conseguiram identificar e conectar todos os componentes que compõem cada kit corretamente, certificando assim a viabilidade da aplicação da tecnologia acessível desenvolvida para o ensino de Arduino.

Os kits também foram apresentados para a comunidade a convite da ADEVOSC, que cedeu espaço em seu estande durante o evento Práticas do Bem - Intercâmbio de Experiências em Projetos Sociais, realizado em 03 de Dezembro de 2024 na cidade de Chapecó - SC.

Figura 1 – Validação do kit e poster do evento onde o mesmo foi apresentado.



Fonte: Autoria própria (2024).

Após o resultado positivo da aplicabilidade dos kits, é consenso entre os autores a necessidade da realização de uma nova pesquisa, desta vez com o objetivo de elaborar um guia metodológico contendo sequências didáticas acessíveis para o ensino de Arduino, utilizando especificamente os kits desenvolvidos e incluindo a parte de software, ou seja, a programação das placas controladoras utilizando a tecnologia acessível de leitores de tela.

Considerações finais

Os kits acessíveis desenvolvidos, que permitem o ensino prático da plataforma de prototipagem Arduino, podem ser vistos como mais um passo em direção à inclusão das pessoas com deficiência no mundo da tecnologia, mais especificamente nas áreas de eletrônica e automação. Iniciativas como essa comprovam que é possível direcionar o conhecimento técnico para a inclusão, através de ações de extensão. Além disso, a experiência do projeto vai agregar significativamente para a formação integral dos envolvidos, que aplicaram conhecimentos técnicos em um problema real e socialmente relevante, elaborando estratégias para enfrentar e superar os desafios da acessibilidade, demonstrando também a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão.

Referência ao fomento recebido

Edital de Extensão PROEX 19/2024 do Câmpus Chapecó

Referências

MCROBERTS, Michael. **Arduino Básico**. 2ª ed. São Paulo: Novatec Editora, 2015.

NASCIMENTO, Cleide Silva do. **Práticas de in/exclusão nas Instituições Federais de Educação do Oeste de Santa Catarina: entre a legalidade e a (in)acessibilidade**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Educação, Chapecó, SC, 2023.

SILVA, Wesley Pereira da; MÓL, Gerson de Souza; SANTANA, Ramon de Oliveira. A pessoa com deficiência visual e os recursos de tecnologia. **Revista TICs em Educação a Distância**, v. 5, n. 2, p. 1-15, 2019. Disponível em: <https://www.uemanet.uema.br/revista/index.php/ticseadfoco/article/view/453/326>
Acesso em: 20 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 7 jul. 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 20 jun. 2024.

INTEGRAÇÃO DE SCANNER 3D E MANUFATURA ADITIVA COMO FERRAMENTAS DE INOVAÇÃO NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: P. GOMES¹; T. SILVA²; T. SILVA³.

Projeto de Pesquisa

Resumo:

A inovação tecnológica tornou-se um diferencial estratégico no ramo empresarial, sendo a manufatura aditiva (MA) e a digitalização 3D ferramentas inovadoras para otimizar o desenvolvimento de produtos. Este artigo examina a relevância dessas tecnologias no PDP (Processo de Desenvolvimento de Produto), utilizando scanner 3D para captura dimensional de componentes existentes e Manufatura aditiva por Material Extrusion (MEX) para fabricação de um dispositivo mecânico que aprimora a medição de rugosidade em rugosímetros portáteis. O scanner 3D permitiu a geração de modelos digitais precisos, enquanto a impressão 3D acelerou a validação funcional. Os resultados demonstraram que a utilização destas tecnologias, permitem aprimoramentos significativos no processo de desenvolvimento, promovendo maior agilidade e reduzindo o desperdício de materiais nas correções e modificações do projeto.

Palavras-chave: scanner 3D; impressão 3D; manufatura aditiva; engenharia reversa

Introdução

Em um cenário empresarial cada vez mais competitivo e dinâmico, a inovação tecnológica destaca-se como fator essencial para a adaptação às rápidas mudanças do mercado e às exigências dos consumidores, sendo determinante para a manutenção da relevância e da competitividade organizacional. (RODA, 2024)

A complexidade dos produtos e a pressão por prazos e qualidade, exigem mudanças no Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP), visando reduzir o tempo envolvido e aumentar a qualidade e a competitividade dos produtos (CANCIGLIERI, 2015).

Nesse contexto, a manufatura aditiva surge como uma ferramenta que pode acelerar o desenvolvimento de projetos, proporcionando vantagens no processo de criação e refinamento de produtos. O crescimento anual do mercado de manufatura

¹ Egresso [Fabricação Mecânica] do [IFSC], paollaaparecidagomes@gmail.com

² Estudante [Engenharia Elétrica] do [IFSC], thamyris.asila@gmail.com.

³ Servidor [Docente Eng^o Mecânica] do [IFSC] tiago.silva@ifsc.edu.br

aditiva (MA) está acima de 20%, o que evidencia sua relevância no cenário industrial atual (EMBRAPII, 2024).

O desenvolvimento de produtos envolve um conjunto de procedimentos sistematizados que busca atender as necessidades dos clientes, considerando recomendações, imposições e aspectos técnicos (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Este artigo tem como objetivo analisar a contribuição da integração entre a tecnologia de escaneamento 3D e manufatura aditiva no desenvolvimento de produtos, utilizando estas ferramentas para a fabricação de um dispositivo destinado à melhoria da medição de rugosidade em rugosímetros portáteis, com base nos princípios do Processo de Desenvolvimento de Produto.

Fundamentação teórica OU Descrição do público envolvido

Segundo Rozenfeld (2006), o processo de desenvolvimento de produtos (PDP) pode ser dividido em: pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento. O pré-desenvolvimento busca identificar e analisar as oportunidades do mercado; o desenvolvimento envolve as etapas de projeto e testes; e o pós-desenvolvimento contempla a introdução do produto no mercado e sua produção em larga escala. Assim as fases de desenvolvimento de produto podem ser visualizadas na figura 1 abaixo.

Figura 1 – Modelo de Referência Rozenfeld



Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006).

Procedimentos metodológicos

O objetivo deste projeto foi criar um dispositivo funcional para ser acoplado a um rugosímetro portátil, suprimindo as demandas tanto da instituição de ensino quanto de outros usuários. A iniciativa surgiu devido às limitações do modelo atual, que dificultavam a realização de medições diretas em peças montadas nas máquinas de usinagem.

O escopo abrangeu desde o levantamento de requisitos até a entrega do protótipo. As atividades incluíram a identificação das demandas, escaneamento 3D dos componentes envolvidos, modelagem 3D no SolidWorks®, seleção de materiais e fabricação. O público-alvo são técnicos, profissionais e estudantes, com frequência de uso diária e vida útil estimada em até 10 anos.

Para auxiliar na modelagem tridimensional e garantir maior precisão na reprodução das geometrias, foi utilizado o Scanner 3D Creality Cr-scan Ferret SE, para digitalizar os componentes existentes, como demonstra a figura 2, integrando esses dados ao software de modelagem SolidWorks®.

Figura 2 – Base Magnética e Rugosímetro Escaneados 3D

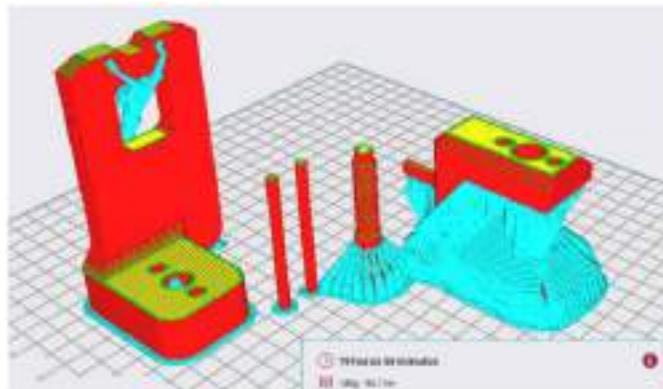


Fonte: Autor (2025).

Na fase de modelagem, foram projetadas quatro peças principais: Garfo (fixação e alinhamento), Base Fixadora (ajuste vertical e firmeza), Fuso (movimento preciso da agulha) e Haste (movimento vertical).

A fabricação das peças foi realizada com a impressora 3D Creality Ender 3 Max Neo, em PLA, utilizando o software Creality Slicer, conforme demonstra a figura 3. O processo de impressão levou cerca de 20 horas, com as peças configuradas para paredes de 4mm, preenchimento de 50% do tipo triangular e utilizando suportes tipo árvore.

Figura 3 – Previsão da manufatura por MEX



Fonte: Autor (2025).

Resultados e discussões

Nos testes iniciais foi verificado que a profundidade alcançada pelo rugosímetro não era efetiva. Deste modo após a impressão do primeiro protótipo o projeto foi readequado e um segundo protótipo foi impresso. A Figura 4, demonstra o modelo do dispositivo desenvolvido para corrigir as necessidades apontadas no teste inicial.

Com as alterações, o rugosímetro manteve o paralelismo correto com as peças a serem medidas, ficou mais rígido e, tornou as aferições mais confiáveis.

Figura 4 – Versão final aprimorada



Fonte: Autor (2025).

Os testes comprovaram que o protótipo atendeu as especificações de medição, além de demonstrar que o dispositivo pode ser acoplado a máquinas de usinagem sem a necessidade de retirar as peças para aferição da rugosidade, facilitando o processo de medição.

Considerações finais

Conclui-se que a integração do scanner 3D com a manufatura aditiva, por meio da impressão 3D, proporciona vantagens significativas ao processo de desenvolvimento do produto, como a modelagem precisa, a produção econômica de protótipos funcionais e a agilidade na implementação de alterações de projeto.

O uso dessas tecnologias favorece a inovação, a eficiência e a adaptação às demandas do mercado. Como aprimoramento futuro, recomenda-se a concepção do dispositivo em materiais alternativos, visando aumentar sua durabilidade e ampliar suas aplicações.

Referências

CANCIGLIERI JUNIOR, Osiris; SELHORST JUNIOR, Aguilar; SANT'ANNA, Ângelo Márcio Oliveira. Método de decisão dos processos de prototipagem rápida na concepção de novos produtos. *Gestão & Produção*, v. 22, n. 2, p. 345-355, jun. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530x633-13>.

EMBRAPII. *Impressão 3D: Como a manufatura aditiva pode transformar a indústria*. Disponível: <https://embrapii.org.br/impressao-3d-como-a-manufatura-aditiva-pode-transformar-aindustria>. Acesso em: 20 abr 2025.

RODA, Filipa. O impacto da inovação na competitividade das empresas no setor industrial. 2024. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico de Leiria, Portugal.

ROZENFELD, Henrique *et al.* *Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo*. São Paulo: Saraiva, 2006. 542 p.

DESENVOLVIMENTO DE UM FRAME PARA COMPETIÇÃO INTERNA DE DRONES DO IFSC COM 330MM ENTRE ROTORES OPOSTOS

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: A. TOMMASI¹; D.SCHÜLER²; L. SEBASTIÃO³

Resumo:

Este artigo contempla o desenvolvimento de um drone quadrotor otimizado para participar da competição DronIFSC 2025. Além do aproveitamento de partes e peças legadas de aeronaves anteriormente desenvolvidas no LabDrones, este projeto de frame incorporou melhorias estruturais, como novas furações para fixação alternativa dos motores e na *centerplate* inferior, além de inovações no trem de pouso. Os braços foram redesenhados para atender à limitação dimensional de 330mm entre rotores opostos e assegurar a integração das proteções de hélice. Outros requisitos do regulamento da competição foram cumpridos no projeto. Como resultado, obteve-se uma aeronave modular, leve, resistente e apta a competir com segurança e eficiência nas provas exigidas.

Palavras-chave: drone; quadrotor; modelagem e impressão 3D; frame.

Introdução

A importância deste trabalho está na aplicação prática de conhecimentos tecnológicos multidisciplinares: modelagem para impressão 3D, design estrutural de peças, montagem e integração de componentes, relacionados ao desenvolvimento de um drone para competições acadêmicas. A proposta permite a intercambialidade com componentes legados do Laboratório de Drones do IFSC Câmpus Florianópolis - LabDrones, promovendo celeridade no projeto. Além da adequação do projeto aos critérios de segurança e desempenho exigidos na competição DronIFSC 2025 (IFSC, 2025). O projeto estimula a inovação ao propor soluções personalizadas, como o trem de pouso com amortecimento e as proteções de hélice integráveis, promovendo o desenvolvimento de habilidades que relacionam o ensino com a prática. As alterações propostas foram motivadas pelo aprendizado junto ao LabDrones e do propósito de obtermos resultados positivos no desempenho do drone e nas provas da competição.

¹ Alexandre Schneider Tommasi do curso Técnico em Eletrotécnica - Subsequente do Câmpus Florianópolis, alexandre.st@aluno.ifsc.edu.br.

² Douglas Schüler do curso Técnico em Eletrotécnica - Subsequente do Câmpus Florianópolis, douglas.s1991@aluno.ifsc.edu.br.

³ Leandro de Medeiros Sebastião docente do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica do Câmpus Florianópolis, leandro.medeiros@ifsc.edu.br.

Fundamentação teórica

Do ponto de vista estrutural foram aplicados conceitos de alívio de tensões e distribuição de carga para projetar furações e pontos de fixação mais adequados. As soluções adotadas no trem de pouso e nas proteções de hélice baseiam-se na premissa de dissipação de energia, visando prevenir falhas por impacto, objetivando a integridade do drone e segurança dos operadores em pousos forçados. A configuração 'X' do drone, bem como dimensões e limites de peso, foi utilizada com base em requisitos do regulamento da Competição DronIFSC 2025 (IFSC, 2025), guiando as decisões de projeto, assegurando a conformidade técnica do protótipo com os critérios de avaliação exigidos.

Para a modelagem 3D foi utilizado o *software* FreeCAD 1.0, que permite a criação de peças com precisão dimensional e facilidade de edição, atendendo às necessidades de intercambialidade e otimização estrutural. A etapa seguinte a este trabalho consiste na impressão 3D em ABS, que será indicada por suas propriedades mecânicas favoráveis, como resistência ao impacto e durabilidade, fundamentais para componentes sujeitos a esforços repetitivos, como os do frame do drone.

Procedimentos metodológicos

Este trabalho foi realizado em etapas sequenciais: aproveitamento de peças anteriormente desenvolvidas e utilização aplicada de software de modelagem 3D. Inicialmente, realizou-se um estudo dos componentes legados disponíveis no LabDrones, identificando peças como *centerplates* e suportes que pudessem ser reaproveitados neste novo projeto. As peças foram devidamente modeladas em *software*, respeitando parâmetros de intercambialidade, restrições dimensionais e requisitos funcionais. Após a primeira modelagem, foram executadas modificações no projeto estrutural do frame, incluindo novas furações para facilitar diferentes configurações de fixação de motores, além de abertura central na *centerplate* inferior para facilitar a passagem de cabos e montagem virtual, como pode ser visto na figura 1.

Figura 1 – *Centerplate* inferior e braço (da esquerda para direita)



Fonte: Autoria própria.

O trem de pouso foi desenvolvido com foco em absorção de impacto e contornos que reduzem o risco de travamento no solo em pousos ou colisões. Em relação aos braços, foram redesenhados para se adequarem ao limite de 330 mm entre rotores opostos, como indica a Figura 2.

Figura 2 – Trem de pouso e indicação de distância de 330 mm entre rotores opostos.



Fonte: Autoria própria.

O frame será composto por peças impressas em 3D integradas ao sistema elétrico e eletrônico. Após a montagem, são realizados ajustes, calibração e parametrização para garantir um voo estável e seguro. Dessa forma, a elaboração criteriosa do projeto de frame em *software* CAD 3D é uma ferramenta essencial para assegurar os resultados objetivados.

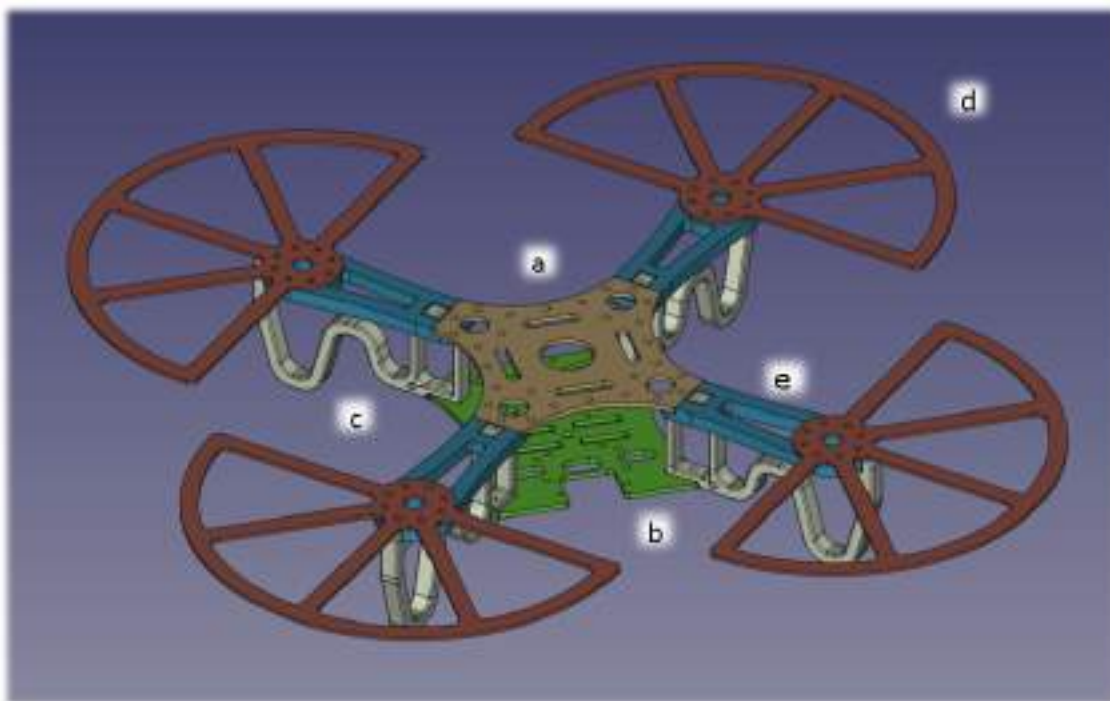
Resultados e discussões

Como resultado do projeto de frame, foi possível manter a intercambialidade entre componentes e atender às exigências da competição. A utilização de um software parametrizado permitiu a criação de peças com precisão dimensional, facilitando a montagem virtual e viabilizando futuras manutenções ou modificações. A posterior impressão 3D em *ABS* é proposta para obter-se estruturas leves e resistentes, atendendo aos requisitos de peso e robustez para voo e impactos eventuais. Após a montagem do protótipo, será possível avaliar se as otimizações e implementações no frame, como as

novas furações e o alívio estrutural central, facilitarão o roteamento de fios e contribuirão para a organização interna dos componentes embarcados.

O desenvolvimento do trem de pouso com amortecimento e geometrias de escoamento foi realizado com vistas à redução dos impactos na estrutura em situações de pouso forçado. Pretende-se que as proteções de hélice sejam eficazes em situações de colisão lateral e inclinação de até 30°, impedindo contato entre as hélices e obstáculos ou o solo. A Figura 3 ilustra a montagem do frame do drone com as *centerplates* superior (a) e inferior (b), trens de pouso (c), protetores de hélice (d) e braços (e).

Figura 3 – Frame do drone quadrotor.



Fonte: Autoria própria.

O resultado final é o projeto de um drone quadrotor modular, com configuração em 'X', dentro das especificações dimensionais e de peso, otimizado para provas de passagem por obstáculos e frames. O projeto foi documentado e os arquivos digitais das peças modeladas foram armazenados em repositório interno do LabDrones, podendo ser reaproveitados em futuras versões e possíveis novos projetos.

Considerações finais

Os objetivos propostos foram alcançados, com o desenvolvimento de um drone

quadrotor modular, otimizado para determinadas provas da competição DronIFSC, sem prejuízo das exigências técnicas da competição. As escolhas metodológicas, como a reutilização de componentes legados e modelagem/simulação no FreeCAD 1.0, mostraram-se eficazes para aliar funcionalidade, economia de recursos e personalização do projeto. As principais dificuldades estavam relacionadas à utilização do *software*, necessário para a realização de diversos testes iterativos e refinamento contínuo do design.

A atividade contribuiu significativamente para a formação dos estudantes envolvidos, promovendo o desenvolvimento de competências técnicas em *CAD* e resolução de problemas reais. Além disso, fortaleceu habilidades como trabalho em equipe, organização de processos e documentação técnica. Como principal alcance, destaca-se a criação de um projeto de aeronave funcional e otimizada, com potencial de replicação e aprimoramentos futuros.

A experiência demonstrou a efetiva indissociabilidade entre ensino e pesquisa. O projeto surgiu da participação em competições acadêmicas, aplicou metodologias de pesquisa para resolver desafios técnicos reais e gerou um resultado com valor aplicado, reforçando o papel de formação integral da instituição.

Referência ao fomento recebido

Este trabalho foi viabilizado com apoio do Câmpus Florianópolis do IFSC, com a viabilização de espaço físico para as atividades do Laboratório de Drones e destaque para o DAE (Departamento Acadêmico de Eletrotécnica) que fornece a infraestrutura complementar do laboratório. Registra-se também o apoio da FEESC (Fundação Stemmer para Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação), por meio do edital “Conexões para Inovar”, que contemplou a equipe de drones do Câmpus Florianópolis nos anos de 2024 e 2025;

Referências

FREECAD. *FreeCAD: parametric 3D modeler.* Versão 1.0. Disponível em: <https://www.freecad.org>. Acesso em: 23 abr. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA (IFSC). *Regulamento da Competição DronIFSC 2025.* Florianópolis: IFSC, 2025. 34 p.

ANÁLISE DE AUTONOMIA DE VOO EM DRONE COM BATERIAS DE DIFERENTES CAPACIDADES DE CARGA.

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: J. CHAVES¹; A. OLIVEIRA²; L. SEBASTIÃO³.

Jean Monteiro Azevedo Chaves; Antonio Augusto Groehs de Oliveira; Leandro Medeiros de Sebastião.

Resumo:

O presente trabalho aborda uma metodologia comparativa de baterias com capacidade de carga diferentes, utilizadas em um mesmo drone para avaliar a autonomia de voo. O procedimento adotado foi a realização de voos com um drone utilizando dois conjuntos de baterias com capacidade de carga diferentes até o nível mínimo. Posteriormente, foram calculados o tempo de voo/autonomia da aeronave e o rendimento, em g/W, desempenhado em cada configuração. O método utilizado evidenciou a conveniência de identificação da configuração de melhor desempenho da aeronave para a seleção correta do banco de baterias que será aplicado, a partir do requisito operacional.

Palavras-chave: drone; eficiência; autonomia; bateria.

Introdução

Na atualidade, a utilização de drones para a execução de tarefas do dia a dia vem tomando espaço nas mais diversas áreas do mercado (SANTOS FILHO et al., 2024). Para a realização de diversas missões com drones, uma das características mais relevantes é a autonomia/tempo de voo da aeronave. Dessa forma, este trabalho consiste em analisar a autonomia de voo para um RPA (*Remotely Piloted Aircraft*, ou aeronave remotamente pilotada), desenvolvida para realizar trabalhos de inspeção.

Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar o tempo de autonomia desempenhado por uma aeronave específica, com a utilização de dois conjuntos de baterias LiHV (*Lithium High Voltage*, ou bateria de lítio de alta tensão) com capacidades de carga diferentes. Também será avaliada a eficiência, em g/W, desempenhada pela aeronave a partir de diferentes TOW (*Take-Off Weight*, ou peso de decolagem) decorrentes da utilização de baterias com massas distintas entre si.

¹ Jean Monteiro Azevedo Chaves [Engenharia Elétrica] do IFSC, jean.ac18@aluno.ifsc.edu.br.

² Antonio Augusto Groehs de Oliveira [Sistemas de Energia] do IFSC, antonio.ag@aluno.ifsc.edu.br.

³ Leandro de Medeiros Sebastião [Departamento Acadêmico de Eletrotécnica], leandro.medeiros@ifsc.edu.br.

Fundamentação teórica

O tempo de voo ou autonomia de drones elétricos multirrotores depende de uma complexa interação entre capacidade de carga disponível pelas baterias, peso de decolagem e eficiência do sistema de propulsão. O acréscimo de baterias com maior capacidade, em mAh, resulta inevitavelmente em aumento do peso, o que pode exigir maior potência dos motores para manter o voo estacionário, reduzindo o ganho líquido de autonomia. Além disso, a eficiência dos rotores, usualmente expressa em gramas de sustentação por watt consumido (g/W), é um parâmetro chave para avaliação do rendimento global do sistema, variando conforme o regime de operação e o dimensionamento do conjunto motor-hélice (MAD COMPONENTS, 2025). Operar o drone próximo à sua faixa ótima de peso, onde a relação entre sustentação e disponibilidade de energia é maximizada, torna-se essencial para alcançar maiores tempos de voo. Dessa forma, a simples adição de baterias maiores, sem considerar a eficiência do sistema e o ponto ótimo de operação, pode resultar em ganhos de autonomia aquém do esperado.

Procedimentos metodológicos

A realização dos ensaios foi operacionalizada em três etapas distintas. A primeira etapa foi a seleção da aeronave que foi aplicada nos ensaios. Posteriormente, a escolha de diferentes modelos de bateria LiHV suportados pelo drone previamente selecionado. A última etapa foi a realização de voos para obtenção dos dados a serem avaliados.

A aeronave utilizada neste trabalho, utiliza uma tensão nominal de 12 células (12S⁴) para operação. A partir desse requisito, foram selecionadas dois conjuntos de baterias LiHV, sendo uma com capacidade de 22000mAh e outra com 32000mAh.

Como o objetivo do trabalho é medir a autonomia, ambos os conjuntos de baterias foram completamente carregados, com tensão inicial de operação em 52V. Para assegurar o consumo total da capacidade dos dois conjuntos, o drone finalizou automaticamente o voo quando o valor da tensão da bateria atingir 42V.

A aeronave selecionada para o desenvolvimento deste trabalho foi um drone quadrotor desenvolvido no Laboratório de Drones. Na Tabela 1, está apresentado as principais características do RPA e também as respectivas massas para os ensaios realizados.

⁴ Para baterias de polímero de lítio (LiPo), a tensão nominal por célula (s) é de 3,5V. Já para baterias de lítio de alta tensão (LiHv), a tensão nominal por célula é de 3,8V.

Tabela 1 - Layout dos ensaios de autonomia realizados.

Configuração	Baterias	Motores	Hélices	TOW
1	2 baterias LiHV, 6S em série de 22000mAh	BLDC 150 KV	24"	10,37 kg
2	2 baterias LiHV, 6S em série de 32000mAh	BLDC 150 KV	24"	11,02 kg

Fonte: elaborada pelos autores.

Em cada configuração, foi registrado o TOW utilizando uma balança/dinamômetro comum e em seguida realizado o voo, monitorado com um cronômetro digital.

Após a decolagem, o drone manteve-se pairado a uma altitude de aproximadamente 3 metros do solo até que a bateria atingisse o nível mínimo de tensão e a controladora de voo acionasse o pouso automático. Foram tomados devidos cuidados para que os procedimentos de voo em ambas as configurações fossem idênticos, operacionalmente.

Resultados e discussões

Os ensaios foram realizados no mesmo dia, no campo sintético do IFSC Câmpus Florianópolis, com o objetivo de manter as mesmas condições de operação da aeronave nas diferentes configurações. A Figura 1 apresenta a temperatura ambiente e velocidade de vento levam em conta o período de das 16:00 até as 18:00 horas do dia 23/04/2025.

Figura 1 – Registros obtidos no momento dos ensaios: a) temperatura/vento, b) mapa.



a

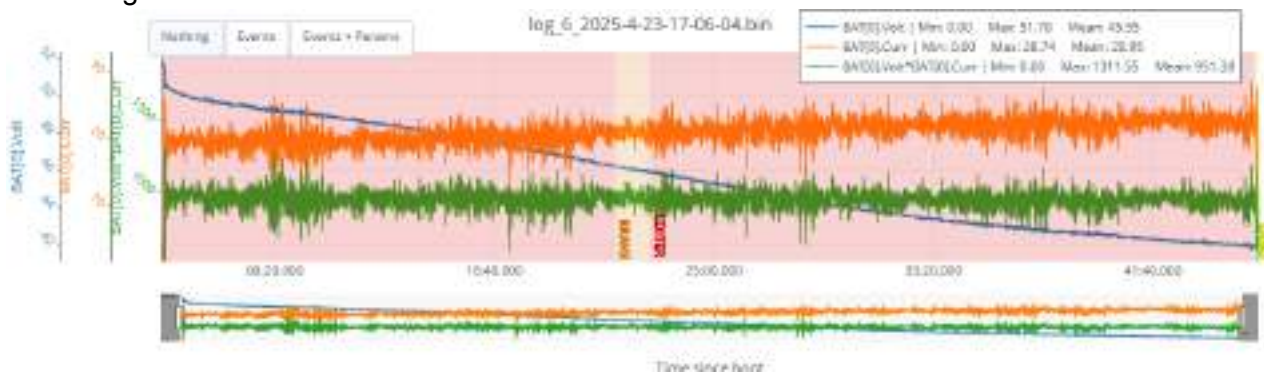


b

Fonte: Windy.com.

Com a realização do ensaio com a configuração 1, foi possível verificar uma autonomia de 41min34seg, com um consumo médio de 951,38 W, ao longo do voo. A Figura 2 apresenta graficamente o comportamento das grandezas elétricas durante o voo, assim como registra o tempo total que a aeronave permaneceu no ar.

Figura 2 – Grandezas elétricas durante voo de autonomia com bateria de 2200 mAh



Fonte: Dados obtidos através do log de voo da aeronave.

O gráfico da Figura 2 contém as seguintes grandezas elétricas: tensão e corrente elétricas disponibilizadas pela bateria e potência consumida pela aeronave, destacados respectivamente pelas cores azul, laranja e verde.

A partir destas informações, é possível verificar que a tensão da bateria foi diminuindo ao longo do voo e a corrente elétrica consumida pela aeronave foi aumentando, evidenciando que a potência demandada pela aeronave manteve-se constante. Levando em consideração a potência média consumida pela aeronave, para o TOW de 10,37 Kg, a eficiência g/W desempenhada foi calculada em 10,90 g/W.

Para a realização do ensaio com a configuração 2, foi possível atestar uma autonomia de 60min59seg, resultando em um consumo médio de 1053,26 W, ao longo do voo. A Figura 3 apresenta graficamente o comportamento das grandezas elétricas para o segundo ensaio.

Figura 3 – Grandezas elétricas durante voo de autonomia com bateria de 3200 mAh



Fonte: Dados obtidos através do log de voo da aeronave.

A partir da Figura 3, é possível avaliar as mesmas grandezas elétricas da Figura 2, porém conforme esperado pelos autores do trabalho, o consumo de energia teve aumento

médio de pouco mais de 100W. Apesar da segunda configuração ter apresentado maior autonomia para a aeronave, a eficiência calculada para o MTOW de 11,02 Kg, desempenhada por cada rotor é equivalente a 10,46 g/W.

Portanto, a relação apresentada anteriormente mostra que apesar de o drone possuir aproximadamente 45,45% a mais de energia na segunda configuração, o tempo de voo aumentou apenas 31,71%. Dessa forma, ainda que na configuração 1 foi possível obter uma maior eficiência dos rotores, o tempo de voo ficou reduzido quando comparado à configuração 2.

Considerações finais

Este trabalho agrega aos discentes envolvidos maior conhecimento para avaliar a autonomia de drones e a eficiência desempenhadas pelos rotores elétricos, através de ensaios em ambientes relevantes. Este trabalho atendeu o objetivo de evidenciar a conveniência da identificação do ponto ótimo de operação de cada drone com o objetivo de maximizar sua autonomia de voo. Todos os ensaios foram realizados com observância criteriosa dos parâmetros de segurança individual e coletiva das pessoas envolvidas.

Referência ao fomento recebido

Este trabalho foi viabilizado com apoio do Câmpus Florianópolis do IFSC, com a viabilização de espaço físico para as atividades do Laboratório de Drones e destaque para o DAE (Departamento Acadêmico de Eletrotécnica) que fornece a infraestrutura complementar do laboratório. Registra-se também o apoio da FEESC (Fundação Stemmer para Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação), por meio do edital “Conexões para Inovar”, que contemplou a equipe de drones do Câmpus Florianópolis nos anos de 2024 e 2025.

Referências

WINDY. Registro da temperatura e vento presentes no momento dos ensaios. 2025. Disponível em: <https://www.windy.com/?-27.595,-48.536,16>. Acesso em: 23 abr. 2025.

SANTOS FILHO, Fernando dos Reis et al. Análise do Desempenho Energético em Frotas de Drones Autônomos. Campinas: Universidade Estadual de Campinas - Instituto de Computação, 2024. 16 p. Disponível em: <https://www.ic.unicamp.br/~reltech/PFG/2024/PFG-24-24.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2025.

MAD COMPONENTS. M6C10 EEE brushless drone motor. 2025. Folha de dados do motor. Disponível em: <https://mad-motor.com/products/mad-components-m6c10-eee?VariantsId=10489>. Acesso em: 27 abr. 2025.

ANÁLISE DE TESTES TRIBOLÓGICOS DE VALIDAÇÃO DE UM EQUIPAMENTO PINO DISCO EM AÇO AISI H13

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: H. FELDMANN¹; F. MARQUES²; P. UGGIONI³; T. PEREIRA⁴; G. ADAMS⁵; C. SCHMADECKE⁶.

EDITAL N° 05/2024/COPPI/CRI
Projeto de Pesquisa

Resumo:

A tribologia é a ciência que estuda o atrito, desgaste e lubrificação, sendo fundamental para a manutenção e otimização de componentes mecânicos. A proposta deste artigo é a síntese do resultado de validação de um tribômetro pino sobre disco no Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus Criciúma. Este equipamento, seguindo as orientações da norma ASTM G99, permite análises precisas do desgaste de deslizamento não abrasivo, essenciais para a inovação e a eficiência da indústria local. A metodologia do trabalho em estudo alicerçou-se na definição dos parâmetros e testes de desgaste em corpos de prova de aço AISI H13. Os ensaios de validação do equipamento proposto evidenciaram resultados satisfatórios, demonstrando uma boa precisão e repetibilidade. O instrumento mostrou ser capaz de avaliar o desgaste e atrito dos tribossistemas de maneira confiável.

Palavras-chave: AISI H13; pino disco, desgaste.

Introdução

A tribologia é um estudo científico destinado à compreensão do atrito, desgaste e lubrificação envolvidos na interação entre as superfícies de dois ou mais materiais sólidos. Quando os corpos estão em fricção, ou seja, quando há a presença de uma resistência ao deslocamento relativo, vários processos podem estar envolvidos, sendo eles mecânicos, químicos, elétricos, magnéticos e térmicos [1].

O desgaste, concomitantemente com a corrosão e fadiga, são os principais causadores de manutenção e substituição de componentes mecânicos [2]. Nesse sentido, devido ao impacto financeiro causado pelo desperdício de energia e pelas perdas de

¹ Estudante de Mestrado em Engenharia Metalúrgica da UFRGS, Hugo.Wilhelm.feldmann@gmail.com

² Docente do IFSC campus Criciúma da área de Mecatrônica, fernando.marques@ifsc.edu.br.

³ Docente do IFSC campus Criciúma da área de Mecatrônica, perison.uggioni@ifsc.edu.br.

⁴ Docente do IFSC campus Criciúma da área de Mecatrônica, tiago.quartiero@ifsc.edu.br.

⁵ Estudante de Engenharia Mecatrônica do IFSC campus Criciúma, gfingeradams@gmail.com.

⁶ Estudante do curso Técnico em Mecatrônica do IFSC campus Criciúma, camila.s111@aluno.ifsc.edu.br

equipamentos em consequência do desgaste, tornou-se necessária a consciência sobre tribologia para aumentar a eficácia da engenharia [3].

O desgaste por deslizamento é um fenômeno complexo que está presente na interação entre duas superfícies em movimento relativo. Fatores como a carga normal aplicada, o histórico de carregamento, as condições ambientais, a temperatura operacional e a presença de algum tipo de lubrificante são determinantes na quantidade de calor gerado e na taxa de desgaste. Além disso, mecanismos como abrasão, adesão, corrosão e fadiga superficial podem ocorrer simultaneamente, aumentando a complexidade do processo e a dificuldade em prever e mitigar o desgaste [4].

Senão o primeiro, mas de fato estando entre os mais utilizados, o tribômetro pino sobre disco executa experimentos estáveis sem a ocorrência de variações sistemáticas, como exemplo, na mudança de velocidade e área de contato [5]. O método padrão de testes de desgaste com a utilização de um aparelho pino sobre disco é regulamentado pela norma G99 de novembro de 2023, redigida por *American Society for Testing and Materials* (ASTM). Através da descrição do procedimento laboral, é possível determinar o desgaste dos materiais em pares sob condições não abrasivas. Essa análise de desgaste necessita da aquisição de parâmetros importantes como carga, velocidade e distância de deslizamento, pois através do cruzamento de dados e com a medição da perda de volume em milímetros cúbicos do corpo de prova, é possível determinar o desgaste do tribossistema [6].

Atualmente existem tribômetros comerciais extremamente confiáveis, dos quais são capazes de disponibilizar resultados precisos do desgaste dos materiais em análise [7]. Entretanto, esses instrumentos não são acessíveis, devido ao seu custo substancial, inviabilizando, assim, a pesquisa relacionada a tribologia no curso de Engenharia Mecatrônica do Instituto Federal de Santa Catarina - Câmpus Criciúma.

O presente trabalho trata-se do desenvolvimento de um tribômetro pino sobre disco fundamentado nos requisitos da norma ASTM G99, mediante a implementação de um método capaz de adquirir e informar de modo confiável e preciso as propriedades do sistema de desgaste.

Procedimentos metodológicos

Os parâmetros de ensaio, incluindo carga, velocidade, e distância de deslizamento, devem ser rigorosamente medidos, utilizando-se das unidades SI, pois são variáveis que

influenciam no processo de desgaste. Da mesma maneira, os parâmetros das amostras, tais como dimensões, acabamento superficial, forma, composição, microestrutura e dureza, devem aderir às mesmas normas de medição.

A Tabela 1 apresenta dados das amostras escolhidas para validação do instrumento. A esfera de rolamento comercial AISI 52100 foi escolhida para ser utilizada como mostra em forma de pino, pois apresenta uma dureza elevada. O disco de aço AISI H13 (estado recozido) com dureza menor que a esfera, foi usado em torno de comando numérico computadorizado (CNC) com o avanço e resfriamento controlados.

Tabela 1 – Condição do disco e da esfera de teste

	Composição Química %	Dureza HV	Rugosidade Rz (µm)	Rugosidade Ra (µm)
Esfera de AISI 52100	0,95-1,05 C / 0,15-0,35 Si / 0,25-0,45 Mn / 0,025 P / 0,025 S / 1,40-1,65 Cr / 0,30 Ni / 0,08 Mo / 0,20 Cu	697	-	0,020
Disco de aço AISI H13 Diâm. de 40 mm	4,75-5,50 Cr / 1,10-1,75 Mo / 0,80-1,20 Si / 0,80-1,20 V / 0,32-0,45 C / 0,3 Ni / 0,25 Cu / 0,20-0,50 Mn / 0,03 P / 0,03 S	180	5,518	0,903

Fonte: elaborada pelo autor

Figura 1 – Ensaio de validação



Fonte: elaborada pelo autor.

A validação do instrumento proposto, Figura 1, foi realizada por meio de quatro ensaios, mantendo constante a força normal, de 9,47 N, a velocidade periférica, de 0,126 m/s e a distância de deslizamento, de 500 m. Para restringir a influência das variações dos corpos de prova, optou-se por utilizar apenas um disco, variando o diâmetro da trilha de desgaste.

Resultados e discussões

A Tabela 2 apresenta os resultados dos ensaios. A cada ensaio, o disco foi limpo e pesado e a esfera virada. A taxa de amostragem para os ensaios foi de 10 Hz. O coeficiente de atrito do tribossistema foi calculado utilizando a média da carga tangencial dos últimos 10 min de ensaio. Para manter a velocidade periférica constante, a rotação do disco foi ajustada inversamente proporcional à trilha de desgaste.

Tabela 2 – Resultados de testes

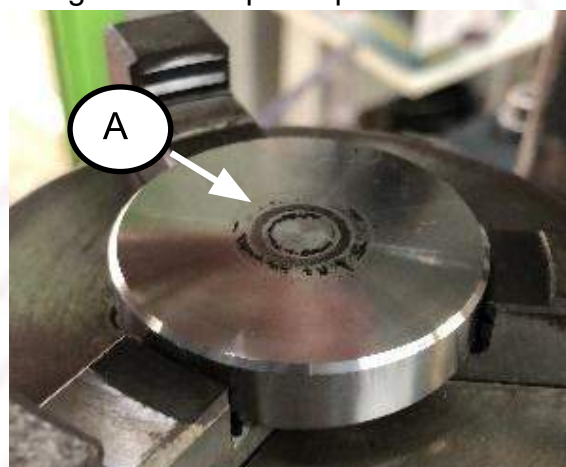
Ensaio	I	II	III	IV
Diâmetro trilha de desgaste (mm)	12	16	24	32
Rotação (rpm)	200	150	100	75
Perda de Massa (mg)	10	12	8	9
Perda de volume disco (mm ³)	1,28	1,53	1,03	1,15
Coeficiente de atrito	0,527	0,493	0,495	0,493

Fonte: elaborada pelo autor.

À medida que a distância de deslizamento aumenta, o desgaste deixa de ser pontual pois há um aumento da superfície de contato entre as amostras. Esse aumento da superfície de contato facilita o deslizamento entre os corpos pois os detritos, originados da fragmentação dos picos de rugosidade, são depositados nos vales, modificando a interação entre os corpos.

A estabilização da força tangencial nos ensaios ocorreu quando o fluxo de ejeção de detritos da trilha de desgaste tornou-se constante. Os ensaios foram realizados sem lubrificação em condições nominais não abrasivas. Em virtude disso, foi possível observar a formação do fluxo de detritos de desgaste, conforme a Figura 2.

Figura 2 – Corpo de prova em teste



Fonte: elaborada pelo autor

Considerações finais

Após análise dos testes tribológicos realizados na amostra de AISI H13 como disco, onde ocorreu o processo de desgaste pela esfera de AISI 52100 pode-se concluir que o equipamento apresentou confiabilidade de replicação dos testes, comportamento dentro dos parâmetros aceitáveis para um equipamento que seja baseado na norma ASTM G99.

As trilhas formadas indicaram espessura regular, quando comparadas umas em relação às outras, demonstrando que o equipamento possui rigidez e consistência.

Referência ao fomento recebido

Os autores agradecem ao EDITAL 05/2024 do campus Criciúma pela disponibilidade de recursos financeiros.

Referências

- [1] GORYACHEVA, I. G. Contact Mechanics in Tribology. Dordrecht: Springer Netherlands, 1998. v. 61
- [2] RAMOS, D. T. L. et al. Projeto de um banco de ensaio de desgaste do tipo “pin-on-disc.” Cerâmica, v. 60, n. 355, p. 443–448, set. 2014.
- [3] KAYODE, J. F.; LAWAL, S. L.; AFOLALU, S. A. An Overview of Tribology and its Industrial Applications. 2023 International Conference on Science, Engineering and Business for Sustainable Development Goals (SEB-SDG). Anais...IEEE, 5 abr. 2023.
- [4] OTTANI, F. et al. Using infrared imaging to measure the friction coefficient during pin-on-disk sliding wear tests. Measurement, v. 225, p. 114048, fev. 2024.
- [5] DA SILVA SIMIONI, G. C. et al. Engineering Design Process in Developing a Pin-on-Disk Apparatus to Perform Dry or Lubricated Sliding Wear Test. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, v. 72, p. 1–9, 2023.
- [6] ASTM. G99-17: Standard Test Method for Wear Testing with a Pin-on-Disk Apparatus. United States, 2023.
- [7] STACHOWIAK, G. W.; BATCHELOR, A. W. Introduction. Engineering Tribology, p. 1–9, 1 jan. 2006.

ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DO INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA - CAMPUS SÃO MIGUEL DO OESTE

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

**Autores: SILVEIRA, P. J.¹; VIEIRA, B. I. L.²; ORSI, G. C.³; SCUZZIATO, M. R.⁴;
FERNANDES, R. C.⁵.**

MACDE - Metodologia de Avaliação da Contratação de Demanda de Energia - Parte IV
TED 9537 SETEC/MEC
Projeto de Pesquisa

Resumo:

Neste estudo, analisa-se o consumo de energia elétrica no Instituto Federal de Santa Catarina, Campus São Miguel do Oeste, utilizando o Modelo de Avaliação dos Contratos de Demanda de Energia (MACDE) desenvolvido pelo Grupo de Estudos em Sistemas de Energia (GESE). O objetivo é determinar a melhor contratação de energia elétrica na instituição. A análise incluiu o histórico de consumo do campus para compreender seus padrões de demanda ao longo do tempo e a avaliação de diferentes cenários para a contratação de demanda, considerando potenciais cenários de crescimento e variações da contratação ao longo do ano. Os resultados indicam que ajustes na demanda contratada têm o potencial de gerar economia nas faturas de energia do campus, destacando a importância da gestão eficiente da energia elétrica em ambientes educacionais.

Palavras-chave: eficiência energética; análise de faturas de energia elétrica; otimização da demanda.

Introdução

Este estudo visa não apenas compreender a dinâmica da contratação de energia elétrica no IFSC câmpus São Miguel do Oeste, mas também propor soluções para otimizar esse processo. Por meio da análise da adequação tarifária e da identificação de oportunidades de economia, pretende-se contribuir para a gestão mais eficiente dos

¹ Estudante do curso de engenharia Elétrica do Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus Florianópolis, petkovic.js@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do curso de engenharia Elétrica do Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus Florianópolis, bruno.v18@aluno.ifsc.edu.br.

³ Docente do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, do Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus Florianópolis, gustavo.orsi@ifsc.edu.br.

⁴ Docente do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, do Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus Florianópolis, murilo.scuzziato@ifsc.edu.br.

⁵ Docente do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, do Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus Florianópolis, piara@ifsc.edu.br.

recursos energéticos da instituição. Dessa forma, este trabalho busca gerar conhecimento acadêmico, e aplicá-lo em benefício da comunidade acadêmica e da sociedade em geral.

Fundamentação teórica

A Resolução Normativa ANEEL nº 1.000/2021 classifica os consumidores de energia do mercado cativo em grupo A (tensão $\geq 2,3$ kV) e grupo B (tensão $< 2,3$ kV). A demanda de energia de um consumidor é a média das potências ativas e reativas em um intervalo de tempo, enquanto a demanda contratada (em kW) é a potência que a distribuidora deve fornecer, ajustável após 12 meses. Se o consumidor exceder essa demanda, gera-se. Já o consumo é medido em períodos de pico e fora de pico, com tarifas mais altas no pico para incentivar o uso fora dele.

No grupo A, há duas tarifas: a azul, para tensões mais altas, com segmentação de demanda e consumo por horário (pico e fora de pico), e a verde, opcional para tensões de atendimento abaixo de 69 kV, com segmentação apenas no consumo. Esses conceitos fundamentam este estudo, que busca otimizar faturas de energia e definir a melhor tarifa e demanda contratada.(ANEEL, 2023).

Procedimentos metodológicos

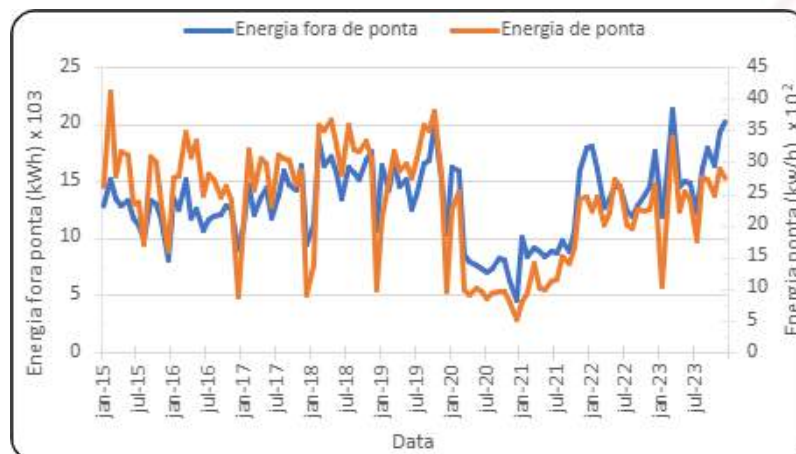
A pesquisa teve início com uma análise da Resolução Normativa ANEEL nº 1.000/2021, focando na estrutura tarifária e suas características. Posteriormente, foram levantados os dados de consumo e demanda de energia do IFSC - Campus São Miguel do Oeste, referentes aos anos de 2015 a 2023, a partir das faturas disponíveis, que incluem informações sobre demanda contratada, demanda faturada e consumo de energia, conforme as Figuras 1 e 2.

Figura 1 – Gráfico da evolução da demanda nos anos de 2015 até 2023.



Fonte: autoria própria (2024).

Figura 2 – Gráfico da evolução do consumo de energia de ponta e fora de ponta nos anos de 2015 até 2023.



Fonte: autoria própria (2024).

Durante a análise dos dados, foi observado que os períodos de 2020 a 2021, marcados pela pandemia, apresentaram valores discrepantes que poderiam comprometer a análise. Por essa razão, optou-se por remover esses dados e prosseguir com a análise dos anos restantes. Em seguida, essas informações foram inseridas na ferramenta MACDE (GESE, 2018), que se baseia na análise do histórico de consumo e demanda da instalação, com o objetivo de otimizar os custos anuais faturados no período (SILVEIRA *et al.*, 2019). Através dessa ferramenta, foram realizadas simulações para recomendação de contratação de demanda visando a redução de custos.

Resultados e discussões

O IFSC Campus São Miguel do Oeste, é classificado como consumidor do subgrupo A4, adotando a tarifa verde, contratando apenas uma demanda, independente do horário de ponta e fora de ponta. Para compreender seu consumo, foram analisadas as faturas do campus de 2015 a 2023, revelando um crescimento médio da demanda, de 4,47% a.a., (excluindo os anos de 2020 e 2021, afetados pela pandemia de COVID-19). E foi possível observar uma redução do consumo na ponta e um aumento do consumo fora da ponta ao longo dos anos da análise, tendo-se um decréscimo médio de 1,72% a.a. para o consumo na ponta e um crescimento médio de 4,59% a.a. fora da ponta, indicando um consumo mais eficiente, com migração do consumo para o horário fora de ponta.

Utilizando a plataforma MACDE, considerando as faturas dos anos anteriores pode-se determinar a melhor contratação de demanda para o Campus em 2024. Atualmente, a demanda contratada é de 98 kW, no entanto, conforme crescimento médio observado, esse valor pode não ser mais o adequado para minimizar os custos de contratação. Nesse sentido, foram propostos diferentes cenários de crescimento de demanda, considerado um e dois patamares de demanda, cuja contratação recomendada para alcançar a maior economia⁶ e eficiência energética é apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 – Cenários de crescimento previsto para o ano de 2024.

Nº patamares	Contratação recomendada (kW)		Economia anual esperada (R\$)		Custo anual esperado (R\$)	
	1º patamar ⁷	2º patamar	1º patamar	2º patamar	1º patamar	2º patamar
0%	109	110/80	1.554,84	3.616,18	248.011,13	245.949,79
3%	112	113/81	2.364,84	4.558,56	255.248,20	253.054,48
5%	114	115/83	2.878,18	5.071,90	260.085,74	257.892,02
7%	116	117/84	3.327,04	5.596,41	264.911,22	262.641,85
9%	119	120/86	3.742,41	6.087,42	269.979,79	267.634,78

Fonte: autoria própria (2024).

Ao observar que a alteração da demanda contratada ao longo do ano resulta em maior eficiência na contratação, percebe-se que isso pode possibilitar uma economia significativa na fatura de energia para o campus São Miguel do Oeste.

⁶ Valores apresentados são esperados, pois foram determinados a partir de previsões para o ano de 2024.

⁷ Patamares referem-se à quantidade de alterações de contratação de demanda realizadas ao longo do ano.

Considerações finais

Após análise das simulações no MACDE, constatou-se que a demanda contratada atualmente atende às necessidades do campus. No entanto, as previsões indicam a necessidade de aumento para 2024. Foram também considerados cenários de crescimento, incluindo expansão na infraestrutura ou no número de consumidores.

Outro aspecto considerado foi a adoção de uma mudança na demanda ao longo do ano (dois patamares), ajustando-a para um valor maior durante os períodos de maior demanda e para um valor menor nos períodos de menor demanda. Essa estratégia se mostrou eficaz na geração de economia para o campus, promovendo melhor eficiência energética. Um cenário a ser considerado em trabalhos futuros é analisar o tempo que a concessionária leva para fazer as alterações de demanda, variando de 1 mês para redução e até 3 meses para incremento, avaliando o impacto nas mudanças de demanda contratada.

Referência ao fomento recebido

Este projeto foi realizado com o apoio financeiro da SETEC/MEC, o que possibilitou a condução das análises e simulações apresentadas.

Referências

ANEEL - Procedimentos de Regulação Tarifária - Proret - Módulo 7: Estrutura Tarifária das Concessionárias de Distribuição, Submódulo 7.1. 2023. Disponível em: https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren20231060_2_1.pdf. Acesso em: 4 abr. 2024.

ANEEL - Resolução Normativa Nº 1.000, de 7 de dezembro de 2021. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.pdf>. Acesso em: 4 abr. 2024.

GESE. Modelo de Avaliação dos Contratos de Demanda de Energia (MACDE). Florianópolis, 2018. Disponível em: <https://gese.florianopolis.ifsc.edu.br/macde/>. Acesso em: 06 maio. 2024.

SILVEIRA, Vitor et al. Gestão dos Contratos de Energia dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia. III CIDESP. Florianópolis, 2019.

APLICAÇÃO DO PDCA COMO ESTRATÉGIA DE SOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM MICROEMPREENDIMENTOS

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: G. ZAMPRONIO¹; E. M. CORDOVA²; R. C. DE SOUZA³; L. G. MENDES⁴.

Projeto de Ensino, Pesquisa e Extensão

Resumo:

Apesar da importância dos microempreendedores individuais na economia, este tipo de negócio sofre com uma série de desafios em sua gestão. Diante a esse contexto, o presente trabalho tem como objetivo promover a solução de problemas em microempreendimentos do município de Caçador/SC, por meio da aplicação do método PDCA e utilizando conhecimentos da Engenharia de Produção, com foco na otimização de processos, organização financeira e controle de estoque. A iniciativa extensionista envolveu a análise prática de negócios locais, onde foram propostas e aplicadas soluções visando maior eficiência na gestão. A metodologia adotada proporcionou aos discentes a vivência prática dos conteúdos estudados, resultando em impacto positivo tanto no aprendizado acadêmico quanto na realidade dos empreendedores atendidos.

Palavras-chave: PDCA; Engenharia de Produção; Microempreendedorismo; Ferramentas da Qualidade; Extensão.

¹ Estudante do curso de Engenharia de Produção do Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus de Caçador, gabriela.z1@aluno.ifsc.edu.br .

² Estudante do curso de Engenharia de Produção do Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus de Caçador, eduardo.mc1997@aluno.ifsc.edu.br .

³ Estudante do curso de Engenharia de Produção do Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus de Caçador, renata.cs01@aluno.ifsc.edu.br .

⁴ Servidor da Coordenadoria do Curso de Engenharia de Produção do Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus de Caçador, lucio.mendes@ifsc.edu.br .

Introdução

O microempreendedorismo individual (MEI) tem se consolidado como um dos pilares da economia brasileira, representando uma parcela significativa dos CNPJs ativos no país. Em Caçador, município localizado no meio-oeste catarinense, esse cenário não é diferente. Atualmente, o município conta com aproximadamente 2.835 microempreendedores individuais registrados, participando em diversas áreas, como ensino de artes cênicas, aluguel de palcos, serviços de adestramento de cães de guarda, aluguel de máquinas e equipamentos para construção sem operador, e lavanderias (MaisMei, 2025).

Apesar do crescimento expressivo no número de MEIs, muitos enfrentam desafios significativos relacionados à gestão de seus negócios. O SEBRAE (2023), aponta que dentre os principais obstáculos estão as dificuldades na gestão financeira, falta de planejamento estratégico, burocracia e legislação complexa, além de desafios relacionados à liderança e capacitação. Além disso, outra pesquisa do SEBRAE (2023) revelou que cerca de 60% dos Microempreendedores Individuais (MEIs) no Brasil ainda misturam finanças pessoais com as do negócio, o que pode comprometer a saúde financeira da empresa. Essas questões impactam diretamente na sustentabilidade e no crescimento desses empreendimentos.

Especialistas em finanças destacam a importância de separar as contas pessoais das empresariais como forma de evitar ilusões de lucro e possíveis prejuízos. Segundo essa visão, é essencial manter um controle financeiro rigoroso desde o início das atividades, o que contribui para uma gestão mais eficiente e reduz os riscos de crise de caixa. O uso de ferramentas de planejamento e controle financeiro na rotina da empresa ajuda o empreendedor a manter o equilíbrio das finanças e a se preparar melhor para imprevistos (ASN RN, 2023).

Diante desse contexto, o presente projeto consiste em apoiar microempreendedores da cidade de Caçador na identificação e solução de problemas do cotidiano, por meio da aplicação de conhecimentos de Engenharia de Produção. A ferramenta para a análise e solução de problemas, o PDCA (Plan-Do-Check-Act), será utilizada para promover melhorias práticas e sustentáveis em microempreendimentos locais. Os fundamentos provenientes da área da Engenharia de Produção serão utilizados para construção das soluções de melhoria.

Público-Alvo

O público-alvo deste projeto são microempreendedores de diferentes setores do município de Caçador, Santa Catarina. Os empreendimentos participantes foram selecionados com base em critérios como interesse demonstrado pelos empreendedores e potencial de aplicação das ferramentas da Engenharia de Produção.

Nesta etapa inicial, participam uma loja de cosméticos e presentes, voltada ao bem-estar e ao autocuidado, e uma barbearia que oferece serviços de estética masculina com foco em qualidade e atendimento personalizado. A proposta é iniciar com um projeto-piloto envolvendo diretamente dois microempreendimentos e seus colaboradores, possibilitando um acompanhamento mais próximo e personalizado. A partir dessa experiência inicial, planeja-se expandir gradualmente o atendimento para um grupo maior de participantes, incluindo outros microempreendedores e a comunidade local interessada nos resultados e aprendizados gerados.

O projeto fortalece a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão ao possibilitar a aplicação prática dos conhecimentos teóricos adquiridos na sala de aula (ensino), promover a coleta e análise de dados reais que podem subsidiar estudos e publicações acadêmicas (pesquisa), e realizar intervenções concretas com impacto positivo na comunidade (extensão). A prática extensionista aproxima os alunos da realidade do mercado, proporcionando vivências práticas de

Os discentes extensionistas participaram de todas as etapas do projeto, desenvolvendo competências técnicas e práticas alinhadas à formação em Engenharia de Produção por meio da aplicação de metodologias na realidade dos empreendimentos.

Procedimentos metodológicos

A metodologia adotada é a pesquisa-ação, com participação ativa dos microempreendedores e discentes em todas as etapas do projeto. As ações foram estruturadas com base no ciclo PDCA (Planejar, Executar, Verificar e Agir). Na fase de Planejar, foi feito um diagnóstico inicial para identificar os principais problemas de gestão e definir objetivos específicos. Como apoio à identificação das causas desses problemas, foi utilizado o Diagrama de Ishikawa, que possibilitou a visualização dos fatores que impactam negativamente a gestão dos empreendimentos. Na etapa Executar,

aplicaram-se ferramentas como planilhas de controle financeiro, organização de estoques e criação de cronogramas. Em Verificar, os resultados foram acompanhados por meio de indicadores simples e observações práticas. Por fim, na fase Agir, foram realizados ajustes nas ações implementadas, promovendo melhorias adaptadas à realidade de cada empreendimento. Esse processo foi repetido conforme novas demandas surgiram, garantindo uma abordagem evolutiva.

Resultados e discussões

O projeto teve início com a etapa de Planejamento (Plan) do ciclo PDCA, na qual foi realizado um diagnóstico detalhado das operações da loja e da barbearia. Em ambas as empresas, identificaram-se falhas significativas nos processos de controle de pedidos, finanças, estoque e comunicação de dados, além do uso excessivo de registros manuais, o que compromete a eficiência, a tomada de decisão e a segurança das informações.

Na loja, os principais problemas envolveram o uso de cadernos para pedidos, ausência de integração com o estoque e falta de automatização no controle financeiro. Já na barbearia, verificou-se que o controle financeiro é feito apenas com anotações em caderno, registrando somente os serviços prestados, sem considerar todas as entradas e saídas, além da limitação de confiabilidade nos dados do aplicativo de agendamento.

Diante desse cenário, foram propostas soluções como a implementação de ferramentas digitais de controle financeiro e de estoque, criação de planilhas automatizadas, fluxogramas de processos para melhorar a organização e o acompanhamento das atividades, bem como o uso de indicadores visuais para facilitar a análise dos dados. A aplicação do Diagrama de Ishikawa também auxiliou na identificação das causas raízes dos problemas financeiros na barbearia, servindo de base para as ações corretivas que serão desenvolvidas nas próximas etapas do ciclo PDCA.

Considerações finais

O projeto demonstrou a importância de conectar teoria e prática na formação em Engenharia de Produção. Com baixo custo e uso de ferramentas simples, foi possível contribuir para a profissionalização de microempreendedores, além de enriquecer a formação acadêmica dos estudantes. O modelo pode ser replicado em outros negócios

com características similares, pois sua base é funcional para empreendimentos gerais, abrangendo as inúmeras ferramentas que podem ser utilizadas tanto para análises quanto para aplicações.

Referências

MAISMEI. MEI (Microempreendedor Individual) em Caçador, SC.

Disponível em: <https://www.maismei.com.br>

ASN RN (Rio Grande do Norte). Cerca de 60% dos MEIs ainda misturam finanças do negócio com contas pessoais. 2023.

Disponível

em:

<https://rn.agenciasebrae.com.br/economia-e-politica/cerca-de-60-dos-meis-ainda-mistura-m-financas-do-negocio-com-contas-pessoais/?ref=blog.stone.com.br>

SEBRAE. Cerca de 60% dos MEIs ainda misturam finanças do negócio com contas pessoais. Brasília: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, 23 mar. 2023.

Disponível em: <https://www.sebrae.com.br>

FECOMÉRCIO-SC. Relatório de datas comemorativas no comércio. Florianópolis: Federação do Comércio de Bens, Serviços e Turismo de Santa Catarina, 2023.

Disponível em: <https://www.fecomercio-sc.com.br>

REVISTA PRODUÇÃO ONLINE. Uso de ferramentas da qualidade em microempresas. Produção Online, Florianópolis, v. 21, n. 2, 2021.

Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br>

FUNDAÇÃO DOM CABRAL. Estudo sobre a aplicação do ciclo PDCA em pequenas empresas. Belo Horizonte: Fundação Dom Cabral, 2020.

Disponível em: <https://www.fdc.org.br>

EMPREENDA SC. Desafios do empreendedorismo em SC. Florianópolis: Empreenda SC, 2023.

Disponível em: <https://empreendasc.com.br>

NEGÓCIOS SC. Principais dificuldades das micro e pequenas empresas. Florianópolis: Negócios SC, 2023.

Disponível em: <https://www.negociossc.com.br>

DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO EM REACT NATIVE PARA OBSERVAÇÃO ASTRONÔMICA

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: A. RAIMANN¹; D. RAIMANN²; E. ROSSETTI³; G. DUARTE⁴; M. RAIMANN⁵.

Resumo:

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um aplicativo móvel multiplataforma em React Native voltado à divulgação e organização de eventos astronômicos observáveis no estado de Santa Catarina durante o ano de 2025. O conteúdo baseia-se no Anuário Astronômico Catarinense 2025, de Alexandre Amorim, que fornece previsões mensais sobre fases da Lua, chuvas de meteoros, eclipses, conjunções, ocultações e oposições planetárias. A proposta visa ampliar o acesso à informação científica regionalizada, com foco em estudantes, astrônomos amadores, profissionais da astrofotografia e o público interessado. O app inclui funcionalidades como agendamento de alertas para fenômenos, previsão de condições de visibilidade, integração com mapas celestes e notícias atualizadas sobre descobertas astronômicas. A metodologia envolveu levantamento bibliográfico, extração e organização dos dados do anuário, prototipagem da interface e desenvolvimento em React Native. Os primeiros testes demonstraram que a ferramenta facilita a popularização do conhecimento astronômico, contribui para a organização de observações e aproxima a ciência do cotidiano.

Palavras-chave: astronomia; tecnologia; calendário astronômico; React Native; divulgação científica.

Introdução

A astronomia, uma das ciências mais antigas da humanidade, tem despertado crescente interesse na sociedade contemporânea, seja por sua relação com o avanço tecnológico ou por sua capacidade de inspirar a curiosidade e o senso de descoberta. No entanto, o acesso à informação astronômica ainda é limitado a nichos específicos, muitas vezes restrito a publicações especializadas ou dados complexos. Diante disso, surge a oportunidade de utilizar a tecnologia como ponte entre o conhecimento científico e o público geral. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um aplicativo para

¹ Estudante do curso Engenharia de Controle e Automação IFSC/Chapecó, andre@andreg.com.br.

² Servidor da área de física UDESC/Pinhalzinho, daniel.raimann@yahoo.com.br.

³ Estudante do curso Ensino Médio Técnico em Informática IFSC/Chapecó, edu.rossetti100@gmail.com.

⁴ Estudante do curso Engenharia de Controle e Automação IFSC/Chapecó, gabrielkleemann@gmail.com.

⁵ Estudante do curso Ensino Médio Técnico em Informática IFSC/Chapecó, milenaghislenniraimann@gmail.com.

dispositivos móveis, baseado no *Anuário Astronômico Catarinense 2025*, que tem por objetivo sistematizar e tornar acessíveis os principais eventos celestes visíveis em Santa Catarina. A proposta contempla a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão ao fomentar o uso educacional do aplicativo, a experimentação técnica no desenvolvimento e a divulgação científica à comunidade.

Fundamentação teórica OU Descrição do público envolvido

O *Anuário Astronômico Catarinense 2025*, elaborado por Alexandre Amorim, astrônomo amador autodidata desde 1989, apresenta uma curadoria detalhada e acessível dos principais fenômenos astronômicos do ano.

Este anuário é recomendado tanto aos astrônomos amadores como para planetários e demais instituições de astronomia, até mesmo aos profissionais dessa área. Dentre os principais eventos temos as máximas declinações norte e sul da Lua seguindo seu ciclo de 18,6 anos, além do próprio eclipse total da lua na madrugada de 14 de março. (AMORIM 2025)

Aplicativos de astronomia, como Stellarium ou Sky Guide, têm popularizado o acesso ao céu noturno, mas poucos oferecem uma abordagem de fenômenos celestes mais específicos e com linguagem adaptada ao público brasileiro. A astrofotografia, por sua vez, é uma prática crescente no Brasil, e demanda precisão temporal e condições ideais de observação – fatores que podem ser otimizados por ferramentas digitais. “O React Native traz o melhor do desenvolvimento com React para o desenvolvimento nativo. É a melhor biblioteca JavaScript da categoria para a construção de interfaces de usuário.” (Facebook Open Source, 2015). O app proposto visa preencher essa lacuna com uma solução acessível, intuitiva e culturalmente localizada.

Procedimentos metodológicos

O desenvolvimento do aplicativo seguiu as seguintes etapas metodológicas:

1. **Revisão bibliográfica e levantamento de dados:** leitura e extração de informações do *Anuário Astronômico Catarinense 2025*;

2. **Planejamento técnico:** definição das tecnologias (React Native, Expo CLI, Firebase para banco de dados);
3. **Prototipagem da interface:** criação de wireframes com base na experiência do usuário (UX);
4. **Codificação:** desenvolvimento das telas principais (início, calendário, fenômeno, alarmes e configurações);
5. **Testes:** execução em emuladores Android/iOS e testes em campo para validação da funcionalidade de alertas e previsões;
6. **Revisão participativa:** coleta de sugestões de estudantes, professores e astrônomos amadores da região.

As funcionalidades principais incluem: calendário interativo com eventos destacados, sistema de notificações para agendamento personalizado, integração com clima local para prever visibilidade, área de notícias com atualizações da NASA e de centros brasileiros, e banco de dados de fenômenos com filtros por tipo (Lua, planetas, meteoros etc.).

Resultados e discussões

A versão beta do aplicativo foi disponibilizada para testes internos e demonstrou-se funcional em suas principais tarefas. O calendário integrado ao banco de dados permitiu visualizar todos os eventos do mês com um toque, facilitando a organização de sessões de observação, especialmente para fins educacionais e atividades de extensão. Os alarmes personalizados foram apontados como um diferencial, especialmente por fotografos astronômicos que dependem de janelas específicas de visibilidade. A interface amigável, com ícones ilustrativos e linguagem acessível, aumentou o engajamento de estudantes. Ainda que em estágio inicial, o projeto demonstra potencial para consolidar-se como uma plataforma de referência local em astronomia observacional, integrando tecnologia, ciência e cultura catarinense.

Considerações finais

O aplicativo desenvolvido alcançou os objetivos propostos, ao tornar o conteúdo do *Anuário Astronômico Catarinense 2025* interativo e acessível por meio de uma ferramenta

digital moderna. A iniciativa contribuiu para a formação técnica dos envolvidos no desenvolvimento, para o fortalecimento da cultura científica na comunidade e para a promoção do interesse pela astronomia. Dificuldades como a limitação de tempo para testes e integração com APIs de clima foram enfrentadas, mas serviram como aprendizado para futuras versões. A indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão se materializou através do uso do conhecimento técnico no desenvolvimento, do estudo aprofundado de conteúdos astronômicos e da aplicação prática com impacto social. Espera-se que o aplicativo, ao ser finalizado e publicado, possa beneficiar escolas, clubes de astronomia, fotógrafos e qualquer pessoa que deseje olhar para o céu com curiosidade e planejamento.

Referências

AMORIM, Alexandre. *Anuário Astronômico Catarinense 2025*. Florianópolis: [Editora independente], 2025.

FACEBOOK. *React Native Documentation*. Disponível em: <https://reactnative.dev/>. Acesso em: 05 maio 2025.

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES REOLÓGICAS AO LONGO DO TEMPO DE UMA ARGAMASSA COLANTE - ACI

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: J. M. CASALI¹; G. C. FOGAGNOLI²; A.M. BETIOLI³; L. M. CALÇADA⁴

Edital 02/PROPP/2024 - Universal
Projeto de Pesquisa

Resumo:

A argamassa colante industrializada é amplamente utilizada no assentamento de placas cerâmicas no Brasil. Apesar da classificação padronizada, diferentes formulações apresentam variações significativas em suas propriedades como trabalhabilidade, frequentemente avaliadas de forma subjetiva pelo aplicador na obra. A ausência de especificações técnicas sobre o comportamento no estado fresco, especialmente as propriedades reológicas, compromete a padronização da aplicação. Além disso, o uso de aditivos químicos, embora essencial para o desempenho inicial, pode levar à perda de trabalhabilidade ao longo do tempo, dificultando o assentamento adequado das placas. Este estudo teve como objetivo avaliar a evolução das propriedades reológicas de uma argamassa colante tipo ACI ao longo do tempo. As amostras foram analisadas por reometria rotacional utilizando a geometria Vane Teste, imediatamente após a mistura (0 h) e após 1 hora. Os resultados indicaram um aumento significativo da tensão de escoamento e da viscosidade aparente, evidenciando uma perda de fluidez ao longo do tempo. Apesar do tempo de utilização recomendado ser de até duas horas, a alteração na consistência pode comprometer a formação e esmagamento adequado dos cordões de argamassa e, conseqüentemente, a aderência do revestimento cerâmico. Os resultados ressaltam a importância de critérios objetivos para a caracterização da trabalhabilidade das argamassas colantes, visando melhor desempenho na aplicação.

Palavras-chave: argamassa colante; propriedade reológica; reometria rotacional; tensão de escoamento; viscosidade aparente.

Introdução

O uso de argamassas colantes industrializadas no Brasil teve início na década de 1970, conforme relatado pela Associação Brasileira das Argamassas Industrializadas (ABAI) (Vitorino, 2019). De acordo com a NBR 14081-1 (ABNT, 2012), a argamassa colante é um produto industrial composto por cimento Portland, agregados minerais e aditivos

¹ Servidora do DACC do IFSC Campus Florianópolis, juliana.casali@ifsc.edu.br.

² Estudante do curso de Engenharia Civil do IFSC Campus Florianópolis. gabriele.c@aluno.ifsc.edu.br.

³ Servidora do DACC do IFSC Campus Florianópolis, andrea.betioli@ifsc.edu.br.

⁴ Servidora do DACC do IFSC Campus Florianópolis, lucianamaltez@ifsc.edu.br.

químicos. Apresenta-se como um material pulverulento seco que, ao ser misturado com água, forma uma massa viscosa, plástica e aderente, utilizada no assentamento de placas cerâmicas, incluindo porcelanatos, para revestimentos.

Na prática, a avaliação do desempenho desse produto quanto à mistura e à aplicabilidade ainda é feita de forma empírica. Segundo Kudo (2012), essa análise é realizada pelo próprio aplicador (pedreiro), que a classifica de forma subjetiva.

Nesse contexto, a determinação de parâmetros reológicos, como tensão de escoamento e viscosidade, torna-se essencial para substituir essas avaliações subjetivas. Além disso, a presença de aditivos químicos pode alterar significativamente o tempo de uso e a trabalhabilidade da argamassa, impactando diretamente sua aplicação.

Diante disso, o presente projeto tem como objetivo avaliar a evolução das propriedades reológicas de uma argamassa colante tipo ACI ao longo do tempo, contribuindo para um melhor entendimento técnico e aplicação mais eficiente do material.

A análise das propriedades reológicas das argamassas colantes evidencia a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, uma vez que estão ligadas diretamente com a aplicabilidade desse produto industrial muito utilizado nas obras. Essa abordagem permite a participação ativa de estudantes em todas as etapas do processo construtivo (mistura e execução). A pesquisa impulsiona a inovação e aprimoramento das argamassas, enquanto a extensão promove a conexão entre universidade, indústria e comunidade, facilitando a transferência de conhecimento, melhoria na formulação dos produtos, maior qualidade e aplicabilidade na construção civil.

Fundamentação teórica

A norma NBR 14081-1 (ABNT, 2012) estabelece a avaliação de apenas três propriedades das argamassas colantes industrializadas: duas no estado fresco (deslizamento e tempo em aberto) e uma no estado endurecido (aderência à tração). No entanto, não há exigências normativas relacionadas à aplicabilidade do produto, como a aplicação por cordões. Nesse cenário, o estudo das propriedades reológicas surge como uma técnica avançada capaz de complementar essas avaliações, oferecendo parâmetros mais precisos sobre o comportamento do material durante a aplicação.

Essa preocupação em investigar as características reológicas foi abordada por Costa (2006) em sua tese, na qual analisou o comportamento reológico de argamassas colantes

tipo AC I por meio do ensaio *squeeze-flow*. A autora demonstrou que diferenças no comportamento reológico estão associadas a fatores da composição, especialmente à distribuição granulométrica, evidenciando a complexidade dos parâmetros que influenciam a aplicabilidade do produto.

Posteriormente, Kudo (2012) comparou três técnicas de caracterização reológica e observou, por meio da reometria rotacional, que a argamassa AC I apresentou maior dificuldade de homogeneização, refletida em maior viscosidade e tensão de escoamento.

Procedimentos metodológicos

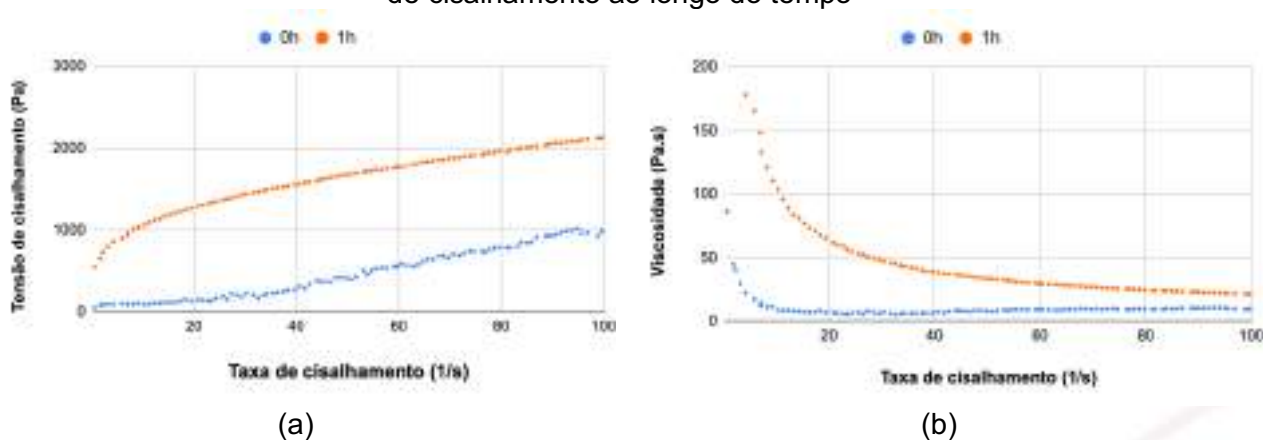
Primeiramente foram misturados 10 kg de argamassa colante do tipo I (ACI) no reômetro Pheso com a proporção de água indicada pelo fabricante na embalagem (1,6 kg). A mistura teve duração de 9 minutos (540 s), no qual até primeiros 100 s era misturado o material anidro, em seguida a água é adicionada constantemente entre 100s a 200s e o restante do tempo foi destinado para a realização da homogeneização da argamassa, conforme realizado por Nascimento (2023). Após essa etapa, a mistura foi finalizada com mais 60 segundos no misturador de argamassa para garantir a homogeneização, seguida de 15 minutos de repouso conforme orientação do fabricante.

O comportamento reológico foi avaliado no tempo de 0 hora e 1 hora por meio de reometria rotacional, em um reômetro Haake MARS III, com geometria cilindro concêntrico aletado (Vane Test), mesmo utilizado por Marco (2023). A quantidade da amostra foi de 25 ml, em uma temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ e com um gap inferior de 11 mm. Primeiramente, aplicou-se um pré-cisalhamento com duração de 60 s a uma taxa de cisalhamento de 100 s^{-1} , seguido de um ciclo de aceleração (ascendente) e desaceleração (descendente) com taxa de cisalhamento de $0,1\text{ s}^{-1}$ a 100 s^{-1} . Os parâmetros reológicos foram obtidos pelo modelo de Herschel-Bulkley (HB) e analisados a viscosidade aparente em 100 s^{-1} .

Resultados e discussões

Na Figura 1 são apresentados os valores obtidos de tensão de cisalhamento (a) e viscosidade (b) versus taxa de cisalhamento para a argamassa avaliada em 0 e 1 hora. Também foi obtido a tensão de escoamento e viscosidade aparente, apresentadas na Tabela 1.

Figura 1 – (a) tensão de cisalhamento *versus* taxa de cisalhamento e (b) viscosidade *versus* taxa de cisalhamento ao longo do tempo



Fonte: Os autores (2025).

Tabela 1 - Tensão de escoamento e viscosidade aparente conforme o tempo de avaliação

Tempo (h)	Tensão de escoamento (Pa)	Viscosidade aparente (Pa.s)
0	49,78	9,97
1	334,4	21,31

Fonte: Os autores (2025).

Observa-se um aumento da tensão de cisalhamento e viscosidade ao longo do tempo. A tensão de escoamento (Tabela 1) aumentou quase 7 vezes e a viscosidade aparente dobrou após 1 hora. Os resultados evidenciam uma perda de fluidez ao longo do tempo. Apesar do tempo de utilização recomendado ser de até duas horas, a alteração na consistência pode comprometer a formação e esmagamento adequado dos cordões de argamassa e, conseqüentemente, a aderência do revestimento cerâmico já com uma hora após a mistura.

Considerações finais

Os resultados obtidos demonstraram um aumento expressivo da tensão de escoamento e da viscosidade ao longo do tempo, indicando uma redução significativa na fluidez da argamassa colante. Embora o tempo de uso recomendado seja de até duas horas, as alterações na consistência observadas nesse intervalo podem comprometer a formação eficiente dos cordões de aplicação, afetando diretamente a aderência do revestimento cerâmico. Esses dados evidenciam a necessidade da adoção de critérios técnicos e objetivos para a avaliação da trabalhabilidade das argamassas colantes, a fim

de garantir melhor desempenho, qualidade na aplicação e durabilidade do sistema de revestimento.

Referência ao fomento recebido

Os autores agradecem ao CNPq e ao Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) - Campus Florianópolis, que concederam as bolsas de Iniciação Científica (IC), infraestrutura e verba para a realização do projeto.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14081-1: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Parte 1: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.
- COSTA, M. R. M. M. Análise comparativa de argamassas colantes de mercado através de parâmetros reológicos. São Paulo. 2006. 131 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- KUDO, E. K. Caracterização reológica de argamassas colantes. São Paulo, 2012. 140 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- MARCO, F. Estudo do uso de resíduo oriundo do sistema de dessulfurização de gases (FGD) como adição em argamassa estabilizada. Florianópolis, 2023. p. 175. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023.
- NASCIMENTO, C. E. Avaliação da influência da variabilidade de lotes de cimento Portland nas propriedades reológicas de pastas cimentícias para concretos de alto desempenho. 2023. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023.
- VITORINO, S. J. Desenvolvimento de argamassa colante polimerizada para aplicação de revestimento cerâmico em fachadas. Belo Horizonte, 2019. 103 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

ALIMENTOS ORGÂNICOS: POSSIBILIDADES E DESAFIOS

Divisão Temática

Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: B.R. PARISOTTO¹; E.C. RECH²; J.LOTERIO³; V. SILVA⁴

Edital 2024_DAE/PROEN 04 - EAN
Projeto de Ensino, Pesquisa e Extensão

Resumo:

O projeto desenvolvido no IFSC Câmpus Chapecó busca conscientizar os estudantes sobre a importância da alimentação saudável, com foco nos alimentos orgânicos e na economia solidária. A proposta vai além da sugestão de melhoria no padrão alimentar, inclui reflexões sobre a origem dos alimentos, seus impactos na saúde física, mental e no aprendizado, além de seus valores sociais, culturais e ambientais. A metodologia envolveu pesquisa teórica, visitas técnicas, aplicação de questionários, oficinas práticas e participação em eventos como conferências e feiras. Os resultados da pesquisa indicam que a maioria dos estudantes reconhece a influência da alimentação na saúde mental e no desempenho acadêmico, embora existam barreiras como falta de informação e acesso. Oficinas culinárias e ações em eventos públicos permitiram vivências práticas, incentivando o consumo consciente e a valorização da produção local. O projeto destaca que a escolha por produtos orgânicos carrega significados que vão além do preço, alinhando-se aos princípios da Economia Solidária (EcoSol).

Palavras-chave: Economia Solidária; Alimentação Saudável; Sustentabilidade.

Introdução

Um debate necessário nas escolas, principalmente em relação à juventude, é a alimentação. Mas não é só sugerir alimentação de qualidade, mas como fazer isso, o que comer, de onde vem nosso alimento e por que consumi-lo. Também é importante debater os demais fatores que envolvem a alimentação, como seu preço, seu valor social, cultural, entre outros aspectos que são, por sua vez, características dos produtos orgânicos e da EcoSol (SINGER, 2013). O projeto consistiu em fazer um estudo da relação entre os valores associados à opção pelos produtos orgânicos: preocupação com a saúde, segurança alimentar, sabores, origens produtivas e geográficas, opção por produtos

¹ Estudante, Curso técnico de Sistemas em Energia Renovável, IFSC Câmpus Chapecó. E-mail para contato: bianca.r2007@aluno.ifsc.edu.br

² Estudante, Curso técnico de Sistemas em Energia Renovável, Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Chapecó. E-mail para contato: emilly.cr@aluno.ifsc.edu.br

³ Professor EBTT de Matemática e Economia Solidária IFSC, câmpus Chapecó. E-mail: janilson.loterio@ifsc.edu.br.

⁴ Assistente social do IFSC, câmpus Chapecó vosnei.silva@ifsc.edu.br

frescos, atenção à conservação das condições naturais do local de produção, preocupação com as relações sociais de produção, entre outros, de forma que os estudantes consigam ampliar seus horizontes em relação ao tema. Também ao investigar este tipo de produção e comércio, mais do que perceber o preço, o valor em dinheiro, temos buscado compreender o significado do apreço, o apreciar, inserido no ato de optar pelos produtos orgânicos, uma vez que esses estão associados a um conjunto de valores que extrapolam as questões monetárias e revelam preocupações dos consumidores, em nossa época, sobre a sustentabilidade ambiental e social.

Fundamentação teórica

A alimentação sempre foi uma preocupação para todas as sociedades. Conforme BAMBARDI (2016), se revela que a alimentação interfere na saúde, seja física, em forma de câncer, ou, seja emocional, com os suicídios. Importante também, são os impactos na aprendizagem, pois segundo GARATTONI; SZKLARZ (2020) o órgão que mais consome energia é o cérebro, responsável por 20% da taxa de metabólica basal, afetando na liberação de dopamina, responsável principalmente pelas emoções. A comida tem o poder de aumentar ou reduzir níveis de neurotransmissores e provocar alterações dos tecidos cerebrais, estimulando a ansiedade e/ou depressão, influenciando o comportamento humano. Alimentos ultraprocessados tendem a desregular os mecanismos hormonais e cerebrais no controle do apetite. A ingestão e/ou falta de determinados alimentos podem causar danos sérios nos indivíduos, a exemplo do sal e do açúcar, que podem provocar mudanças cerebrais ou físicas, como ansiedade, depressão e hipertensão arterial. Essas questões emocionais podem influenciar negativamente no aprendizado e no comportamento social dos estudantes.

As áreas urbanas são sensíveis ao crescimento de estabelecimentos voltados para uma alimentação mais saudável, por sua vez, a alimentação a base de produtos naturais e, sobretudo, se forem orgânicos, não está ao alcance de toda a população. São vários os motivos que contribuem para isso: a limitação da oferta; os preços altos; o desconhecimento da população do mercado alternativo - que são as feiras e as vendas diretas. As feiras e vendas diretas estão associadas à dinâmicas de produção e de comercialização composta por pequenos produtores/comerciantes, que são descapitalizados para fazer divulgação e, portanto, não se tornam conhecidos pela

população de um modo geral. Seja potencial ou já existente, no município de Chapecó, nosso campo de estudo, existe uma grande quantidade de iniciativas de produção e de comércios de produtos orgânicos. Como já dizia SANTOS (1991, p. 73), é necessário estabelecer a “organização da circulação” dos alimentos no meio urbano. No Brasil, de forma acelerada, propagam-se feiras de produtos orgânicos, agroecológicos, de economia solidária, bem como as vendas com entregas diretas no próprio domicílio ou em grupos, em forma de CSA (*Community Supported Agriculture*), etc. Na esteira da busca por uma alimentação saudável, do consumo consciente e do comércio justo, proliferam-se formas de comercialização alternativa, que são chamados circuitos curtos (circuitos curtos seriam as formas de comércios locais, com um mínimo de atravessadores, o que diminui os custos e as perdas e, portanto, permite as vendas a preços justos), como as feiras de orgânicos e as entregas de cestas de orgânicos nos próprios domicílios.

Procedimentos metodológicos

A metodologia foi realizada por etapas, onde os estudantes realizaram a pesquisa bibliográfica e participaram de eventos relacionados à alimentação saudável, produtos orgânicos e EcoSol. Ocorreram visitas técnicas, inicialmente com os bolsistas e posteriormente com os demais estudantes. Para aperfeiçoar a coleta de dados, foi realizada uma sondagem com os estudantes, depois, analisados os dados com os resultados gerais obtidos. Para colocar a teoria em prática, foram organizadas oficinas sobre alimentação saudável.

Resultados e discussões

Realizamos uma pesquisa a fim de relacionar a alimentação saudável e seus possíveis impactos no aprendizado dos alunos, relacionados com os produtos orgânicos, buscando identificar se a prática de uma boa alimentação impactam a vida acadêmica e a saúde mental dos estudantes e servidores do Câmpus IFSC Chapecó. Destacamos as respostas obtidas: na visão dos servidores e alunos, uma alimentação saudável é aquela que fornece ao corpo os nutrientes essenciais para seu bom funcionamento, garantindo energia, bem-estar e qualidade de vida. Incluindo dieta equilibrada, com variedade de alimentos naturais, como frutas, legumes, proteínas, carboidratos e fibras, evitando o

consumo excessivo de produtos industrializados, ricos em gorduras saturadas, açúcares e conservantes. Além disso, é essencial que a alimentação atenda às necessidades individuais, respeitando o equilíbrio entre saúde e prazer, sem exageros ou restrições extremas. Quando perguntamos se as pessoas consumiam alimentos de origem orgânica, 81,7% das pessoas responderam que sim, o que faz acreditar que há realmente uma preocupação com o consumo desses alimentos. Outro ponto muito interessante foi que, para 90,1% das entrevistadas, a alimentação interfere em nossa saúde mental e 93% acreditam que o desempenho acadêmico dos estudantes tem melhor rendimento quando possuem uma alimentação adequada. Logo, segundo a pesquisa, podemos afirmar que investir em programas de alimentação para os estudantes também é uma forma de melhorar os índices educacionais. Pelos resultados obtidos, podemos afirmar que há uma preocupação geral em ter uma alimentação saudável, mas ainda há falta de conhecimento e condições para alcançar esses objetivos.

Outra atividade realizada foi o *Seminário de Alimentação Saudável*, em conjunto com a *VI Conferência Regional de Economia Solidária*, cuja centralidade foi alimentação saudável e saúde e seus reflexos na EcoSol. Tivemos os depoimentos da Apaco, Epagri, Alunos do IFSC, alunos da UFFS, indígenas e parlamentares. Realizamos primeiramente uma oficina em conjunto com os alunos do módulo 6, do curso técnico integrado de Informática, de como produzir hambúrgueres veganos com substituição para os ingredientes relacionados a alergias alimentares ao ovo, leite e ao glúten. A outra oficina de produtos orgânicos aconteceu na *Feira Livre Pachamama*, no espaço do quiosque⁵, produziram-se as seguintes receitas de alimentos orgânicos: bolo de casca de moranga; bolo salgado de ora-pro-nobis; brigadeiro de biomassa de banana e suco de ervas com limão, além de conhecer um café colonial com outros produtos orgânicos.

Na *Semana Nacional de Ciência e Tecnologia* (SNCT), de 2024 realizaram uma apresentação com o título “*Alternativas alimentares e conscientização sobre alergias: substituições viáveis para uma dieta inclusiva e segura*”, onde abordaram sobre as alergias alimentares ao ovo, o leite e ao glúten, a fim de, conscientizar a diferença entre intolerância e alergia e como desenvolver uma dieta alternativa a esses alimentos, que fosse mais segura para as pessoas que se enquadram como celíacas ou APLV (alergia à proteína do leite de vaca). Em outro momento participamos da *4º Conferência Estadual de*

⁵ Quiosque Pachamama é localizado no interior do município de Chapecó, no Assentamento Dom José Gomes, à 7km do Câmpus do IFSC.

Economia Solidária e Popular, que ocorreu em Biguaçu/SC, onde tiveram sua presença garantida nas palestras e debates, visando a importância da participação da juventude na integração da EcoSol, como, por exemplo, no fomento de políticas públicas para visibilizar a economia solidária e produção manufaturada. Nossa participação na conferência, além de buscar novos conhecimentos, teve como objetivo debater e propor ações sobre alimentação saudável, principalmente com produtos orgânicos, no contexto da EcoSol.

Na Feira de Economia Solidária (Cansei, 14/12) em dezembro de 2024, organizamos a *XII Feira de Economia Solidária*, do IFSC Campus Chapecó, em parceria com o movimento 'Cansei, vou viver de arte', realizada no centro de Chapecó. Na Feira, os alunos do módulos 6 do IFSC produziram alimentos, como cuca, panetone, espetinho de frutas, entre outros, com orgânicos. Também participaram vendendo orgânicos o *Quiosque Pachamama* e a *Apaco* (Associação dos Pequenos Agricultores do Oeste).

Considerações finais

Foram realizadas muitas atividades e algumas levaram à pesquisas que não estavam no planejamento como as pessoas com restrições alimentares. Também participamos de vários debates, relacionados com a EcoSol e dessa forma, percebemos que o tema precisa sempre envolver mais pessoas, pois perpassa toda sociedade, seu funcionamento e seu futuro.

Referência ao fomento recebido

Edital 2024_DAE/PROEN 04 - EAN, financiamento interno

Referências

- BAMBARDI, L.M.- **Pequeno Ensaio cartográfico sobre o Uso de Agrotóxicos no Brasil**. São Paulo: Laboratório de Geografia Agrária – USP, 2016.
- GARATTONI, B.; SZKLARZ E.. **"Smartphone: o novo cigarro."** Revista Super Interessante-Edição 408 (2020): 20-31.
- SANTOS, M. **O trabalho do geógrafo no terceiro mundo**. São Paulo: Hucitec, 1991.
- SINGER, P. **Introdução à economia solidária**. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2013.

DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO WEB PARA ECONOMIA SOLIDÁRIA

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: T. A. N. COLETTI¹; L. E. DACROCE²; M. FRANCISCO³; P. F. TURMENA⁴; F. M. FUGALI⁵; J. LOTÉRIO⁶.

Edital nº 01/2025/PROEX
Projeto de Extensão

Resumo:

O presente projeto propõe o desenvolvimento de um sistema digital de gestão financeira voltado a empreendimentos de Economia Solidária, considerando suas limitações no uso de tecnologias administrativas. A proposta busca oferecer uma ferramenta gratuita, simples e funcional para o controle de vendas, compras, uso de mão de obra, investimentos e análise financeira, promovendo autonomia e sustentabilidade. A metodologia adotou abordagem participativa, envolvendo estudantes de cursos técnicos, docentes e representantes dos empreendimentos. O sistema foi desenvolvido em HTML, CSS e JavaScript (*frontend*) e Java EE (*backend*), com banco de dados MySQL e interface modelada no Figma. O resultado foi uma solução adaptada à realidade dos usuários, capaz de gerar relatórios como margem de lucro, ponto de equilíbrio e capital de giro. A iniciativa fortalece a integração entre ensino, pesquisa e extensão, contribuindo para a formação técnica e cidadã dos alunos e para a inclusão produtiva e o desenvolvimento local.

Palavras-chave: Economia Solidária; Tecnologia; Gestão.

Introdução

O presente projeto tem como objetivo analisar a relação do IFSC – campus Chapecó com a sociedade, oferecendo soluções tecnológicas para grupos historicamente excluídos dos avanços digitais, com foco na economia solidária como resposta às desigualdades do modelo tradicional de produção e consumo. Os empreendimentos

¹ Estudante do curso Técnico em Informática do Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC, campus Chapecó. E-mail: tiago.a24@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do curso Técnico em Informática do Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC, campus Chapecó. E-mail: lucas.d2007@aluno.ifsc.edu.br.

³ Estudante do curso Técnico em Informática do Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC, campus Chapecó. E-mail: mateus.f04@aluno.ifsc.edu.br.

⁴ Estudante do curso Técnico em Informática do Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC, câmpus Chapecó. E-mail: paola.ft2007@aluno.ifsc.edu.br.

⁵ Professor de Informática EBTT no Curso Técnico Integrado em Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC, campus Chapecó. E-mail: fabiner.fugali@ifsc.edu.br.

⁶ Professor de Matemática EBTT no Curso Técnico Integrado em Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC, campus Chapecó. E-mail: janilson.loterio@ifsc.edu.br.

solidários, enfrentando desafios devido à vulnerabilidade e ao acesso restrito a recursos, necessitam de soluções simples e eficientes que promovam inclusão e fortaleçam a autogestão. A relevância deste trabalho está na criação de uma aplicação web que atende a essas demandas, integrando tecnologias acessíveis e métodos de gestão financeira para aprimorar os processos administrativos e impulsionar a transformação social.

Essa iniciativa favorece a integração entre ensino, pesquisa e extensão, proporcionando aos estudantes uma vivência prática em desenvolvimento de soluções reais, enquanto gera um impacto positivo na comunidade local.

Diante do exposto, os objetivos do trabalho são: (i) identificar as principais dificuldades enfrentadas pelos empreendimentos de economia solidária no controle financeiro; (ii) desenvolver uma aplicação web intuitiva e adaptada às necessidades específicas desses grupos; e (iii) promover a integração entre ensino, pesquisa e extensão, contribuindo para a formação crítica e prática dos envolvidos.

Fundamentação teórica

A economia solidária se fundamenta em princípios que valorizam a cooperação, a autogestão e a inclusão social, orientando práticas que vão além do lucro individual para priorizar o bem-estar coletivo. Essa base teórica destaca a necessidade de modelos de gestão que contemplem não só a eficiência administrativa, mas também os impactos sociais e ambientais, promovendo relações de trabalho mais justas e colaborativas.

Estudos na área (SINGER; PAUL, 2002) evidenciam que, ao favorecer a participação ativa dos trabalhadores e empreendedores, os sistemas solidários conseguem estimular a resiliência econômica e o fortalecimento das comunidades. Essa lógica se contrapõe às dinâmicas excludentes do mercado convencional, oferecendo alternativas sustentáveis e democráticas para a organização do trabalho e da produção.

O projeto envolve empreendedores de grupos solidários, como pequenos produtores e artesãos, que enfrentam limitações no acesso a tecnologias para gerir seus negócios. Também mobiliza estudantes do IFSC – campus Chapecó, que, ao desenvolver a aplicação web, aplicam seus conhecimentos teóricos na prática. Essa interação entre estudantes e empreendedores integra ensino, pesquisa e extensão, enriquecendo a formação acadêmica e contribuindo para a transformação social.

Procedimentos metodológicos

A metodologia do projeto seguiu uma abordagem aplicada e participativa, baseada na construção colaborativa entre estudantes e representantes de empreendimentos de Economia Solidária, com o objetivo de alinhar a solução tecnológica às reais necessidades dos grupos atendidos. Inicialmente, foram identificadas as principais dificuldades relacionadas ao controle financeiro, gestão de estoque e avaliação de desempenho, por meio de diálogos com os empreendimentos e análise de materiais sobre Economia Solidária no Brasil. Essa escuta ativa permitiu definir requisitos mínimos que garantissem a funcionalidade, acessibilidade e clareza do sistema para os usuários finais.

O *frontend*, ou seja, a parte visual e interativa do sistema com a qual o usuário interage, foi desenvolvido com base em protótipos criados na ferramenta Figma. Essa etapa permitiu planejar as telas com foco em usabilidade e simplicidade. A partir dos protótipos, iniciou-se a implementação da interface utilizando tecnologias web amplamente acessíveis e de fácil manutenção: HTML, CSS e JavaScript puro.

O *backend*, responsável pelo processamento de dados, regras de negócio e comunicação com o banco de dados, foi implementado com Jakarta EE, utilizando Java Servlets e JSP para gerenciamento de páginas dinâmicas. A persistência de dados foi feita com JDBC, conectando a aplicação ao banco MySQL, que utiliza um modelo relacional para representar entidades como produtos, insumos, vendas e mão de obra. O banco foi projetado para garantir normalização, escalabilidade e clareza nos relacionamentos entre tabelas, facilitando análises e relatórios futuros.

O projeto envolveu estudantes de cursos técnicos em informática e desenvolvimento de sistemas, sob orientação de professores, promovendo uma vivência prática no desenvolvimento de software com propósito social. Estabeleceu-se também uma parceria com empreendedores solidários da comunidade local, que participaram ativamente com *feedbacks* ao longo do desenvolvimento. Dessa forma, o projeto se consolidou como uma experiência integradora entre ensino, pesquisa e extensão, reforçando o compromisso da instituição com a formação cidadã e a transformação social.

Resultados e discussões

Como principal resultado deste projeto de extensão, foi desenvolvido um protótipo funcional de sistema web voltado à gestão financeira e produtiva de empreendimentos de Economia Solidária. O sistema permite o registro detalhado de vendas, compras de insumos, uso de mão de obra e investimentos, além de calcular automaticamente indicadores financeiros como margem de lucro, ponto de equilíbrio e capital de giro.

Esses recursos foram concebidos com o objetivo de subsidiar decisões mais conscientes e estratégicas por parte dos empreendedores, promovendo uma visualização mais clara da situação econômica de seus negócios. A interface foi projetada com foco na simplicidade e acessibilidade, permitindo o uso por pessoas com diferentes níveis de familiaridade com tecnologias digitais. A estrutura modular, com páginas específicas para cada funcionalidade (produtos, insumos, mão de obra etc.), também contribui para uma navegação intuitiva.

Ressalta-se que o sistema encontra-se atualmente como protótipo, desenvolvido com base em demandas iniciais dos empreendimentos atendidos. Sua efetividade depende de validação prática em contextos reais, essencial para ajustes e verificação da aplicabilidade. Embora os resultados preliminares sejam promissores, o pleno aproveitamento dependerá da continuidade do desenvolvimento, testagem e refinamento, com escuta ativa dos envolvidos.

Figura 1 – Protótipos do sistema desenvolvidos no Figma



Fonte: Os autores (2025).

Considerações finais

A partir da implementação do sistema proposto, foi possível consolidar uma ferramenta digital eficaz para atender às necessidades dos empreendimentos de Economia Solidária na gestão de dados financeiros e produtivos. A solução permite registrar vendas, compras, uso de mão de obra e investimentos, além de calcular automaticamente indicadores como margem de lucro, ponto de equilíbrio e capital de giro, oferecendo aos empreendedores uma visão mais clara de sua situação econômica e apoiando decisões estratégicas para o crescimento sustentável.

A interface do sistema foi desenvolvida com foco na simplicidade e acessibilidade, com páginas organizadas por função, facilitando o uso por pessoas com diferentes níveis de familiaridade tecnológica. A página inicial exibe de forma visual e direta os principais dados e indicadores, enquanto seções específicas reúnem informações financeiras detalhadas, equilibrando agilidade e profundidade nas análises. Destaca-se também a área de avaliação solidária, que avalia o alinhamento do empreendimento com os princípios da Economia Solidária e sugere melhorias, reforçando o caráter educativo da proposta.

O sistema também se mostrou promissor como ferramenta pedagógica, ao permitir que estudantes atuem no desenvolvimento de soluções reais para problemas concretos da comunidade. Assim, os resultados alcançados até o momento evidenciam não apenas os ganhos em termos de eficiência na gestão dos empreendimentos, mas também o fortalecimento do vínculo entre ensino, pesquisa e extensão, consolidando o papel do Instituto Federal como agente de transformação social.

Referência ao fomento recebido

O presente trabalho é resultado parcial do projeto de extensão “Economia Solidária: Desafios e oportunidades”, com bolsas aos estudantes financiadas pelo Edital nº 01/2025/PROEX do Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC, campus Chapecó.

Referências

SINGER, P. **Introdução a economia solidária**. 1ª ed. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2002.

TESTES DE SOFTWARE: APLICAÇÃO PRÁTICA NA AVALIAÇÃO DE UMA FERRAMENTA DE ANÁLISE DE SITES E-COMMERCE

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: T. REIS¹; R. REIS²; G. FRANZEN³; V. XAVIER⁴; N. KONIG⁵.

Edital 01/2024/PROPP/GPB - Projeto de Pesquisa

Resumo:

Testes de software são etapa fundamental no processo de desenvolvimento, pois validam o funcionamento da aplicação e o atendimento de requisitos. Além de impactar no uso, a falta dos testes gera custos desnecessários. O objetivo do projeto é compreender e aplicar diferentes tipos de testes em um projeto de software (ferramenta), como: teste unitário, teste de integração, teste de verificação e teste de validação. A ferramenta a ser testada relaciona métricas referentes à utilização de sites e-commerces, coletadas pelo Google Analytics 4 (GA4), com problemas de usabilidade de lojas virtuais. A metodologia é composta por 4 (quatro) etapas: I) desenvolver site e-commerce usando as plataformas Shopify e Loja Integrada; II) criar e realizar testes unitários, de integração e de verificação; III) identificar gestores de e-commerces que queiram participar dos testes de validação do software; e IV) realizar os testes de validação com os usuários e propor melhorias. A relevância para os cursos de Informática do campus Garopaba consiste em ampliar conhecimentos em tecnologias inovadoras e colocar em prática conhecimentos adquiridos. Os estudantes puderam empregar os conhecimentos adquiridos e puderam compreender a importância dos testes, seu valor e quando eles podem gerar custos desnecessários ao projeto.

Palavras-chave: teste de software; métrica; e-commerce; Google Analytics 4.

Introdução

Testes de software são fundamentais no processo de desenvolvimento de software, pois visam "encontrar/revelar falhas e problemas no software, para que sejam corrigidos

¹ Servidor [Contador] do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), rodrigo.reis@ifsc.edu.br.

² Servidor [Docente de Informática] do Instituto Federal de Santa Catarina, thaiana.anjos@ifsc.edu.br.

³ Estudante do curso CST Sistemas para Internet do Instituto Federal de Santa Catarina, gabriel.r2005@aluno.ifsc.edu.br.

⁴ Estudante do curso CST Sistemas para Internet do Instituto Federal de Santa Catarina, victor.f2006@aluno.ifsc.edu.br.

⁵ Egresso do curso Técnico em Informática do Instituto Federal de Santa Catarina, natan.gk25@aluno.ifsc.edu.br.

até que o produto final atinja a qualidade desejada" (MORAIS; ZANIN, 2020, pg. 141). Entende-se como qualidade "o encontro do que está sendo entregue com os requisitos de software levantados no início do projeto, ou seja, o software de qualidade é aquele que atende aos requisitos e às necessidades do cliente" (MORAIS; ZANIN, 2020, pg. 141).

A aplicação dos conhecimentos sobre testes de software foi realizada no projeto de pesquisa a partir do processo de desenvolvimento de software de uma ferramenta que ainda encontra-se em desenvolvimento. A ferramenta tem por objetivo realizar uma análise automática de e-commerces a fim de identificar problemas de usabilidade. A ferramenta analisa a jornada do usuário na loja virtual com base em métricas obtidas pelo Google Analytics 4 (GA4).

O projeto se justifica devido à necessidade que os empreendedores que vendem online possuem em melhorar seus e-commerces; e devido à importância que a área de testes de software possui na realidade atual do ciclo de vida de um software. Os estudantes/membros da equipe, devem dominar os conhecimentos de testes de software pois é fundamental que eles garantam a qualidade, a robustez e a eficiência dos sistemas que desenvolvem.

Fundamentação teórica

A implicação de um software de baixa qualidade aumenta os riscos tanto para o desenvolvedor quanto para o usuário. De acordo com Pressman e Maxim (2021, pg. 318) "o lado negativo de aplicações mal projetadas e implementadas nem sempre resulta apenas em altos custos e mais tempo". "Devemos nos preocupar com a segurança, a confiabilidade, a disponibilidade e a fidelidade – nas fases iniciais, de projeto, de arquitetura, de testes e de codificação, ao longo de todo o ciclo de vida (qualidade) de um software" (PRESSMAN; MAXIM, 2021, pg. 320) .

Quando um software possui erros, falhas e defeitos, o impacto disso é uma experiência negativa na interação dos usuários com o software. Além de impactar no uso, a falta dos testes também gera custos desnecessários ao projeto. Atualmente a qualidade do software está diretamente ligada à realização de teste, que deixou de ser um item opcional e passou a ser visto como uma etapa obrigatória, sendo aderida por toda a equipe. Anteriormente os testes eram vistos como custo pelas organizações, mas agora passaram a ser vistos como investimento.

Procedimentos metodológicos

A metodologia utilizada para atingir o objetivo proposto foi composta por 4 (quatro) etapas: I) desenvolver um site e-commerce usando as plataformas Shopify e Loja Integrada; II) criar e realizar testes unitários, de integração e de verificação para identificar falhas e problemas; III) identificar gestores de e-commerces que queiram participar dos testes de validação do software; e IV) realizar os testes de validação com os usuários e propor melhorias. É fundamental diferenciar os testes de V&V. A verificação é o processo de garantir que o software foi construído corretamente, enquanto a validação é o processo de garantir que o software faz o que o usuário precisa.

Resultados e discussões

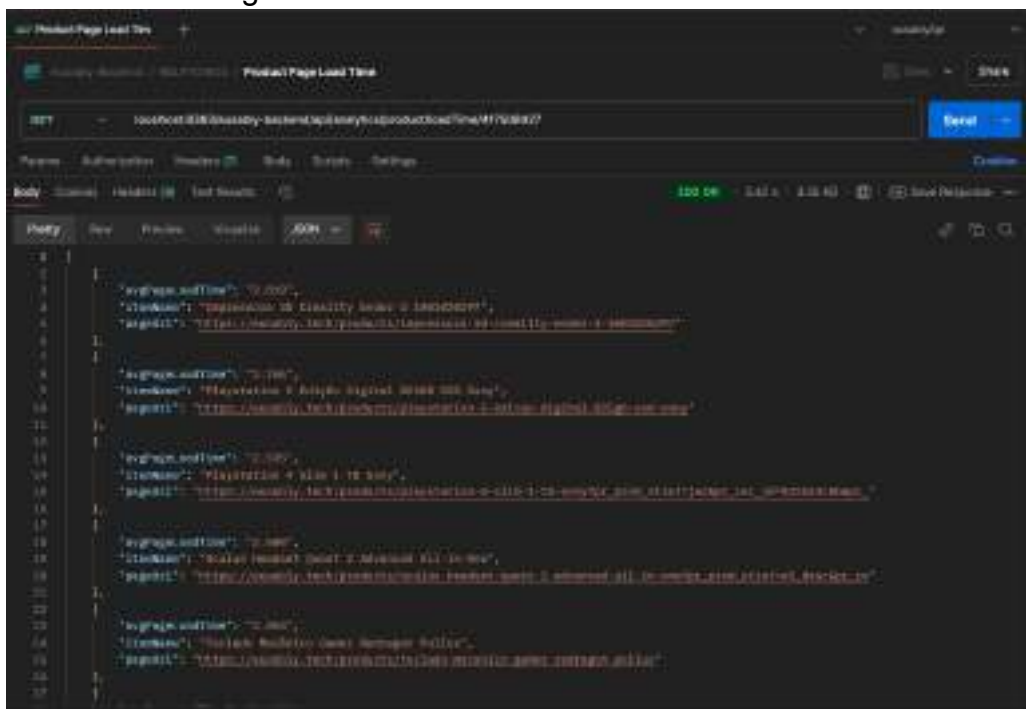
Foram desenvolvidos 2 (dois) sites e-commerce para teste. O primeiro site foi construído utilizando a plataforma Shopify e pode ser acessado neste link [e-commerce eUsably Shopify](#). O segundo site foi construído utilizando a plataforma Loja Integrada e pode ser acessado neste link [e-commerce eUsably Loja Integrada](#). Após a criação dos sites e-commerces, a equipe precisou configurar e testar algumas ferramentas para realizar a análise dos dados. A equipe utilizou o Google Tag Manager para criação de métricas personalizadas, com intuito de analisar a experiência de compradores e verificar a usabilidade da loja virtual.

A fim de realizar a configuração do software utilizado, foi necessário criar um projeto no Google Cloud Console e, em seguida, habilitar a API do Google Analytics 4 (Data API), garantindo o acesso aos serviços necessários para a integração. Após a configuração da conta de serviço dentro do projeto do Google Cloud Console, o arquivo de credenciais em formato JSON foi gerado pela equipe. Por fim, foi adicionado o e-mail dessa conta de serviço como usuário participante da nossa propriedade do Google Analytics 4, assegurando as permissões necessárias para acessar os dados.

No projeto Java da ferramenta, a equipe utilizou o Maven para adicionar as dependências da biblioteca do Google Analytics Data API, o que possibilitou a integração das funcionalidades da API de forma simples e eficaz. Foram implementadas diversas APIs RESTful para testar a coleta de métricas padrão e personalizadas no Google

Analytics 4. O desenvolvimento foi baseado na documentação oficial do Google Analytics 4 (GOOGLE, 2024). A equipe utilizou o Postman para testar as APIs desenvolvidas (Figura 1). O Postman é uma ferramenta que facilita o teste e a integração de APIs, sendo possível enviar requisições para uma API, visualizar as respostas e analisar se tudo está funcionando corretamente.

Figura 1 – Testes das APIs com o Postman



Fonte: elaborado pelos autores.

Para avaliar o interesse na ferramenta e entender como ela poderia melhorar a usabilidade dos negócios e e-commerces, realizou-se uma pesquisa, cujo objetivo principal foi analisar a percepção dos participantes sobre a proposta da ferramenta, sua utilidade e possíveis melhorias antes de uma implementação. criou-se um questionário, disponibilizado aos gestores de e-commerce. O formulário contemplou questões relacionadas com: Seção 1: Identificação de empresas que realizam comércio eletrônico; Seção 2: Plataforma de venda online utilizada, incluindo site próprio, marketplaces e redes sociais; Seção 3: Informações sobre o negócio, como papel do respondente, plataforma de e-commerce utilizada, investimento em melhorias, orçamento disponível, principais reclamações dos clientes, ferramentas de análise de dados e interesse em investir para melhorar a experiência do usuário; e Seção 4: Informações complementares, como porte da empresa, tempo de atuação no mercado, público-alvo e dados de contato.

A pesquisa contou com a participação de gestores de empresas que demonstraram interesse em utilizar a plataforma eUsably e fornecer feedbacks para aprimoramento da ferramenta. Algumas empresas indicaram que estariam dispostas a participar de futuras etapas de validação, contribuindo com insights sobre suas necessidades e expectativas.

Considerações finais

Conforme objetivo proposto, percebeu-se que o projeto conseguiu alcançar satisfatoriamente parte do que foi planejado, permitindo aos estudantes aplicarem diferentes tipos de testes durante o desenvolvimento da ferramenta. Ficou evidente que a equipe conseguiu entender a importância dos testes como uma etapa primordial no desenvolvimento do software. Contudo, houve um equívoco no dimensionamento de prazos para realização das 4 (quatro) etapas propostas na metodologia. O prazo calculado para realização de testes junto às empresas constatou-se subestimado, sendo necessários novos períodos para aplicação dos testes de usabilidade. Porém, foi possível criar os testes para posterior aplicação.

Referência ao fomento recebido

Fomento recebido do Edital 01/2024/PROPP/GPB.

Referências

GOOGLE. Google Analytics 4 API Schema. Disponível em:

<https://developers.google.com/analytics/devguides/reporting/data/v1/api-schema?hl=pt-br>.

Acesso em: dez. 2024.

MORAIS, Izabelly S.; ZANIN, Aline. Engenharia de software. Porto Alegre: Grupo A, 2020. E-book. ISBN 9788595022539. Disponível em:

<https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595022539/>. Acesso em: 10 set. 2024.

PRESSMAN, Roger S.; MAXIM, Bruce R. Engenharia de software. Porto Alegre: Grupo A, 2021. E-book. ISBN 9786558040118. Disponível em:

<https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786558040118/>. Acesso em: 10 set. 2024.

SIMULAÇÃO PRÁTICA DE ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS EM PROJETOS DE ARQUITETURA

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: G. S. JÚNIOR¹; S. DEMBINSKI²; G. DE BEM³; A. SPADOTTO⁴.

Edital Universal Nº 02/2024 PROPII
Projeto de Pesquisa

Resumo:

O termo arquitetura bioclimática é atribuído aos projetos que aliam às condições climáticas do local onde serão executados, estratégias projetuais para aumentar o desempenho térmico da edificação e proporcionar conforto aos seus ocupantes. De forma geral, os softwares de simulação de desempenho térmico requerem um entendimento aprofundado de suas funcionalidades e dos sistemas construtivos a serem modelados. Todavia, sua utilização não é contemplada na grade regular dos cursos técnicos em edificações e engenharia civil. Desta forma, este projeto tem como objetivo principal proporcionar aos educandos a compreensão dos efeitos bioclimáticos de forma lúdica e interativa a partir da materialização de uma maquete e simulação da incidência solar e de ventos na edificação. A materialização do projeto será baseada em uma Habitação de Interesse Social (HIS), executada na Cidade de Canoinhas/SC. Este mesmo projeto foi analisado quanto aos requisitos de desempenho previstos na NBR 15575:2021 e 15220:2005, para a Zona Bioclimática em que foi executado, ZB 1M. Como resultado preliminar, constata-se que durante 73% do ano o clima na cidade de Canoinhas tende a causar desconforto por frio. Já a análise comparando o projeto de HIS com as exigências normativas da NBR 15575:2021, constatou-se que, embora o desempenho térmico do Sistema de Vedações Verticais Externas (SVVE) e área de elementos transparentes atendam aos critérios mínimos, o percentual de ventilação nos quartos está abaixo do recomendado. Esta etapa inicial contribui para fundamentar ajustes futuros na proposta arquitetônica e reforça a importância da avaliação técnica no ensino.

Palavras-chave: conforto térmico; estratégias bioclimáticas; maquetes físicas; sustentabilidade; ensino prático.

¹ Estudante do Curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Santa Catarina, câmpus Florianópolis, gilmar.j13@aluno.ifsc.edu.br

² Egresso do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Santa Catarina, câmpus Canoinhas, sauldembinski4@gmail.com

³ Servidor do Departamento Acadêmico de Construção Civil do Instituto Federal de Santa Catarina, câmpus Florianópolis, gabriel.bem@ifsc.edu.br

⁴ Servidora do Departamento de Ensino, Pesquisa e Extensão do Instituto Federal de Santa Catarina, câmpus Canoinhas, aryane.spadotto@ifsc.edu.br

Introdução

O termo arquitetura bioclimática é atribuído aos projetos que, a partir da observação do comportamento do clima local, são dotados de estratégias passivas para resfriamento, aquecimento e aproveitamento da iluminação natural com vistas ao conforto térmico dos ocupantes do edifício (OLGYAY, et al., 2015). Porém, essa abordagem não faz parte da formação geral do profissional da construção civil justificando-se assim a realização desta pesquisa, que complementa a formação do educando. O objetivo principal deste projeto é facilitar a compreensão dos fenômenos resultantes da interação entre arquitetura e clima. Dentre os objetivos específicos há: (1) caracterizar o clima da cidade de Canoinhas frente às condições de conforto térmico; (2) identificar estratégias bioclimáticas para obtenção de conforto; (3) avaliar o atendimento de um projeto de Habitação de Interesse Social (HIS) às exigências de desempenho da NBR 15575:2021 e NBR 15220:2005; (4) projetar o modelo a ser materializado; (5) construir a maquete física; e (6) avaliar os resultados do emprego de diferentes materiais e percentual de aberturas frente às condições ambientais simuladas. A indissociabilidade entre ensino e pesquisa se dá com protagonismo discente nos processos de aprendizagem e do fazer científico, suportados pela experimentação e do diálogo entre teoria e prática. Além disso, o caráter lúdico da materialização possibilita a realização de ações na comunidade externa.

Fundamentação teórica

Dentre as estratégias para obtenção de conforto térmico e contribuir com o desempenho da edificação há: orientação solar, isolamento térmico, massa térmica e ventilação natural. De acordo com Pina et al. (2011), a utilização de maquetes possibilitam o estudo e avaliação de fenômenos específicos, tais como: localização e orientação solar das aberturas e inserção de elementos de sombreamento. Além disso, os autores atribuem sua importância ao processo criativo: “Para os estudantes de arquitetura e urbanismo, as maquetes são fundamentais para treinar a habilidade mão-olho e estimular o senso de percepção espacial”. (PINA, et al., 2011, p. 110).

Procedimentos metodológicos

A caracterização do clima se deu a partir da ferramenta online ProjetEEE (MINISTÉRIO..., 2025) para a cidade de Major Vieira, SC (26,22° Sul e 50,19° Oeste),

sendo a cidade mais próxima de Canoinhas. O projeto arquitetônico corresponde a uma HIS licitada em 2013 na cidade de Canoinhas. A avaliação de conformidade com a NBR 15575:2021 contempla percentual de abertura para ventilação, percentual de elementos transparentes, transmitância térmica e capacidade térmica da envoltória. Os aspectos previstos na 15220-3:2005 (complementar à NBR 15575:2021 e vigente à época do desenvolvimento do projeto de HIS licitado) incluem atraso térmico e fator solar de superfícies opacas. A materialização contemplará apenas a envoltória da edificação, reproduzida com diferentes materiais e dimensões das aberturas frente à três estratégias bioclimáticas: aproveitamento de radiação solar, ventilação cruzada e resfriamento evaporativo.

Resultados e discussões

Nesta seção são apresentados os resultados preliminares, correspondentes aos objetivos específicos 1, 2 e 3.

Caracterização do clima

A região de Canoinhas caracteriza-se pelas baixas temperaturas ao longo do ano. De acordo com os dados climáticos disponíveis na ferramenta, a temperatura média mensal mais alta corresponde a 21,85°C, no mês de novembro, cujo percentual de umidade relativa média é um dos mais baixos, 81,02%. A temperatura média mensal mais fria corresponde a 11,44°C, no mês de junho, cujo percentual de umidade relativa média mensal corresponde a 88,51%. Os ventos predominantes durante o dia correspondem às orientações sudeste, norte e sul, onde prevalecem rajadas com velocidade máxima de 4 m/s. Durante a noite, a incidência de ventos é mais significativa em sudoeste, seguida da sudeste, sul cuja velocidade predominante máxima é de 2m/s . A observação quanto ao comportamento dos ventos é um fator crucial na determinação do tamanho e posição das aberturas nos projetos. De acordo com as análises feitas pela ferramenta PROJETEEE, as condições de conforto resultantes deste clima são 73% do ano em desconforto por frio, 16% em conforto térmico e 11% do ano em desconforto por calor. Como estratégias de projeto para esta região, a ferramenta apresenta: inércia térmica para aquecimento; aquecimento solar passivo direto e indireto, e ventilação natural.

Análise de Conformidade com as Normas Regulamentadoras (Gilmar)

A análise de conformidade, com base nas normas NBR 15575-4:2021 e NBR 15220-3:2005, avaliou o desempenho térmico da envoltória da edificação. As paredes externas atenderam aos requisitos de capacidade térmica, mas não aos limites de transmitância térmica e fator solar. Além disso, os quartos apresentam ventilação natural abaixo do mínimo exigido. Já a cobertura atendeu plenamente a todos os critérios normativos analisados. Os resultados indicam a necessidade de ajustes pontuais, especialmente relacionados à ventilação nos dormitórios e ao desempenho térmico das paredes, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Comparação entre valores calculados e exigências normativas para vedação externa

Elemento	Valor Calculado	Valor de Referência (NBR 15575-4:2021)	Atende à Norma	Valor de Referência (NBR 15220-3:2005)	Atende à Norma
Capacidade Térmica de Paredes Externas	180 kJ/m ² ·K	≥ 130 kJ/m ² ·K	Sim	-	-
Percentual de Abertura para Ventilação	6,40% / 7,30% / 10,24%	≥ 7%	Não (Quartos não atendem)	15% < a < 25%	Não
Proporção de Elementos Transparentes	11,38% / 12,98% / 9,51%	≥ 20%	Sim	-	-
FSo - Fator Solar Superfícies Opacas	5,64%	-	-	≤ 5%	Não
Transmitância Térmica	4,7 W/m ² K	≤ 2,7 W/m ² K	Não	≤ 3,0 W/m ² K	Não
Atraso Térmico	1,5 h	-	-	≤ 4,3 h	Sim

Fonte: Os autores

Tabela 2 - Comparação entre valores calculados e exigências normativas para cobertura

Elemento	Valor Calculado	Valor de Referência (NBR 15575-4:2021)	Atende à Norma	Valor de Referência (NBR 15220-3:2005)	Atende à Norma
Transmitância Térmica	1,76 W/m ² K	≤ 2,30 W/m ² K	Sim	≤ 2,0 W/m ² K	Sim
Atraso Térmico	0,84 h	-	-	≤ 3,3 h	Sim
Fator Solar	5,98%	-	-	≤ 6,5%	Sim

Fonte: Os autores.

Considerações finais

A etapa inicial deste projeto evidenciou a importância do embasamento normativo desde a concepção arquitetônica, orientando decisões mais eficientes e sustentáveis. A análise com base nas normas NBR 15575 e NBR 15220 apontou bom desempenho em aspectos como capacidade e atraso térmico, mas indicou a necessidade de ajustes quanto à ventilação natural e à transmitância térmica das paredes externas. Esses resultados reforçam a relevância de integrar avaliação normativa e estratégias bioclimáticas no processo de projeto. A continuidade do trabalho, com a construção de maquetes e simulações ambientais, permitirá validar empiricamente essas estratégias, fortalecendo a formação de profissionais conscientes e alinhados às demandas climáticas e sociais da construção civil.

Referência ao fomento recebido

Bolsas na modalidade PIBIC via CNPq e Chamada Pública Interna para Apoio a Projetos de Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica do Campus Canoinhas.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15220-3:** Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

_____. **ABNT NBR 15575-4:** Edificações habitacionais - Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

_____. **ABNT NBR 15575-5:** Edificações habitacionais - Desempenho Parte 5: Requisitos para os sistemas de cobertura. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **PROJETEEE**, 2025. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/projeteee>>. Acesso em: 02 mai. 2025.

OLGYAY, V; LYNDON, D.; REYNOLDS, J.; YEANG, K. **Design with climate:** bioclimatic approach to architectural regionalism. Princeton University Press, Princeton, NJ, 2015.

PINA, S. A. M. G.; FILHO, F. B.; MARANGONI, R. F. Maquetes e modelos como estímulo à criatividade no projeto arquitetônico. In: **O processo de projeto em Arquitetura - da teoria à tecnologia**. KOWALTOWSKI, Doris C. C. K.; MOREIRA, D. de C.; PETRECHE, J. R. D.; FABRÍCIO, M. M. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. p. 109-123.

ESTUDO DE UM TRAÇO DE ARGAMASSA PARA IMPRESSÃO 3D

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: C.F. ZUCHI¹; E.A.S. SCALCO² ; A.L. OLIVEIRA³; J.M. CASALI⁴; R.A. SOUZA⁵; A.M. BETIOLI⁶.

Edital 02/PROPPI/2024 - Universal
Projeto de Pesquisa

Resumo:

A impressão 3D se destaca pela flexibilidade, permitindo a fabricação de componentes personalizados no local, com economia de tempo e custos. No entanto, seu alto consumo de cimento Portland — quase o dobro dos métodos convencionais — gera preocupações ambientais devido ao aumento das emissões de CO₂. O trabalho teve como objetivo desenvolver um traço de argamassa com menor consumo de cimento Portland, compatíveis com a extrusão em impressão 3D e avaliar as propriedades no estado fresco e no estado endurecido. Esse objetivo foi alcançado por meio do aumento da relação água/cimento, do aumento do teor de agregado miúdo e da adição de fíler calcário. As modificações permitiram manter a estabilidade e a extrudabilidade das pastas, ao mesmo tempo em que reduziram o impacto ambiental associado ao uso de cimento Portland.

Palavras-chave: argamassa; impressão 3D; consumo de cimento Portland; sustentabilidade.

Introdução

O principal benefício da impressão 3D em comparação com os métodos tradicionais de pré-moldagem está em sua flexibilidade. Isso permite a criação de componentes personalizados no local, adaptados às necessidades específicas, resultando em economia de tempo e custos nos projetos. No entanto, uma desvantagem significativa da impressão 3D é o alto consumo de cimento Portland, quase o dobro dos métodos tradicionais de moldagem de concreto, o que gera preocupações ambientais devido ao aumento das emissões de CO₂ (Barbosa, 2022).

¹ Estudante do curso de Engenharia Civil do IFSC Campus Florianópolis, caroline.fz@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do curso de Engenharia Civil do IFSC Campus Florianópolis, eduarda.scalco@aluno.ifsc.edu.br.

³ Servidor do DACC do IFSC Campus Florianópolis, alexandre@ifsc.edu.br

⁴ Servidor do DACC do IFSC Campus Florianópolis, juliana.casali@ifsc.edu.br

⁵ Servidor do DACC do IFSC Campus Florianópolis, ras@ifsc.edu.br

⁶ Servidor do DACC do IFSC Campus Florianópolis, andrea.betioli@ifsc.edu.br

Pesquisadores destacam que, embora a impressão 3D na construção possa reduzir custos, o alto uso de cimento Portland exige soluções sustentáveis. Como resposta, uso de materiais cimentícios suplementares (SCMs), como metacaulim, escória, microssilica e cinzas volantes (Barbosa, 2022) e ou aumento no teor de agregado.

Diante desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo principal avaliar o desempenho de uma argamassa com maior teor de agregado miúdo (areia) e adição de filer calcário, buscando sua aplicação na impressão 3D de concreto, com foco na redução do teor de cimento Portland e, conseqüentemente, das emissões de CO₂ associadas.

A pesquisa alinha-se ao princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, ao integrar estudantes na investigação aplicada e promover a conexão entre formação acadêmica, inovação tecnológica e demandas sustentáveis do setor da construção civil.

Fundamentação teórica

A indústria da construção civil tem priorizado a adoção de tecnologias que otimizem e racionalizem os processos construtivos, sendo a impressão 3D uma alternativa promissora. Segundo Buswell et al. (2018), esta tecnologia oferece vantagens: dispensa de moldes, redução de custos e tempo de construção, além de maior segurança no canteiro de obras e flexibilidade arquitetônica.

A impressão 3D vem transformando a construção civil, proporcionando edificações mais rápidas, econômicas e sustentáveis, e vem se expandindo globalmente, com projetos inovadores demonstrando seu potencial. No entanto, apesar de suas vantagens, a formulação de misturas adequadas ainda apresenta desafios, especialmente no que diz respeito à sustentabilidade dos materiais utilizados.

O consumo de cimento por metro cúbico de compósitos cimentícios para impressão 3D normalmente é elevado. Segundo Rubin (2021), em sua revisão sistemática da literatura, dos 175 traços, 46,9% utilizaram uma relação cimento/agregado de 1 a 2, 18,3% relação entre 0 a 1 e 18,3% entre 2 a 3. Na mesma análise, 44,0% das pesquisas utilizaram relação água/cimento de 0,2 a 0,4 e 38,9% na faixa de 0,4 a 0,6, com variações de classes de resistências à compressão aos 28 dias de 23 a 107 MPa. No entanto, vale ressaltar que a resistência à compressão varia conforme exigência do projeto estrutural.

Procedimentos metodológicos

Para esta pesquisa, utilizou-se um cimento Portland comumente empregado na região, o cimento Portland composto com pozolana - CP II Z 40, e agregado miúdo (areia fina). Com intuito de reduzir o consumo de cimento Portland por m^3 , fixou-se a relação água/cimento em 0,7 e adicionou-se agregado miúdo e fíler até atingir uma abertura no espalhamento (flow) de (28 ± 2) cm sem exsudação e extrudável. Desta forma, chegou-se no traço de 1:3,1:0,32 (cimento: agregado miúdo: fíler, em massa).

A sequência de mistura da argamassa iniciou-se adicionando cimento Portland na água e foi realizada a homogeneização em argamassadeira planetária por 2 minutos em velocidade baixa, em seguida adicionou-se agregado miúdo e fíler até atingir a abertura estipulada sem exsudação e misturou-se por mais 2 minutos na velocidade alta.

A fluidez está relacionada à capacidade de bombeamento e extrusão. O teste de fluidez foi realizado conforme a norma ABNT NBR 13276 (2019), medindo-se a altura da amostra após a retirada do tronco cônico e abertura após a aplicação dos 30 golpes. A extrusão manual foi realizada em equipamento aplicador de argamassa, conforme metodologia adotada por Martins et al. (2023) e Figura 1.

Figura 1 - Equipamento para extrusão manual

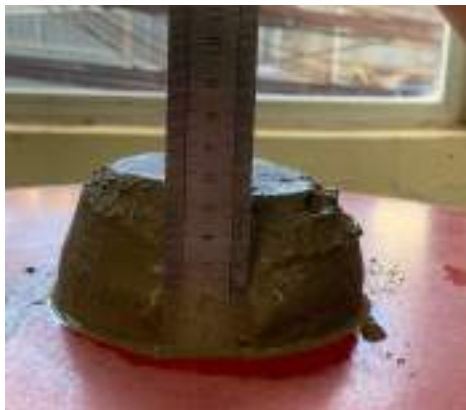


No estado endurecido foi avaliada a resistência à tração na flexão e à compressão em corpos de prova de $(4 \times 4 \times 16)$ cm conforme ABNT NBR 13279 (2005).

Resultados e discussões

Os resultados no estado fresco da argamassa avaliada foram: espalhamento (diâmetro da argamassa) e altura após a retirada do tronco cônico foi de 11,8 cm e 5,6 cm, respectivamente (Figura 2a), e após a aplicação de 30 golpes foi de 29 cm (Figura 2b). A Figura 3 demonstra o filete de argamassa após a extrusão manual obtida com o equipamento da Figura 1.

Figura 2 - Altura (a) e espalhamento (b) durante ensaio de consistência



(a)



(b)

Figura 3 - Extrusão manual de filete da argamassa



No estado endurecido, a argamassa avaliada apresentou resistência à tração na flexão de 6,1 MPa e na compressão de 28 MPa, aos 28 dias. Esta resistência é compatível com projetos estruturais com resistência de 30 MPa (C30), conforme Ji et al. (2019).

Considerações finais

Com os resultados obtidos foi possível formular uma argamassa com menor consumo de cimento Portland atingindo os objetivos do artigo por meio do aumento da relação água/cimento e do teor de agregado miúdo, e adição de filler calcário. Os procedimentos adotados se mostraram eficazes para garantir a extrudabilidade e estabilidade da argamassa. O estudo proporcionou importante formação técnica aos bolsistas, superando desafios como identificar visualmente aspectos de uma argamassa extrudável e realização de ensaios no estado fresco e no estado endurecido. A atividade reforçou a integração entre ensino, pesquisa e extensão, embora haja potencial para ampliar essa articulação em futuras ações, especialmente na difusão dos resultados e aplicação prática junto à comunidade.

Referência ao fomento recebido

Os autores agradecem ao CNPq e ao Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) - Campus Florianópolis, que concederam as bolsas de Iniciação Científica (IC).

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação do índice de consistência. São Paulo, 2016.

_____. NBR 13279: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. São Paulo, 2005.

BARBOSA, Marcella de Sena. Desenvolvimento de compósitos para impressão 3D com consumo de cimento reduzido por meio de adições minerais. 2022. 80f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

BUSWELL, R.A. et al. 3D printing using concrete extrusion: a roadmap for research, Cement Concrete Research, v. 112, p. 37-49, out. 2018.

JI, G.; DING, T.; XIAO, J.; DU, S.; LI, J.; DUAN, Z. A 3D Printed ready-mixed concrete power distribution substation: Materials and construction technology. Materials, v. 12, n. 9, p. 1540, 2019.

ANÁLISE ENERGÉTICA DO SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO DAS SALAS DE AULA 01 A 09 DO IFSC CÂMPUS SÃO JOSÉ

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

**Autores: T.K.SCHMITT¹; M.N. LOPES²; J.G.SILVA³; R.L.MILHOMEM⁴;
P.A.SILVA JÚNIOR⁵**

EDITAL 07/2024– Projetos de Pesquisa Articulados ao Ensino no Câmpus São José
Projeto de Pesquisa

Resumo:

A eficiência energética em edificações é um dos principais objetivos das políticas energéticas dos países, pois a contribuição delas no consumo de energia representa um terço do consumo global. E grande parte da energia nos edifícios é consumida pelos sistemas de climatização. A presente pesquisa consistiu em realizar a análise energética do sistema de climatização das salas de aula 01 a 09 do IFSC Câmpus São José, identificando medidas de conservação de energia e suas eficácias. Uma modelagem BIM da edificação e do sistema também foi realizada. A metodologia consistiu em levantar dados em campo, calcular a carga térmica, obter os índices de desempenho de resfriamento sazonal (IDRS) e os consumos segundo INMETRO, bem como instalar dois medidores de consumo e oito termostatos programáveis. A avaliação dos equipamentos demonstrou que os mesmos apresentam baixa eficiência (IDRS=2,56), quando comparados com o atual nível A do INMETRO (IDRS≥5,5), indicando um potencial de redução de consumo na ordem de 53%. Medições de consumo em um dia crítico de verão indicaram uma redução de consumo entre 44 e 47%, enquanto a medição total entre novembro/24 e abril/25 indicou uma redução de 56%. Estimou-se que o retorno do investimento em termostatos programáveis é de 2 anos.

Palavras-chave: eficiência energética; sistema de climatização; conservação de energia.

Introdução

O rápido crescimento do consumo de energia no mundo tem levantado preocupações sobre as dificuldades de abastecimento, esgotamento dos recursos energéticos e dos graves impactos ambientais. A contribuição das edificações no consumo de energia representa um terço do consumo global, tornando-as alvos poderosos para a eficiência energética. O crescimento da população, o aumento da

¹ Egressa do Curso Técnico Integrado em Refrigeração e Climatização IFSC São José, taiskschmitt59@gmail.com.

² Professor da Área de Refrigeração e Climatização do IFSC Câmpus São José, mauricio.nath@ifsc.edu.br.

³ Professor da Área de Refrigeração e Climatização do IFSC Câmpus São José, jesue@ifsc.edu.br.

⁴ Professor da Área de Refrigeração e Climatização do IFSC Câmpus São José, romulo.milhomem@ifsc.edu.br.

⁵ Professor da Área de Refrigeração e Climatização do IFSC Câmpus São José, pedroarmando@ifsc.edu.br.

demanda por edificações e dos níveis de conforto, juntamente com o aumento do tempo gasto pelos usuários no interior das mesmas, asseguram que a tendência de crescimento da demanda irá continuar (CHUA et al., 2013). Por estas razões, a eficiência energética em edificações é um dos principais objetivos das políticas energéticas dos países.

Esta pesquisa teve como objetivo realizar uma análise energética do sistema de climatização das salas de aula 01 a 09 do Câmpus São José, identificando os equipamentos e eficiências, bem como medindo consumos e implementando medidas de conservação de energia. Os ambientes também foram modelados com a tecnologia BIM (*Building Information Model*). Demonstrou-se a importância da refrigeração/climatização e das atividades correlacionadas de ensino, pesquisa e extensão.

Fundamentação teórica

A participação das edificações no consumo total de energia elétrica no Brasil é elevada e está em crescimento. Em 2022, segundo o Atlas da Eficiência Energética, 41,0% da energia elétrica foi utilizada nas edificações (EPE, 2023).

Grande parte da energia nos edifícios é utilizada para manter as condições de conforto, podendo chegar a 50% nos edifícios comerciais (ENTERIA; MIZUTANI, 2011). Em 2022, os sistemas de climatização foram responsáveis por 38,1% do consumo de energia elétrica nas edificações comerciais dos Estados Unidos (ANNUAL ENERGY OUTLOOK 2023). No Brasil, em 2005, a climatização representava 20% do consumo em residências, 47% no comércio, e 48% em edificações públicas (ELETROBRÁS, 2008).

Nas instituições de ensino, destaca-se o EnergIF – Programa para Desenvolvimento em Energia Renováveis e Eficiência Energética nas Instituições Federais de Educação. Dentre as áreas temáticas deste programa tem-se a eficiência energética nas edificações, onde uma das ações é a gestão local do consumo de energia visando melhorar o desempenho energético, reduzindo desperdícios.

Procedimentos metodológicos

A pesquisa contemplou quatro etapas, a saber:

- Etapa 1: Levantamento das características das salas e dos equipamentos de climatização nelas instalados. Capacitação da bolsista no uso do software Revit.

Cálculo de carga térmica com o software DS-HL2 da DAIKIN. Cálculo do IDRS e o consumo anual dos equipamentos conforme Portaria INMETRO n°269/2021.

- Etapa 2: Modelagem BIM do projeto arquitetônico e do projeto de climatização.
- Etapa 3: Instalação de oito termostatos programáveis nas salas 02 a 09. Aquisição de dois medidores de consumo. Substituição do equipamento da sala 03 por um novo de alta eficiência. Instalação dos medidores de consumo nas salas 03 e 07.
- Etapa 4: Coleta e análise dos dados de consumo de energia.

Resultados e discussões

As características das salas e dos seus equipamentos de climatização são apresentadas no Quadro 1. O novo equipamento da sala 03 tem eficiência nível A do INMETRO (IDRS \geq 5,50), enquanto os demais não seriam atualmente classificados nem na menor eficiência (classe F, IDRS \geq 3,14). Considerando os valores de consumo obtidos, estima-se uma redução de consumo da ordem de 53% ao substituímos os equipamentos de baixa eficiência (sala 01, por exemplo) por equipamentos de alta eficiência (sala 03).

Quadro 1 – Dados do sistema de climatização das salas de aula 01 a 09 do Câmpus São José

Sala	Área (m ²)	Carga térmica (Btu/h)	Equipamento split piso-teto Capacidade / Compressor	CEE (W/W)	IDRS (W/W)	Consumo Anual (kWh)
01	53,08	37.990	36.000 Btu/h – comp. fixo	2,42	2,56	3407
02	53,91	32.969	36.000 Btu/h – comp. fixo	2,34	2,47	3535
03	53,91	32.969	36.000 Btu/h – comp. inverter	3,09	5,50	1587
04	54,00	32.969	36.000 Btu/h – comp. fixo	2,42	2,56	3407
05	53,54	34.508	36.000 Btu/h – comp. fixo	2,42	2,56	3407
06	54,00	32.969	36.000 Btu/h – comp. fixo	2,42	2,56	3407
07	53,91	32.969	36.000 Btu/h – comp. fixo	2,42	2,56	3407
08	53,91	32.969	36.000 Btu/h – comp. fixo	2,42	2,56	3407
09	53,45	33.456	36.000 Btu/h – comp. fixo	2,42	2,56	3407

Fonte: Elaborada pelos autores, cálculos de IDRS com planilha segundo Norma ISO 16.358-1 disponível em <https://standards.iso.org/iso/16358/-1/ed-1/en/amd/1/>.

O Bloco C do Câmpus foi modelado no BIM. Tal atividade foi de grande relevância na formação acadêmica da bolsista do projeto, visto que atualmente os projetos de edificações estão sendo desenvolvidos com o BIM, em substituição ao CAD.

Em um dia típico de verão (temperatura=31°C), e *setpoint* de 24°C, medições de consumo demonstraram que o equipamento da sala 03 consumiu 44% menos energia em um intervalo matutino de 20 minutos monitorados (0,72 kWh contra 1,29 kWh), e 47%

menos em um intervalo vespertino de 80 minutos monitorados (2,02 kWh contra 3,80 kWh). O Quadro 2 apresenta os consumos entre novembro/2024 e abril/2025. O equipamento da sala 07 apresentou um consumo médio horário de 3,13 kWh/h, enquanto o da sala 03 apresentou 1,37 kWh/h (56% menor, em diversas condições climáticas).

Quadro 2 – Dados de consumo dos equipamentos de climatização

Mês	Sala 07			Sala 03			Conservação de energia
	Consumo (kWh)	Horas	Consumo médio horário (kWh/h)	Consumo (kWh)	Horas	Consumo médio horário (kWh/h)	
Nov/24	176,4	65,2	2,70	155,1	119,9	1,29	52%
Dez/24	125,4	41,7	3,01	115,9	91,4	1,27	58%
Jan/25	91,6	26,4	3,47	68,6	42,9	1,60	54%
Fev/25	287,0	88,3	3,25	222,1	145,2	1,53	53%
Mar/25	191,7	56,8	3,38	124,3	81,5	1,52	55%
Abr/25	158,4	50,4	3,14	74,7	74,6	1,00	68%
Total	1030,5	328,8	3,13	760,7	555,5	1,37	56%

Contas de energia dos anos de 2017 a 2019 indicaram um consumo médio anual de 334.672 kWh. Considerando que o consumo de junho e agosto representa o consumo mensal sem o uso da climatização, obteve-se um consumo médio anual devido ao sistema de climatização de 50.220 kWh (15% do total). Portanto, se considerarmos que a substituição de equipamentos reduziria em torno de 50% o consumo de climatização, o consumo anual seria reduzido para 309.561 kWh (7,5% de redução).

A partir da análise dos dados, definiu-se um consumo anual de referência para cada sala de aula de 1834 kWh. Uma medida de conservação de energia implementada nos termostatos foi limitar o valor mínimo de ajuste de temperatura (*setpoint*) em 22°C. Cálculos de carga térmica indicaram que a cada redução de 1°C no *setpoint* resulta no aumento de 2% na demanda de resfriamento. Se considerarmos o uso inadequado de um *setpoint* de 20°C (4°C abaixo do recomendado) em 50% do tempo de uso, teríamos um acréscimo anual do consumo de referência da ordem de 4% (73,4 kWh). Outra medida foi programar o desligamento automático dos equipamentos no início dos intervalos de aula (9:20, 15:20 e 20:20) e no final dos turnos (11:30, 17:30 e 22:30). Considerando que a ausência desta automação geraria um acréscimo de 10% nas horas de funcionamento, teríamos um acréscimo de 183,4 kWh no consumo de referência. Somando-se as duas hipóteses de conservação de energia, o custo de implementação de cada termostato seria pago em 2 anos através da economia de energia.

Considerações finais

Os objetivos foram alcançados, e seus resultados demonstraram o potencial de conservação de energia. No entanto, a substituição imediata dos equipamentos não se justifica, pois a climatização representa somente 15% do consumo anual da edificação. Já as automações se mostraram justificáveis considerando a relação custo/benefício.

As atividades desenvolvidas pela bolsista contribuíram para a sua formação profissional, principalmente no aprendizado da tecnologia BIM. E os esforços empreendidos para materializar a indissociabilidade entre ensino e pesquisa foram exitosos.

Referência ao fomento recebido

Agradecemos ao IFSC pelos recursos financeiros recebidos do através do EDITAL 07/2024/CHAMADA INTERNA –Câmpus São José.

Referências

ANNUAL ENERGY OUTLOOK 2023, Energy Consumption - Table 5. Commercial Sector Key Indicators and Consumption, Case: Reference case, Region: United States disponível em: <https://www.eia.gov/outlooks> , acessado em: 06 de março de 2024.

CHUA, K. J.; CHOU, S. K., YANG, W.M., YAN, J. Achieving better energy-efficient air conditioning – A review of technologies and strategies. **Applied Energy**, v. 104, p. 87–104, 2013.

ELETROBRÁS. Relatório da pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso – classe comercial – AT – ano base 2005, disponível em <http://www.procelinfo.com.br> , 2008.

ENTERIA, N., MIZUTANI, K. The role of the thermally activated desiccant cooling technologies in the issue of energy and environment. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, p. 2095-2122, 2011.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Atlas da Eficiência Energética – Brasil – 2023 – Relatório de indicadores**. Rio de Janeiro: EPE, 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br> , acessado em: 06 de março de 2024.

PROJETO DE UM FILTRO T LCL PARA UM CONVERSOR CC-CC BIDIRECIONAL DE 2 QUADRANTES APLICADO A ENSAIOS DE RECARGA E DESCARGA DE BATERIAS DE ÍONS DE LÍTIO

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: T. SCHÜRAUS¹; M. S. ORTMANN².

Resumo:

O armazenamento de energia em baterias vem aumentando ano após ano, fazendo-se necessários cada vez mais sistemas de monitoramento, testes e manutenção. Desse modo, este estudo apresenta o dimensionamento de um filtro T LCL para um conversor CC-CC bidirecional de 2 quadrantes, aplicado em ensaios controlados de recarga e descarga de células de baterias de íons de lítio. Os estudos são validados por meio de simulações numéricas, com o conversor operando nos Modos *Buck* e *Boost* em malha fechada de corrente. Os resultados validam o projeto e ressaltam a superioridade do filtro LCL, quando comparado com um filtro indutivo simples.

Palavras-chave: baterias; conversor; filtro; armazenamento de energia.

Introdução

Com a popularização de dispositivos eletrônicos e principalmente veículos elétricos (Silva, 2022), vem crescendo a demanda por tecnologias capazes de armazenar energia. Em particular, a demanda pelas baterias de íons de lítio vem crescendo de forma acelerada, com estimativas apontando uma capacidade próxima a 7 TWh até 2030 (IEA, 2023).

Devido às particularidades químicas e elétricas das baterias, são necessários equipamentos especializados que garantam segurança e confiabilidade durante seu uso (HBK, 2024), mas também nas etapas de desenvolvimento. Com isso, tornam-se cada vez mais importantes os processos de monitoramento, testes e manutenção desses sistemas. Diante desse cenário, este trabalho apresenta o dimensionamento de um filtro T LCL para um conversor CC-CC bidirecional de 2 quadrantes, voltado à aplicação em laboratório para ensaios controlados de recarga e descarga de células ou baterias de íons de lítio.

¹ Estudante/egresso do curso Bacharelado em Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, thiagoschuraus@gmail.com.

² Docente do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, marcio.ortmann@ifsc.edu.br.

Fundamentação teórica OU Descrição do público envolvido

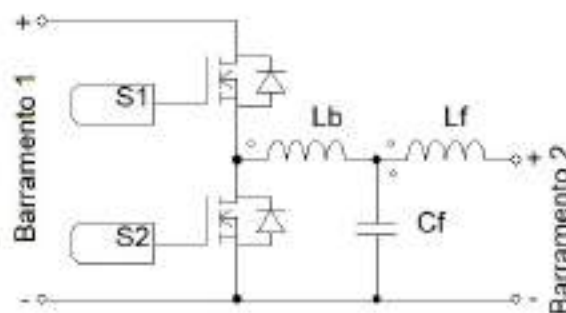
Os carregadores de baterias controlam a corrente e a tensão aplicadas conforme as especificações dos fabricantes, seguindo perfis definidos para garantir eficiência e segurança durante o carregamento (Sporck, 2022). Os métodos mais utilizados incluem: corrente e tensão constantes; corrente constante multietapa e tensão constante e; perfis de corrente variável (Tomaszewska et al., 2019).

Assim como os métodos de carga influenciam a eficiência e a segurança do sistema, a forma como a energia é retirada da bateria também afeta diretamente seu desempenho e durabilidade. Segundo Ferreira (2014), os principais métodos de descarga são: intermitente ou pulsada, corrente constante, livre e potência constante.

Procedimentos metodológicos

Com base nas características de carga e descarga das baterias de íons de lítio já apresentadas, foi realizada uma pesquisa para identificar uma topologia de conversor que fosse adequada aos métodos de carga e descarga dessas baterias. Entre as opções estudadas, a topologia do conversor CC-CC bidirecional de 2 quadrantes com filtro T LCL, ilustrada na Figura 1, mostrou-se promissora por sua versatilidade e simplicidade. Essa topologia permite ser analisada em dois modos de operação (Ferreti; Gonschorowski; Cardoso, 2023), sendo elas o Modo *Buck*, quando a energia flui do barramento 1 para o barramento 2 e Modo *Boost*, quando a energia flui no sentido inverso. De forma a garantir um bom desempenho de filtragem em alta frequência, neste trabalho utiliza-se um filtro T com estrutura LCL, por meio dos elementos L_b , L_f e C_f .

Figura 1 – Conversor DC-DC bidirecional de dois quadrantes com filtro T LCL



Fonte: adaptado de Schuch et al. (2004, UFSC).

Para o dimensionamento do conversor foram definidas as seguintes especificações gerais do sistema: Tensão nominal do barramento 1 $V_i = 24$ V, tensão máxima do barramento 2 $V_o = 15$ V, variação de corrente no indutor L_b $\Delta I/L_b = 20\%$, potência de saída $P_o = 375$ W e frequência de comutação dos interruptores $f_s = 40$ kHz. O dimensionamento dos elementos do filtro T seguem metodologia apresentada por Schuch et al. (2004), com o indutor L_b determinado por:

$$L_b = \frac{100 * V_o^2 * (V_i - V_o)}{\Delta I L_b * V_i * P_o * f_s} = 28,125 \mu H$$

O indutor L_f deve ter um valor entre 50 e 150 vezes menor que L_b , a fim de evitar ressonância com o capacitor C_f . Neste projeto, optou-se por um valor 100 vezes menor, resultando em L_f igual a 281 nH. Com os valores de L_b e L_f definidos, o capacitor C_f é determinado por:

$$C_f = \frac{L_b + L_f}{4 * \pi^2 * \left(\frac{f_s}{10}\right)^2 * L_f * L_b} = 5,7 mF$$

Resultados e discussões

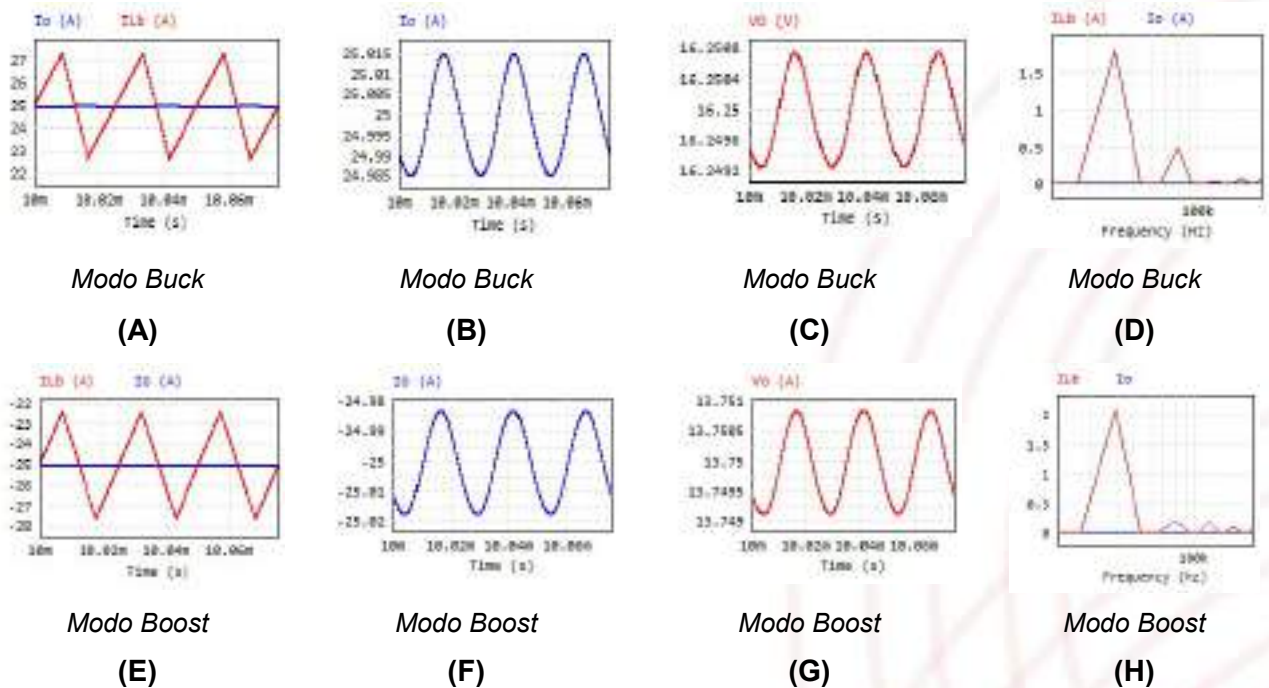
Para a validação do filtro LCL em T, fez-se uso de simulações com o software PSIM, utilizando como referência o circuito apresentado na Figura 1. O barramento 2 foi realizado com uma fonte de tensão ideal de 15 V, em série com um resistor de 0,05 Ω (baseado na resistência interna da bateria padrão do PSIM disponível para simulação). O barramento 1 emprega uma fonte de tensão ideal de 24 V. O conversor CC-CC bidirecional opera em malha fechada, com controle da corrente no indutor L_b . Além disso, todas as correntes têm como referência o sentido do barramento A para o B.

Observa-se na Figuras 2A e 2B (Modo *Buck*), 2E e 2F (Modo *Boost*), as correntes I_{L_b} , cujas ondulações permanecem dentro do valor máximo projetado (20%), bem como as correntes do barramento B (I_o), com notável atenuação das componentes de alta frequência. Os espectros harmônicos das referidas correntes são apresentados nas Figuras 2D e 2H (Modos *Buck* e *Boost*, respectivamente), e evidenciam a atenuação gerada pelo filtro projetado, cenário este esperado para aplicações com baterias pois diminui o estresse térmico sobre esta. Com relação as tensões medidas no barramento 2 (V_o), percebe-se nas Figuras 2C e 2G a forte influência da resistência interna da bateria, retratada na

variação de tensão entre os modos *Buck* e *Boost*, bem como a baixa ondulação de tensão (*ripple*).

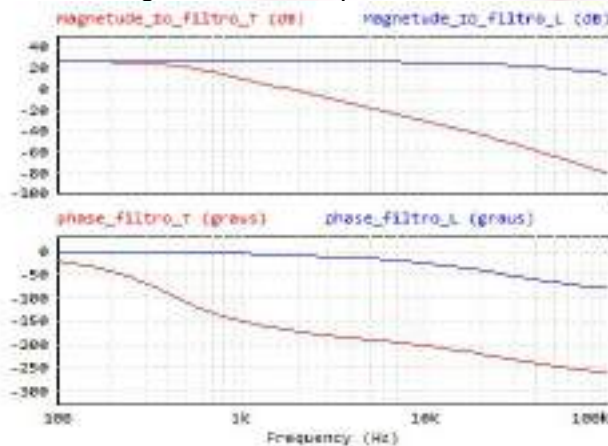
A Figura 3 compara, por meio dos respectivos diagramas de Bode, as funções de transferência de um filtro indutivo simples, formado apenas por L_b , e o filtro T LCL. Nota-se a significativa atenuação das componentes de alta frequência, o que corrobora com o resultado apresentado anteriormente, mostrando-se assim ganhos ao se utilizar o filtro T LCL.

Figura 2 – Resultado da simulação no PSIM do conversor CC-CC bidirecional de dois quadrantes com filtro T LCL



Fonte: elaborado pelo autores.

Figura 3 – Diagrama de Bode, magnitude e fase, para o filtro T LCL e para o filtro indutivo L_b



Fonte: elaborado pelos autores.

Considerações finais

Os resultados alcançados atendem de forma satisfatória ao cenário proposto neste trabalho, validando a utilização do filtro T LCL no conversor CC-CC bidirecional de dois quadrantes. No prosseguimento do trabalho serão realizados testes em bancada com o filtro projetado, além dimensionamento e implementação dos demais componentes do sistema de testes.

Referências

SCHUCH, L. et al. Análise e Projeto de um Conversor Bidirecional PWM de Alto Desempenho para Interface entre o Barramento CC e o Banco de Baterias. **Eletrônica de Potência**, v. 9, n. 1, p. 6–11, 30 jun. 2004.

IEA – International Energy Agency. Disponível em: <<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/lithium-ion-battery-manufacturing-capacity-2022-2030>>. Acesso em: 8 abril. 2024.

TOMASZEWSKA, A. et al. Lithium-ion battery fast charging: A review. **eTransportation**, v. 1, p. 100011, 1 ago. 2019.

FERRETI, L.; GONSCHOROWSKI, E.; CARDOSO, R. Projeto do conversor buck-boost bidirecional para aplicações em sistemas de armazenamento de energia. [s.d.].

SILVA, R. D. D. S. E. TD 2746 - Novas tecnologias e infraestrutura do setor elétrico brasileiro – armazenamento de energia em baterias. **Texto para Discussão**, p. 1–37, 28 mar. 2022.

Teste de bateria no eMobility. Disponível em: <https://www.hbm.com/pt/6507/teste-de-bateria-no-emobility/?product_type_no=Teste%20de%20bateria%20no%20eMobility>. Acesso em: 10 abril. 2024.

ACIONAMENTO DE PROTÓTIPO DE MÃO ROBÓTICA ATRAVÉS DA AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DO SINAL DE ELETROMIOGRAFIA (EMG)

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: R.A. AMERICO¹; W. VALENTE JR².

EDITAL 09/2022/PESQUISA/ITJ
Projeto de Pesquisa

Resumo:

Este trabalho apresenta a implementação de um sistema de acionamento de um protótipo de mão robótica baseado na captação e no processamento do sinal de eletromiografia (EMG) do antebraço humano. O sistema utiliza circuito de amplificação diferencial, seguido de filtragem analógica, detecção de envelope e processamento por microcontrolador que aciona servomotores correspondentes aos dedos do protótipo. A construção é baseada na cultura IFMaker e envolveu desde a impressão 3D das peças do protótipo até o desenvolvimento dos circuitos de aquisição e tratamento do sinal EMG, permitindo uma abordagem prática e multidisciplinar. Como resultado, o sistema foi capaz de detectar contrações musculares e traduzi-las em movimentos espelhados na mão robótica. A lógica de controle foi ajustada para evitar a necessidade de contração contínua, implementando um mecanismo de alternância com base em pulsos consecutivos. A experiência proporcionou aprendizado em instrumentação biomédica e controle de sistemas eletromecânicos, evidenciando o potencial da EMG em aplicações assistivas e o valor educacional deste tipo de projeto.

Palavras-chave: Eletromiografia (EMG); processamento de sinal (DSP); mão robótica; engenharia biomédica.

Introdução

A evolução da robótica e da engenharia biomédica tem contribuído significativamente para o desenvolvimento de próteses ativas. Dentre elas, as próteses mioelétricas ganham destaque por utilizar sinais de eletromiografia (EMG) captados a partir da superfície da pele, convertendo a atividade muscular do indivíduo em comandos de controle da prótese assistencial. Esse tipo de tecnologia oferece maior naturalidade aos movimentos e autonomia aos usuários, promovendo a inclusão de pessoas com deficiência física. O presente trabalho propõe a implementação de um sistema funcional que capta

¹ Discente do Curso de Engenharia Elétrica do IFSC, Campus Itajaí, richard.aa@aluno.ifsc.edu.br

² Docente do curso de Engenharia Elétrica do IFSC, Campus Itajaí, wilson.valente@ifsc.edu.br

sinais EMG do antebraço para controlar um protótipo de mão robótica, construindo uma interface direta entre o corpo humano e o dispositivo robótico. Este projeto integra conhecimentos de eletrônica, programação embarcada e biomecânica, controle neuroprotético e é um exemplo concreto da articulação entre ensino, pesquisa e extensão, desenvolvidos pelo Grupo de Pesquisas em Engenharia Biomédica do IFSC (Russi et al. 2023) (Pereira et al. 2023).

Fundamentação Teórica

A eletromiografia de superfície é uma técnica amplamente utilizada para monitorar a atividade dos músculos esqueléticos. Segundo Boyer et al. (2023), os sinais de eletromiografia de superfície (sEMG) apresentam baixa amplitude, geralmente entre 0 e 10 mV, e estão sujeitos a diversas formas de ruído e artefatos, como as interferências eletromagnéticas e artefatos de movimentos corporais, o que exige técnicas adequadas de processamento para garantir a integridade dos dados. Parajuli et al. (2019) revisam os avanços nos sistemas de controle em tempo real baseados em EMG para próteses de mão, destacando a importância de técnicas de reconhecimento de padrões que garantam robustez e adaptabilidade frente às variações individuais dos usuários e às condições do ambiente. Já Li et al. (2021) destacam a aplicação de aprendizado profundo (*deep learning*) com redes neurais artificiais no reconhecimento de gestos utilizando sinais de sEMG, enfatizando sua eficácia na distinção precisa de diferentes padrões musculares para controle de próteses de mão. Esses fundamentos corroboram com a importância de se projetar sistemas de instrumentação que permitam uma adequada aquisição e tratamento de sinais biomédicos com precisão e confiabilidade (Pereira et al. 2023) para o acionamento de próteses funcionais (Russi et al. 2023).

Procedimentos metodológicos

O projeto envolveu a impressão 3D de um protótipo de mão robótica humanoide com cinco dedos articulados, movidos por seis servomotores, a partir da implementação da cultura IFMaker. Para captar o sinal de EMG, eletrodos foram posicionados sobre o antebraço, na região dos músculos flexores. O sinal foi amplificado com o circuito AD623 e, em seguida, filtrado com um filtro passa-faixa implementado com o CI TLC2274, com o

objetivo de eliminar ruídos de baixa e alta frequência. Após a filtragem, o sinal foi enviado a um circuito detector de envelope, que destacou a envoltória da amplitude do sinal. Essa saída foi conectada à entrada analógica A0 do Arduino Uno, responsável por processar os valores de entrada analógica proveniente dos sensores e transformá-los em sinais de saída PWM para controlar os servomotores.

O código implementado no Arduino utilizou lógica de histerese para evitar comutações instáveis dos motores, causadas por variações rápidas no sinal. Adicionalmente, implementou-se uma lógica de alternância: a cada contração-descontração muscular consecutiva, o protótipo de mão robótica alterava seu estado (aberta ou fechada). Isso garantiu que não fosse necessário manter a contração contínua para manter a mão robótica fechada, otimizando o conforto do usuário. Durante o desenvolvimento, foram testadas diversas fontes de alimentação e componentes, sendo necessárias substituições para garantir estabilidade e desempenho.

Resultados e discussões

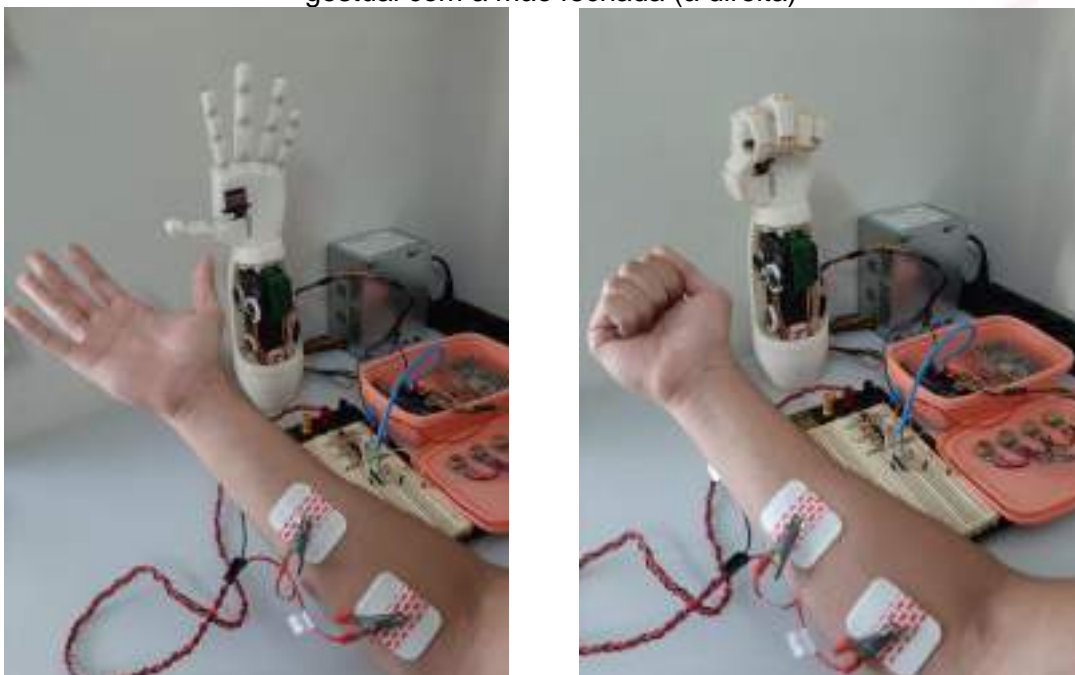
Os testes com o protótipo desenvolvido demonstraram a viabilidade da proposta e permitiram um adequado controle da prótese física a partir do processamento dos sinais musculares do usuário. O condicionamento e a amplificação dos sinais de EMG sem contração, apresentaram níveis basais próximos de 0,5 V e, com contração chegavam a até 4 V, na entrada analógica do microcontrolador. Essa diferença permitiu uma boa definição de limiares para o controle neuroprotético dos motores. O acionamento do protótipo da mão robótica espelhou corretamente os movimentos gestuais da mão humana, tanto para a sua abertura quanto para o seu fechamento, ilustrados pela Figura 1.

Problemas com ruídos e interferências eletromagnéticas foram superados, em grande parte, por meio da separação das fontes de alimentação, utilização de par trançado além de técnicas de layout e filtragem que promovem a compatibilidade eletromagnética. O sistema mostrou tempo de resposta adequado e boa estabilidade, mesmo sob condições de uso prolongado.

A lógica de controle implementada também se mostrou eficaz ao evitar oscilações indesejadas, preservando os motores e prolongando sua vida útil. Ainda que o Arduino Uno tenha atendido às necessidades deste projeto, melhorias com microcontroladores mais robustos e sensores adicionais podem ampliar o número de comandos reconhecidos e

refinar os movimentos do protótipo de mão robótica. Dessa forma, para a continuidade da presente linha de pesquisa, o estado da arte mostra que o controle de sistemas próstéticos modernos costuma empregar processamento digital para reconhecimento dos padrões adquiridos, que normalmente tem, como objetivo principal, a decodificação dos comandos motores de modo que um movimento pretendido seja mapeado para seu substituto prótético (Dyson et al., 2020), onde destacam-se as técnicas de aprendizado profundo e redes neurais artificiais (*deep neural network - DNN*).

Figura 1: Acionamento e controle da mão robótica a partir da captação de sinais eletromiográficos (EMG) de superfície: espelhamento gestual com a mão aberta (à esquerda) e espelhamento gestual com a mão fechada (à direita)



Fonte: Elaborado pelo Autor (2025)

Considerações finais

O projeto atingiu os objetivos propostos, comprovando a eficácia do uso de sinais EMG para o controle de um protótipo robótico funcional. A aplicação prática permitiu a integração entre teoria e experiência, promovendo aprendizado interdisciplinar e inovação tecnológica. A solução desenvolvida pode servir como base para pesquisas futuras em dispositivos assistivos, com potencial para aplicação clínica e comercial. O trabalho ilustra de forma clara a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, ao mesmo tempo em que contribui com a formação acadêmica e profissional do autor.

Referência ao fomento recebido

O presente projeto foi desenvolvido com recursos do auxílio financeiro ao pesquisador provenientes do EDITAL 09/2022/PESQUISA/ITJ

Referências

BOYER, M., BOUYER, L., ROY, J.-S., & CAMPEAU-LECOURS, A. (2023). *Reducing Noise, Artifacts and Interference in Single-Channel EMG Signals: A Review*. *Sensors*, 23(6), 2927. <https://doi.org/10.3390/s23062927>

PARAJULI, N., SREENIVASAN, N., BIFULCO, P., CESARELLI, M., SAVINO, S., NIOLA, V., ESPOSITO, D., HAMILTON, T. J., NAIK, G. R., GUNAWARDANA, U., & GARGIULO, G. D. (2019). *Real-Time EMG Based Pattern Recognition Control for Hand Prostheses: A Review on Existing Methods, Challenges and Future Implementation*. *Sensors*, 19(20), 4596. <https://doi.org/10.3390/s19204596>

LI, W., SHI, P., & YU, H. (2021). *Gesture Recognition Using Surface Electromyography and Deep Learning for Prostheses Hand: State-of-the-Art, Challenges, and Future*. *Frontiers in Neuroscience*, 15, 621885. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.621885>

DYSON, M., DUPAN, S., JONES, H., & NAZARPOUR, K. (2020); *Learning, Generalization, and Scalability of Abstract Myoelectric Control*. *IEEE Trans. on Neural Systems and Rehab. Engineering*, 28.

PEREIRA, A. L. ; VALENTE JR, W.. (2023) Protótipo de aquisição de Sinais Eletromiográficos para identificação e Classificação de Eventos Musculares. In: IX Seminário de Ensino, Pesquisa, Extensão e Inovação do IFSC, 2023, Joinville. IX SEPEI 2023, 2023. v. 1.

RUSSI, L.F. ; DA SILVA, G.T.C. ; VALENTE JR, W. (2023) Desenvolvimento e Treinamento de Dispositivos Neuroprotéticos. In: IX Seminário de Ensino, Pesquisa, Extensão e Inovação do IFSC, 2023, Joinville. IX SEPEI 2023, 2023. v. 1.

AGITADOR MAGNÉTICO COM AQUECIMENTO CONTROLADO: CONSTRUÇÃO E EXEMPLOS DE USO

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: P. R. HOFFMANN¹; R. A. A. ROMERO².

Edital de fomento 03/2024/PROPI/DAE
Projeto de Pesquisa

Resumo:

Controlar manualmente a temperatura de líquidos em béqueres com agitador magnético em laboratório pode ser muito desafiador, pois existem diversas dificuldades relacionadas — desde a escolha da potência correta para o aquecimento até o momento certo de desligá-lo. Neste trabalho, foi desenvolvido um sistema de controle de temperatura de líquidos a partir da adaptação de uma mesa aquecedora comercial. Testes foram realizados com líquidos e sólidos. O sistema demonstrou robustez mecânica, fácil interação, controle dentro da faixa esperada e, sobretudo, validaram sua reprodutibilidade para uso em instituições de ensino e pesquisa.

Palavras-chave: controle de temperatura; béquer; agitador magnético; aquecimento; mesa aquecedora.

Introdução

Ao se necessitar de aquecimento uniforme de um líquido ou sólido durante experimentos, é comum utilizar o agitador magnético com aquecimento, conhecido também como mesa aquecedora. No entanto, devido à complexidade inerente do comportamento termodinâmico, torna-se muitas vezes inviável estabelecer a temperatura manualmente de forma precisa por meio dos potenciômetros de controle de velocidade e temperatura. Com isso, a temperatura pode fugir do controle facilmente, tanto em regime transiente (RT) quanto em regime permanente (RP) (HOFFMANN *et al.*, 2024). Diante disso, torna-se indubitável a importância de um sistema de controle de temperatura com realimentação. Nesse contexto, o presente trabalho realizou a adaptação de uma mesa aquecedora comercial, comumente empregada em laboratórios de ensino e pesquisa, incorporando o controle de temperatura em malha fechada.

¹ Estudante do curso de Engenharia Elétrica do IFSC, Câmpus Itajaí, hoffmannpablorodrigo@gmail.com.

² Servidor Professor EBTT do IFSC, Câmpus Itajaí, roddy.romero@ifsc.edu.br.

Fundamentação teórica

Sistemas de controle são utilizados para manter um parâmetro físico de saída de um sistema estável em torno de um limiar definido pelo usuário. Controles de temperatura podem variar amplamente em tipo e complexidade, mas, em essência, classificam-se como de malha aberta ou malha fechada (OGATA, 2010). O primeiro pode ser exemplificado pelos agitadores magnéticos comerciais comuns, enquanto que o segundo possui controle de malha fechada que regula automaticamente a variável de saída por meio de realimentação, o que encarece o seu custo. No comportamento termodinâmico, a condutividade térmica está relacionada à taxa de transferência de calor, enquanto a capacidade térmica específica está relacionada à variação de temperatura durante o aquecimento (BORGNAKKE; SONNTAG, 2018). Pesquisadores constantemente relatam dificuldades em controlar líquidos em béqueres com agitadores comuns e sólidos (HOFFMANN *et al.*, 2024), pois existem casos em que ultrapassar certos limites de temperatura para uma substância, ou não mantê-la dentro de uma faixa, pode ser um fator crítico. Portanto, é de suma importância que laboratórios possuam mesas aquecedoras acessíveis e com controle de temperatura automático.

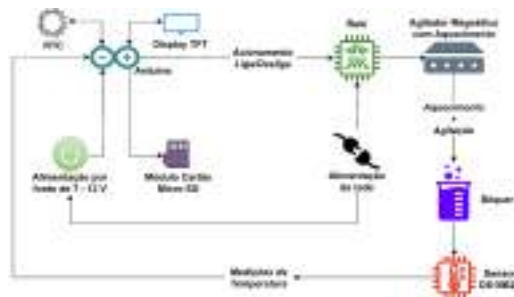
Procedimentos metodológicos

Com o objetivo descrito, prezou-se pela adaptação de um agitador magnético comum, podendo utilizar tanto o controle manual quanto o de malha fechada, e pela utilização de componentes de baixo custo. Foi utilizado um Arduino Mega 2560, sensores de temperatura DS18B20, módulo relé para acionar diretamente o resistor do agitador (*On/Off* – Liga/Desliga), módulo *Real Time Clock* (RTC) DS3231 para registro de data e hora, e módulo cartão microSD para armazenamento dos dados. Além disso, adicionou-se uma tela *thin-film transistor* (TFT) tátil de 2,4". O diagrama do sistema proposto pode ser visto na Figura 1.

Outrossim, foi realizada uma calibração dos sensores por meio de um termômetro de calibração com certificado rastreável. Adquiriram-se algumas medições de temperatura de 25 a 57 °C, percebeu-se uma linearidade entre o sensor e o termômetro, e implementou-se a equação de ajuste no código. Ademais, realizaram-se experimentos com água, leite integral, por apresentarem valores de condutividade térmica e capacidade

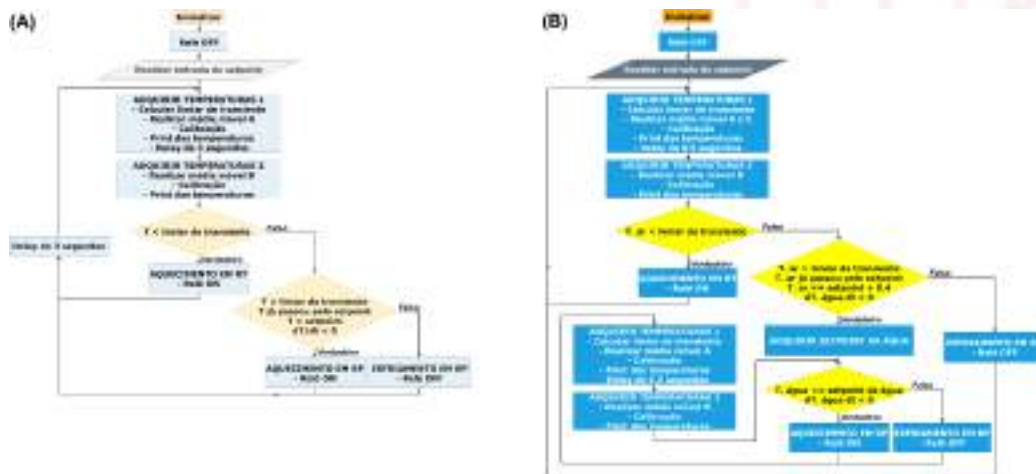
térmica específica muito próximos; e óleo de soja, por apresentar essas propriedades com valores mais distantes, para fins de análise (ver Tabela 1). Após os experimentos com líquidos, confeccionou-se um reservatório customizado (RC) para controle de sólidos, com dois compartimentos: um para água e outro, no meio, com ar, destinado à inserção dos sólidos. Os fluxogramas dos códigos podem ser visualizados na Figura 2, onde: (A) corresponde ao controle de líquidos, que utiliza um sensor para o béquer, e outro sensor para a temperatura ambiente; (B) corresponde ao controle do ar com RC, constituído de dois sensores — um para o compartimento de água e outro para o ar.

Figura 1 - Diagrama de blocos da configuração



Fonte: o autor.

Figura 2 - Fluxogramas do código de controle: (A) Controle de líquidos; (B) Controle do ar com RC



Fonte: o autor.

Tabela 1 - Propriedades termodinâmicas das amostras líquidas

Propriedades Térmicas	Água	Leite Integral	Óleo de Soja
Condutividade Térmica (W/m·K)	0,65	0,5-0,6	0,2
Capacidade Térmica Específica (kJ/kg·K)	4,19	3,77	1,97

Fonte: <https://www.engineeringtoolbox.com>.

Resultados e discussões

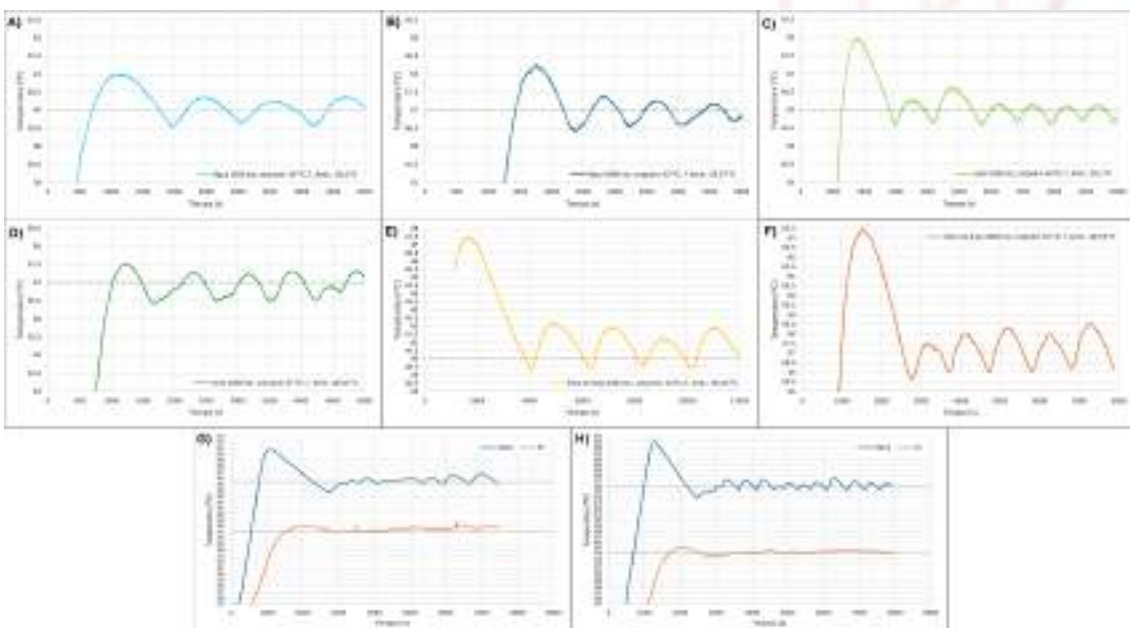
O sistema apresentou boa robustez mecânica, fácil interação e possibilidade de replicação em qualquer agitador magnético comum (Figura 3). O controle permaneceu dentro da margem esperada para os líquidos e o ar no RC, exceto para o óleo de soja (o que já era esperado), no qual obteve-se controle, porém com $+1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ em torno do *setpoint* de $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, e $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $+1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ em torno do *setpoint* de $57\text{ }^{\circ}\text{C}$. Os resultados podem ser observados na Figura 4.

Figura 3 - (A) parte externa da configuração; (B) parte interna; (C) entrada de cartão microSD e sensores; (D) e (E) RC



Fonte: o autor.

Figura 4 - Resultados do controle de temperatura (tracejado sendo o *setpoint*): (A) e (B) água; (C) e (D) leite integral; (E) e (F) óleo de soja; (G) e (H) RC



Fonte: o autor.

Considerações finais

Um sistema de controle de temperatura adaptado a um agitador magnético com aquecimento foi desenvolvido no presente trabalho. O sistema usa-se de um relé controlado pelo sinal de realimentação de sensores conectados a um microcontrolador. O protótipo inclui uma tela tátil para facilitar a operação por parte do usuário, e foi implementado no interior do próprio agitador comercial, evidenciando robustez mecânica e possibilidade de replicação. O sistema visa atender à demanda constante de laboratórios que necessitam utilizar técnicas de aquecimento uniforme e controlado de substâncias nos estados líquido e sólido, proporcionando melhor rendimento e maior confiabilidade em experimentos de pesquisa e/ou em atividades didáticas em diversos cursos e unidades curriculares. Trabalhos futuros incluem a melhoria incremental do código para o controle de outros líquidos e sólidos, assim como a construção de um tutorial e de outros protótipos para doação a instituições de ensino e pesquisa.

Referência ao fomento recebido

Este trabalho foi parcialmente financiado pelo IFSC, edital 03/2024/PROPPI/DAE. Agradecemos ao prof. T. P. Alves pela doação da mesa aquecedora.

Referências

BORGNACKE, Claus; SONNTAG, Richard E. **Fundamentos da termodinâmica**. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2018. E-book. p.126. ISBN 9788521207931. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521207931/>. Acesso em: 15 outubro. 2024.

HOFFMANN, Pablo; FERREIRA, Renan; ROMERO, Roddy. **Resultados experimentais de hipertermia na faixa de micro-ondas por antena em material biológico**. In: SEPEI, 10, 2024, São Miguel do Oeste. Anais... São Miguel do Oeste: IFSC, 2024. p. 1350-1354.

OGATA, Katsuhiko. **Engenharia de Controle Moderno**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. 809 p.

THE ENGINEERING TOOLBOX. **Thermal properties of materials**. Disponível em: <https://www.engineeringtoolbox.com>. Acesso em: 6 novembro 2024.

EQUIPAMENTO DE BAIXO CUSTO PARA MONITORAMENTO DE NO₂ EM ITAJAÍ

Divisão Temática

DT4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: A. BARBOZA¹; E. VINAGRE²; C.SUSKI³; R.A.A.ROMERO⁴

Edital de fomento 03/2024/PROPI/DAE

Projeto de Pesquisa

Resumo:

O presente trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de uma estação de monitoramento da qualidade do ar de baixo custo, utilizando o sensor eletroquímico NO₂-B43F da AlphaSense em conjunto com um microcontrolador ESP32. A proposta visa coletar e transmitir dados ambientais via protocolo LoRaWAN, promovendo uma alternativa viável e acessível para a medição da concentração de dióxido de nitrogênio (NO₂) na atmosfera. Para isso, os dados obtidos pelo sensor são enviados a um gateway local cadastrado em servidor de rede da The Things Network (TTN), e as informações são visualizadas em tempo real através da plataforma TagIO. A metodologia adotada incluiu o desenvolvimento de firmware personalizado para a leitura, conversão e tratamento dos dados. O sistema foi instalado em uma caixa de proteção com vedação IP, assegurando durabilidade e resistência dos componentes em ambientes externos. Como resultado, observou-se que, mesmo em fase inicial, a estação apresentou funcionamento estável e eficiente, com dados sendo transmitidos e visualizados corretamente. Embora os valores coletados ainda estejam em processo de calibração, os testes indicam que a solução proposta possui potencial para aplicação em projetos de monitoramento ambiental, contribuindo com iniciativas de pesquisas voltadas à gestão da qualidade do ar.

Palavras-chave: qualidade do ar; LoRaWAN; esp32; NO₂; monitoramento ambiental.

Introdução

Os principais poluentes atmosféricos prejudiciais à saúde são material particulado (PM₅), ozônio (O₃), dióxido de nitrogênio (NO₂), dióxido de enxofre (SO₂) e monóxido de carbono (CO). Os óxidos de nitrogênio (NO_x) são compostos químicos formados a partir da combinação de Nitrogênio e Oxigênio. Os principais óxidos de nitrogênio são o óxido nítrico (NO), o dióxido de nitrogênio (NO₂) e o trióxido de dinitrogênio (N₂O₃), embora existam outros compostos menos comuns, como o tetraóxido de dinitrogênio (N₂O₄) e o

¹ Estudante do curso Bacharelado em Eng. Elétrica do IFSC, Câmpus Itajaí, ana.jb2003@aluno.ifsc.edu.br

² Estudante do curso Bacharelado em Eng. Elétrica do IFSC, Câmpus Itajaí, eduardo.gv@aluno.ifsc.edu.br

³ Servidor Professor EBTT do IFSC, Câmpus Itajaí, cassio.suski@ifsc.edu.br

⁴ Servidor Professor EBTT do IFSC, Câmpus Itajaí roddy.romero@ifsc.edu.br

pentóxido de dinitrogênio (N_2O_5) (Lenzi & Favero, 2011). O NO_2 é um dos principais poluentes atmosféricos, associado a fontes urbanas e industriais. Segundo estudo de Hanada (2024) sobre a qualidade do ar em Itajaí, pode-se identificar altos níveis de NO_2 na região. Apesar da existência de estações fixas de monitoramento na região sul de Santa Catarina, muitas outras cidades, como Itajaí, ainda carecem de infraestrutura adequada para esse fim. Nesse cenário, sensores de baixo custo despontam como alternativa viável para ampliar o monitoramento da poluição do ar. Este trabalho propõe o desenvolvimento de um dispositivo de baixo custo para medir, em tempo real, a concentração de dióxido de nitrogênio (NO_2), utilizando o sensor NO2-B43F, microcontroladores e conectividade com plataforma web. Além disso, o projeto visa integrar ensino e pesquisa, envolvendo estudantes em todo o processo de desenvolvimento e aplicação da solução tecnológica.

Fundamentação teórica

A qualidade do ar nas cidades é resultado de uma complexa interação entre as condições ambientais naturais e antropogênicas. A poluição do ar é um grave problema ambiental, especialmente nos países em desenvolvimento (Mayer, 1999; Tan et al., 2021). A dinâmica da atmosfera tem um efeito direto nas condições meteorológicas e, conseqüentemente, sobre o clima e a existência humana. Emissões de poluentes atmosféricos afetam a saúde pública, o ecossistema e resultam em mudanças climáticas (Lazaridis, 2011). Elementos climáticos como temperatura, precipitação, vento e umidade, modificam a poluição do ar, afetando a intensidade, o transporte e a dispersão de poluentes na atmosfera (Balogun et al., 2021). Uma vez que existe um prognóstico para um aumento da produção industrial e crescimento econômico em geral, as emissões de poluentes na atmosfera conseqüentemente aumentarão. Por conseguinte, há uma necessidade urgente de estudar as características da poluição atmosférica, dinâmica e o seu transporte em várias escalas espaciais e temporais (Lazaridis, 2011).

Procedimentos metodológicos

O sistema de monitoramento de dióxido de nitrogênio (NO_2) foi desenvolvido com base em uma sequência estruturada: definição do sensor e da interface de sinal,

integração com o microcontrolador e módulo LoRa, configuração no gateway institucional, registro na plataforma The Things Network (TTN) e conexão com a TagoIO via Webhooks.

A escolha do sensor foi feita após análise técnica de modelos disponíveis. Optou-se pelo NO₂-B43F, eletroquímico, por sua sensibilidade compatível com os limites da OMS e CONAMA. Inicialmente, utilizou-se o conversor analógico-digital (ADC) interno do ESP32 para leitura do sinal de saída do sensor, mas para melhor precisão adotou-se o conversor ADS1115 (16 bits), com comunicação I²C. Dessa forma, o ESP32 foi responsável por processar os dados e transmiti-los via LoRaWAN, utilizando a biblioteca LMIC Node, amplamente usada em projetos de Internet das Coisas. A programação foi estruturada com orientação a objetos, proporcionando maior modularidade ao código e facilitando futuras atualizações. Na sequência, a transmissão dos dados foi viabilizada pela conexão do dispositivo ao gateway LoRaWAN do IFSC Itajaí, encaminhando as medições para a internet. O dispositivo foi então registrado na TTN, e os dados direcionados à plataforma TagoIO, que possibilita a visualização em tempo real por meio de *dashboards* interativos. Isso permitiu o acompanhamento contínuo da qualidade do ar local, contribuindo para análises ambientais mais precisas. A Figura 1 (a) mostra um diagrama de blocos que descreve o procedimento geral adotado neste trabalho.

Figura 1 – Diagrama de Blocos do sistema



(a) Diagrama de Blocos do Sistema.



(b) Sist. de medição (primeira versão).

Fonte: dos Autores (2025)

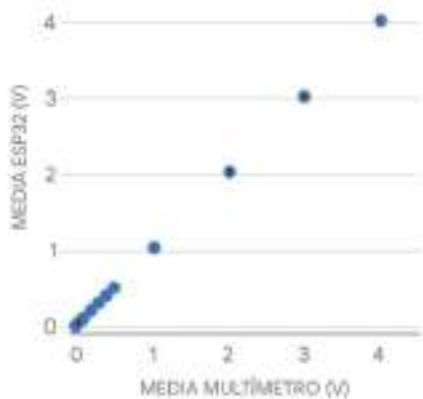
Resultados e discussões

A primeira versão do equipamento de monitoramento foi confeccionada conforme a Figura 1 (b). O sistema foi devidamente integrado à arquitetura IoT e efetuou o envio de

dados em tempo real para a plataforma Tagolo. Entretanto, discrepâncias em relação às medições efetuadas em ambientes controlados foram apresentadas. Como solução, optou-se pela adoção de um ADC externo ADS1115 ao microcontrolador para amenizar efeitos indesejados. Para isso, aplicou-se uma varredura de tensões conhecidas e obteve-se a relação entre as médias obtidas através do multímetro de bancada Tektronix DMM4050 e pelo microcontrolador (Figura 2 (a)). Observa-se uma reta com inclinação próxima da unitária ($R^2 = 0,999$), onde o desvio padrão médio das medidas foi de 0,9%.

Adicionalmente, foram realizados testes de permanência do sensor em ambiente interior. Diferentemente dos resultados obtidos com a primeira versão confeccionada, não foram identificados valores de concentração negativos ou maiores do que $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Os resultados das medições realizadas ao longo de 24 h, sem controle da temperatura ambiente, com intervalos de 15 minutos entre cada medição, estão presentes no gráfico da Figura 2 (b).

Figura 2 – Gráficos referentes a testes do sensor com o ADC externo.



(a) Reta característica



(b) Medições coletadas

Fonte: dos Autores (2025)

Considerações finais

Todos os objetivos foram plenamente alcançados, incluindo a integração de hardware, firmware e transmissão de dados. Além disso, as adequações realizadas

demonstraram eficácia na estabilização das medições, validando os métodos empregados.

Embora os resultados tenham sido satisfatórios, ainda apresentaram oportunidades de melhoria, como a calibração por meio de estações de referência e a inclusão de sensores para outros poluentes. Todavia, os desafios enfrentados contribuíram significativamente para a formação dos participantes, ao unir teoria e prática em um contexto multidisciplinar de modo a abranger áreas afins ao curso e aplicou tecnologias emergentes, consolidando conhecimentos técnicos em um cenário real de monitoramento ambiental.

Referência ao fomento recebido

O projeto teve apoio do IFSC por meio do edital 03/2024/PROPPI/DAE.

Referências

- BALOGUN, A. L. et al. (2021).** *A review of the intercorrelation of climate change, air pollution and urban sustainability using novel machine learning algorithms and spatial information science.* *Urban Climate*, 40. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.100989>
- HANADA, A. (2024).** *A poluição atmosférica em Santa Catarina: estudo de 2008 a 2022.* p. 193, set. 20DC.
- LAZARIDIS, M. (2011).** *First Principles of Meteorology and Air Pollution, volume 19.* Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-0162-5>.
- LENZI, E. et al. (2011).** *Química da Atmosfera (1 ed.). LTC.*
- MAYER, H. (1999).** *Air pollution in cities.* *Atmospheric Environment*, 33, 4029–4037. [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(99\)00144-2](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(99)00144-2)
- PEREIRA, L. M. et al. (2021).** *Transporte de poluentes atmosféricos da Amazônia para o sul do Brasil.* *Revista Brasileira de Climatologia.*
- TAN, X. et al. (2021).** *A review of current air quality indexes and improvements under the multi-contaminant air pollution exposure.* *Journal of Environmental Management*, 279. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111681>

DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO DE GÊMEO DIGITAL PARA CONTROLE DE MÃO ROBÓTICA VIRTUAL 3D

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: K. L. DOS SANTOS¹; S. A. B. PETROVIC²; W. VALENTE JR.³

EDITAL 09/2022/PESQUISA/ITJ
Projeto de Pesquisa

Resumo:

O presente trabalho aborda o desenvolvimento do conceito de gêmeo digital (*digital twin*) aplicado ao controle de uma mão robótica 3D, que consiste em uma réplica virtual de um protótipo físico impresso em 3D nas dependências do laboratório IFMaker. O projeto integra as áreas de robótica, simulação 3D e realidade aumentada, permitindo o controle, a simulação e a tomada de decisões sobre o objeto físico por meio de dados em tempo real. O sistema admite diferentes tipos de sinais de entrada, desde controles mais simples, como joysticks, até abordagens mais complexas, como o uso de sinais neurais, eletromiográficos (EMG) ou controle por meio de identificação de imagens, que são traduzidos em movimentos e animações do protótipo no ambiente Unity 3D.

Palavras-chave: Gêmeo Digital (*digital twin*), Mão Robótica; Simulação Interativa; Realidade Aumentada; Engenharia Biomédica.

Introdução

A concepção de gêmeo digital (*digital twin*) refere-se à virtualização de um objeto físico, capaz de simular em tempo real a sua aparência, movimentos e características físicas observadas no ambiente externo ao processamento computacional. O gêmeo, representado por um protótipo virtual, responde a variáveis provenientes de sensores ou dispositivos de entrada que fornecem sinais de comando, replicando simultaneamente o comportamento de seu equivalente físico (HE et al., 2024).

A virtualização de protótipos físicos surge da necessidade de reduzir o tempo gasto com testes em bancada, ampliando as possibilidades de experimentação e adaptação do modelo em tempo real. Além disso, ela permite prever funcionalidades futuras e eventuais falhas funcionais, aproveitando-se da flexibilidade no reposicionamento de objetos 3D, da

¹ Discente do Curso de Engenharia Elétrica do IFSC, Campus Itajaí, kauan.l@aluno.ifsc.edu.br

² Docente do Curso de Engenharia Elétrica do IFSC, Campus Itajaí, sergio.petrovic@ifsc.edu.br

³ Docente do Curso de Engenharia Elétrica do IFSC, Campus Itajaí, wilson.valente@ifsc.edu.br

aplicação de animações realistas e da integração com recursos de realidade aumentada, uma ferramenta essencial em indústrias tecnológicas avançadas, que viabiliza a análise do desempenho de produtos sob várias condições (CÓRDOVA et al., 2024).

Com o objetivo de auxiliar no desenvolvimento de uma Plataforma de Treinamento de Dispositivos Neuroprotéticos (RUSSI et al., 2023), este trabalho engloba a utilização de protótipos de uma mão robótica humanoide, fabricados por meio de impressão 3D nas dependências do laboratório IFMaker. A partir do modelo virtual em questão, foi realizada a parametrização das peças no software Autodesk 3ds Max, seguida da simulação dos movimentos no Unity 3D. Assim, este estudo implementa um gêmeo digital que reproduz com precisão os movimentos do protótipo físico da plataforma neuroprotética, além de possibilitar a emulação de outros cenários de interesse, como a colisão, captura e sustentação de objetos no ambiente virtual.

Devido à facilidade de interação homem-máquina proporcionada pelo sistema proposto, esta pesquisa também se destaca como uma ferramenta promissora para o ambiente educacional, incentivando o aprendizado em sala de aula e fomentando novas abordagens para a utilização de dispositivos biomédicos.

Fundamentação teórica

Atualmente, a literatura técnica apresenta diversos estudos voltados ao desenvolvimento do conceito de gêmeo digital, empregando essa abordagem como ferramenta para a resolução de problemas práticos do cotidiano (CÓRDOVA et al., 2024). Dentro do conceito de indústria 4.0, a digitalização dos equipamentos de uma instalação é considerada a primeira etapa crucial para alcançar a produção inteligente (HE et al., 2024). A adoção desse conceito, que pressupõe a sincronização entre modelos físicos e virtuais, exige o uso de softwares especializados em modelagem 3D e simulação computacional. Entre essas ferramentas, destaca-se o Autodesk 3ds Max, amplamente utilizado para a construção de objetos tridimensionais complexos, atendendo a diferentes requisitos de design e engenharia. Complementarmente, o Unity 3D permite simular eventos físicos, como colisões, gravidade e aplicação de forças, além de oferecer uma estrutura robusta para a integração entre software e hardware. Esse ambiente proporciona uma programação

flexível, capaz de interpretar sinais externos e traduzi-los em ações no protótipo digital controlado.

Outro elemento fundamental nesse processo é o uso de microcontroladores para a aquisição, tratamento e comunicação dos dados gerados por sensores ao computador, onde são recebidos e processados pelo Unity 3D, resultando em reações no modelo virtual. A plataforma Arduino destaca-se como uma solução eficiente nesse contexto, funcionando como ponte entre os protótipos físico e digital. Sua programação em C++ facilita a implementação, seja por meio de conexão USB ou remotamente via Wi-Fi.

Procedimentos metodológicos

De forma geral, o desenvolvimento do gêmeo digital (*digital twin*) neste estudo é estruturado em quatro etapas principais, descritas a seguir:

1. Criação do modelo virtual: O desenvolvimento do protótipo digital inicia-se com a criação e edição de um modelo tridimensional (3D), utilizando softwares de modelagem apropriados. Neste trabalho, a mão robótica foi obtida a partir de arquivos disponibilizados sob a licença *Creative Commons – Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional* (CC BY-NC 4.0), originalmente modelados no software DesignSpark Mechanical e compartilhados no repositório Thingiverse. Em seguida, os arquivos foram adaptados, editados e parametrizados no ambiente Autodesk 3ds Max, onde os componentes foram organizados em uma hierarquia de objetos. Essa estruturação levou em consideração os elementos internos responsáveis pela movimentação do modelo, a fim de viabilizar animações precisas no ambiente virtual.

2. Integração entre *hardware* e *software*: A interação em tempo real entre os sistemas físico e virtual é viabilizada pela captura de sinais provenientes de sensores eletromiográficos ou sinais analógicos. Esses sinais são processados por um microcontrolador Arduino, responsável pela leitura, interpretação e transmissão dos dados para o ambiente computacional. Essa comunicação possibilita o controle em tempo real dos movimentos do modelo virtual. Alternativamente, o modelo virtual também pode ser operado por meio da interface gráfica do Unity 3D, sem o uso do microcontrolador.

3. Simulação e análise: No ambiente Unity 3D, os sinais recebidos são interpretados por scripts programados para acionar partes específicas do modelo robótico. A simulação abrange o controle de movimentos, rotações em torno de pivôs locais,

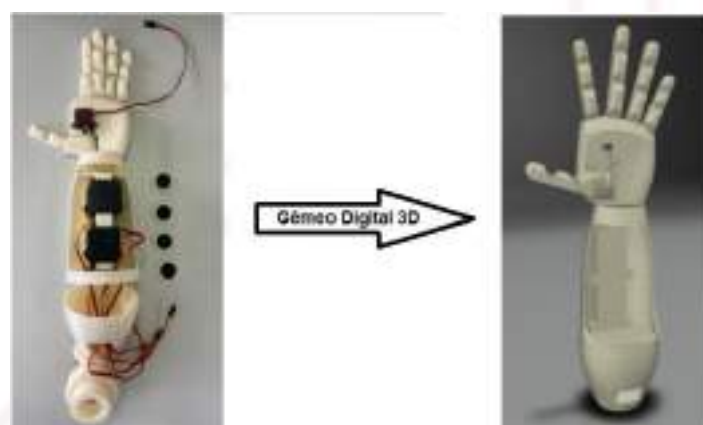
translações no espaço tridimensional, interações com outros objetos virtuais e a manipulação da câmera para observação detalhada do comportamento do sistema. Essa etapa tem como objetivo analisar a resposta do modelo digital aos comandos provenientes do sistema físico.

4. Monitoramento e controle bidirecional: Além do envio de sinais do protótipo físico para o digital, o fluxo de dados no sentido inverso também é considerado. A manipulação do protótipo virtual pode executar ações correspondentes no modelo físico. Isso configura um sistema de controle bidirecional, característico de gêmeos digitais, no qual as interações em um ambiente são refletidas diretamente no outro, fortalecendo a integração entre software e hardware proposta pelo modelo.

Resultados e discussões

Com base no desenvolvimento realizado, os resultados demonstram que o gêmeo digital da mão robótica foi implementado com sucesso (Figura 1), apresentando comunicação eficiente entre o protótipo físico, controlado via plataforma Arduino, e seu correspondente virtual, modelado e simulado no Unity 3D.

Figura 1 – Comparação entre os protótipos de mão robótica humanoide: Protótipo físico (à esquerda) e o seu modelo gêmeo digital (à direita).



A integração permite a reprodução em tempo real dos movimentos e interações do modelo físico no ambiente virtual, incluindo respostas a sinais externos, como os provenientes de sensores eletromiográficos e entradas manuais. A fidelidade da modelagem tridimensional garante a correspondência estrutural entre os dois sistemas,

enquanto a interoperabilidade com dispositivos móveis Android viabiliza testes rápidos e maior flexibilidade nas operações. Esses resultados evidenciam o potencial da aplicação como ferramenta de apoio ao desenvolvimento de tecnologias neuroprotéticas e como recurso educacional para o ensino de conceitos em robótica, computação gráfica e interação homem-máquina.

Considerações finais

A consolidação do gêmeo digital desenvolvido neste estudo configura uma alternativa promissora para a investigação de novas estratégias de controle aplicadas ao desenvolvimento de dispositivos neuroprotéticos. Entre os principais avanços observados, destaca-se a possibilidade de avaliação virtual do desempenho de métodos de controle mais complexos, baseados em sinais biomédicos, bem como em algoritmos de inteligência artificial e redes neurais. Além disso, o sistema permite a exploração do controle por meio de identificação de imagens de vídeo em tempo real, cujos dados são traduzidos em movimentos e animações do protótipo no ambiente Unity 3D. Adicionalmente, a arquitetura proposta favorece a análise de desempenho e a viabilidade de atualizações de hardware, como a migração para plataformas com maior capacidade de processamento — a exemplo do WROOM-ESP32 — que oferecem conectividade via Wi-Fi e Bluetooth, ampliando as possibilidades de comunicação e controle do sistema sem comprometer sua funcionalidade.

Referências

CÓRDOVA, L. A.; VACA, J. P.; SÁNCHEZ, J. F.; MOYA, V.; PILCO, A. **Four-Degree Digital Twin Robotic Arm in Webots Environment**. In: *2024 6th International Conference on Robotics, Intelligent Control and Artificial Intelligence (RICAI)*, Nanjing, China, 2024. p. 11-15. DOI: 10.1109/RICAI64321.2024.10911858.

HE, J.; YAN, Z.; WANG, Y.; JIANG, Y.; ZENG, D.; ZHANG, Z. **Development of Robotic Arm Digital Twins via Edge-to-End Architecture**. In: *2024 IEEE/CIC International Conference on Communications in China (ICCC Workshops)*, Hangzhou, China, 2024. p. 31-35. DOI: 10.1109/ICCCWorkshops62562.2024.10693734.

RUSSI, L.F. ; DA SILVA, G.T.C. ; VALENTE JUNIOR, W . **Desenvolvimento e Treinamento de Dispositivos Neuroprotéticos**. In: IX Seminário de Ensino, Pesquisa, Extensão e Inovação do IFSC, 2023, Joinville. IX SEPEI 2023, 2023. v. 1.

EQUIPAMENTO DIDÁTICO DE PROCESSAMENTO DE SINAIS PARA ENSINO DE INSTRUMENTAÇÃO BIOMÉDICA

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: G.T.C DA SILVA¹; L.F. RUSSI²; W. VALENTE JR.³.

Edital 02/2023/PROPI-UNIVERSAL

Resumo:

No contexto do ensino de neurociências, é possível observar uma considerável dificuldade na disponibilidade de equipamentos de medição e análise de sinais biomédicos, principalmente pelo alto custo que os equipamentos de instrumentação voltados para estes fins possuem em âmbito nacional. Visando disponibilizar uma alternativa aos estudantes e pesquisadores no contexto do ensino, o presente projeto propôs o desenvolvimento de uma placa modular de aquisição de sinais biomédicos, com características didáticas, de baixo custo e que possibilite o desenvolvimento de pesquisas e experiências práticas do ensino de neurociências para alunos de nível médio e superior. Para que esse objetivo fosse alcançado, utilizou-se como referência os dispositivos de código aberto (*open source*) da *Backyard Brains* e, então, foram desenvolvidas adaptações e melhorias do projeto, tais como modificações de componentes, novo projeto de filtro, testes funcionais de amplificadores de instrumentação, expansão do número de canais de aquisição, expansão da plataforma de saída, dentre outros requisitos para que fossem atendidas as demandas atuais. O resultado obtido foi uma placa de circuito impresso em formato de *Shield* para Arduino Mega 2560 com dois canais de aquisição simultâneos que, por meio de pares de eletrodos, adquire os sinais mioelétricos e os condicionam para ser feita a conversão analógico-digital e amostragem do sinal pelo Arduino.

Palavras-chave: Engenharia Biomédica; Neurociências; Equipamento Didático; Sinais Biomédicos.

Introdução

O ensino de neurociências exige uma abordagem multidisciplinar que integre áreas como Engenharia Elétrica, Medicina e Ciências da Saúde, utilizando práticas pedagógicas para facilitar o aprendizado (ANDRIGHETTO, 2008). No entanto, a escassez de equipamentos acessíveis para aquisição de sinais bioelétricos, devido a custos elevados e especificidades técnicas, limita o acesso a experiências práticas, especialmente para estudantes de ensino médio e graduação. Para superar essas barreiras, é essencial

¹ Estudante do Curso de Engenharia Elétrica do IFSC, Campus Itajaí: gsthiago.cav@gmail.com.

² Estudante do Curso de Engenharia Elétrica do IFSC, Campus Itajaí: luis.r1998@aluno.ifsc.edu.br

³ Professor do Curso de Engenharia Elétrica do IFSC, Campus Itajaí: wilson.valente@ifsc.edu.br

desenvolver plataformas didáticas acessíveis com *hardware* e *software open source*, democratizando o aprendizado prático em neurociências.

Dessa forma, o presente projeto visa propor o aprimoramento, a escalabilidade e a usabilidade, em um contexto didático, de um conjunto de protótipos de aquisição e processamento de sinais bioelétricos, oriundos de projetos integradores previamente desenvolvidos no IFSC, tais como um protótipo de EEG (PEREIRA, et al., 2019), um protótipo de EMG (PEREIRA, et al., 2023) e um protótipo de ECG wireless (PEREIRA, et al., 2023), com o objetivo de popularizar o ensino de neurociências e instrumentação biomédica aos alunos do ensino médio à cursos de Graduação em Engenharia Elétrica/Biomédica, e até mesmo, em nível de pós graduação.

Fundamentação teórica

Os equipamentos didáticos de processamento de sinais biomédicos têm como objetivo capacitar profissionais da saúde e da engenharia biomédica na geração, aquisição, análise e processamento de sinais fisiológicos. Esses dispositivos permitem o aprendizado prático sobre os processos fisiológicos humanos e os sinais captados por sensores, transdutores e eletrodos, bem como a análise de patologias associadas e o funcionamento dos equipamentos bioelétricos (ANDRIGHETTO, 2008; RATHKE, 2008).

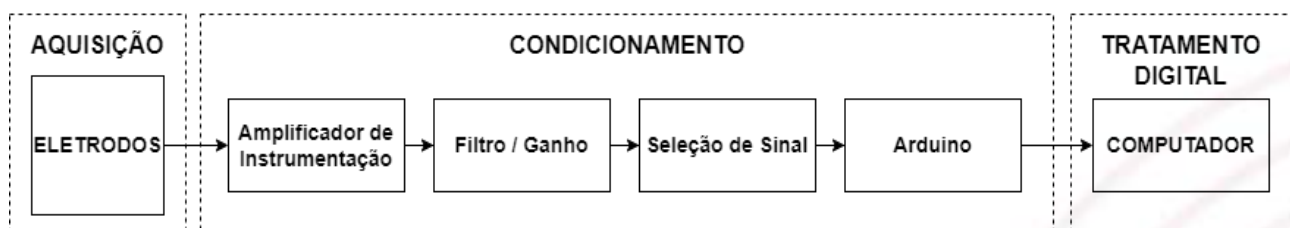
Os sinais bioelétricos são tipicamente de baixa amplitude, suscetíveis a ruídos e requerem sistemas específicos de amplificação, filtragem e processamento. Essa realidade evidencia a necessidade de soluções que combinem viabilidade econômica, escalabilidade e desempenho, a fim de torná-las acessíveis e didáticas, o que incentiva a prática experimental em um contexto educacional amplo. Nesse contexto, a plataforma Arduino tem sido reconhecida como uma ferramenta importante para fins didáticos e adequada para os objetivos do presente projeto. Dentre as suas principais características, podem-se citar: hardware de baixo custo, aprendizagem prática com características “*hands on*”, interdisciplinaridade, modularidade e compatibilidade.

Procedimentos metodológicos

O sistema desenvolvido neste trabalho é inspirado no projeto *DIY Muscle SpikerShield v2.61 SMD*, da *Backyard Brains*, e adaptado para atender às demandas

educacionais e incluir funcionalidades adicionais. Para o projeto do circuito, cada canal de aquisição foi baseado no diagrama de blocos da Figura 1, que se caracteriza por condicionar o sinal analógico aos requisitos de operação da Plataforma Arduino, tais como: tensão de excursão do sinal de 0 a 5 V e frequência de amostragem máxima de 10 kHz; para, posteriormente, convertê-lo para digital.

Figura 1 – Diagrama de Blocos do Circuito (para cada canal de aquisição).



Fonte: Autor (2024).

Para atender à esses requisitos, foram desenvolvidos filtros analógicos em configurações adequadas aos níveis de excursão do sinal, por meio de alimentação assimétrica (0 - 5V); e aos requisitos de frequência, correspondentes à um filtro passa-faixas (50 a 2500 Hertz) de segunda ordem. Todas essas condições foram avaliadas e verificadas por meio de simulações no *software* de simulação de circuitos *KiCAD EDA v8.0*. Posteriormente, o circuito foi adequadamente montado e testado, tanto em *protoboard*, quanto em Placas de Circuito Impresso (PCI) que foram confeccionadas nas dependências do Laboratório IFMaker, com o intuito de verificação de seu funcionamento. Haja vista o resultado satisfatório, a configuração final do projeto com montagem profissional, em formato de *Shield* para a plataforma Arduino, foi projetada no *software EasyEDA Pro Edition*, próprio da JLC PCB (empresa escolhida para confecção das placas profissionais), que conta com a manufatura automatizada da PCI e integração de componentes SMD (menos suscetíveis a ruídos eletromagnéticos).

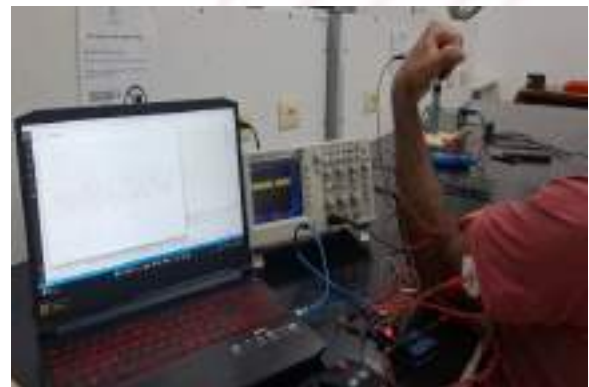
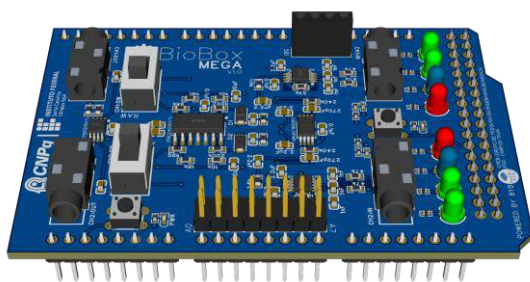
Resultados e discussões

O presente trabalho apresentou o desenvolvimento de uma placa que fosse funcional e didática, compatível com a plataforma Arduino (Figura 2a). Em linhas gerais pode-se afirmar que o objetivo principal do projeto foi atingido com sucesso pois ela apresentou uma placa *Shield* de aquisição de sinais biomédicos de dois canais para frequências de 50 a

2500 Hertz, a qual exige o mínimo do usuário em sua aplicação e que possui uma usabilidade simples e intuitiva. A placa também possibilita a implementação de novos módulos de expansão, uma vez que o sinal já condicionado está disponível nos terminais de saída de cada circuito, e disponibiliza, também, terminais de conexão com *displays* que utilizam interface *I2C*, o que possibilita novas implementações de apresentação dos sinais biomédicos.

Adicionalmente, foram desenvolvidos neste projeto roteiros de aulas práticas para análise, condicionamento, tratamento e processamento digital de sinais bioelétricos musculares (Figura 2b), o que além de promover a disseminação do ensino de neurociências para alunos do IFSC, permite o desenvolvimento de ações de extensão voltadas à escolas do ensino médio, e fomenta a pesquisa e inovação tecnológica no curso de Engenharia Elétrica do IFSC

Figura 2 – a) Modelo 3D da PCI em formato Shield (IFSC BioBox MEGA) ; b) Utilização do Shield em experimento didático de contração muscular.



Fonte: Autor (2025).

Considerações finais

Em linhas gerais, pode-se afirmar que o protótipo desenvolvido atendeu aos objetivos do projeto, e pode ser utilizado como ferramenta didática para aprimorar as aulas de Instrumentação Biomédica e o ensino de Neurociências no IFSC e escolas parceiras. Além disso, o resultado obtido permite o desenvolvimento de novos projetos integradores e pesquisas futuras, contribuindo significativamente para o ensino e avanço na área de instrumentação biomédica. Dentre essas iniciativas, destaca-se, atualmente, o

desenvolvimento de uma placa de aquisição multicanal, na disciplina de Projeto Integrador III, que permite um melhor mapeamento muscular dos sinais de EMG.

Referência ao fomento recebido

Os autores agradecem ao CNPq e ao IFSC pelo fornecimento de bolsas de pesquisa e auxílio pesquisador referentes ao desenvolvimento do projeto contemplado no Edital 02/2023/PROPPI-UNIVERSAL.

Referências

ANDRIGHETTO, EDUARDO. **Sistema de Processamento de Sinais Biomédicos: Rede Wireless Zigbee com Aplicação do Padrão IEEE 802154**. Dissertação (mestrado). Programa de Pós Graduação de Engenharia Elétrica, UFSC. Florianópolis, 2008.

PEREIRA, A. L.; OLIVEIRA, M. P.; VALENTE JUNIOR, W. **Hardware para aquisição e condicionamento de sinais de EEG**. In: VIII Seminário de Ensino, Pesquisa, Extensão e Inovação do IFSC, 2019, Chapecó. VIII SEPEI 2019, 2019. p. 1505 1508.

PEREIRA, A. L.; VALENTE JÚNIOR, W. **Desenvolvimento de um protótipo de eletrocardiograma (ECG) com transmissão via protocolo wireless**. In: IX Seminário de Ensino, Pesquisa, Extensão e Inovação do IFSC, 2023, Joinville. IX SEPEI 2023, 2023. v. 1.3.

PEREIRA, A. L.; FERNANDES, V. B.; VALENTE JÚNIOR, W. **Desenvolvimento de uma plataforma computacional para visualização e monitoramento de sinais biomédicos**. In : IX Seminário de Ensino, Pesquisa, Extensão e Inovação do IFSC, 2023, Joinville. IX SEPEI 2023, 2023. v. 1.4.

RATHKE, JULIANO ELESBÃO. **Sistema de processamento de sinais biomédicos: módulos didáticos de aquisição de ECG, EMG, EOG e conversão analógico digital de biosinais**. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-Graduação de Engenharia Elétrica, UFSC. Florianópolis, 2008.

DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE MÃO ROBÓTICA FUNCIONAL PARA APLICAÇÕES EM INTERFACES HOMEM-MÁQUINA

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: L.F. RUSSI¹; A.J. ESPINDOLA²; G.T. SILVA³; W. VALENTE JR.⁴

EDITAL 09/2022/PESQUISA/ITJ
Projeto de Pesquisa

Resumo:

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um protótipo de mão robótica humanoide, como parte do projeto de criação de uma plataforma para monitoramento de sinais biomédicos voltada para aplicações em neuropróteses e interfaces homem-máquina. Utilizando-se a impressão 3D e empregando a cultura IFMaker para a confecção das peças mecânicas, e com o uso de microntroladores para o comando de 4 servomotores e 2 microservos, foi construída uma estrutura mecânica capaz de simular movimentos gestuais básicos de uma mão robótica. O processo envolveu a pesquisa de referências de projetos similares, adaptação prática dos componentes mecânicos, processamento de sinais e controles eletrônicos, além programação. A programação desenvolvida neste trabalho permitiu testar o funcionamento individual dos servomotores para configuração gestual do protótipo, com o objetivo de posterior integração com outros dispositivos de entrada, tais como sensores musculares de eletromiografia ou reconhecimento de padrões de imagem. A experiência proporcionou aprendizado sobre a construção de dispositivos biomédicos e apresentou resultados promissores para futuras aplicações em controle assistido.

Palavras-chave: Mão robótica; Interface Homem-Máquina; Impressão 3D; Engenharia Biomédica.

Introdução

O avanço de tecnologias assistivas é essencial para o desenvolvimento de dispositivos capazes de melhorar a qualidade de vida de pessoas com deficiências motoras. Assim, a área de reabilitação humana tem alavancado um grande número de pesquisas multidisciplinares, e resultam no desenvolvimento de diversos mecanismos e técnicas com o intuito de melhorar a qualidade de vida de pessoas com deficiência física, de modo a torná-las menos dependentes e colaborar para a integração desses indivíduos de forma

¹ Aluno do Curso de Engenharia Elétrica, Campus Itajaí: luis.r1998@aluno.ifsc.edu.br

² Aluno do Curso de Engenharia Elétrica, Campus Itajaí: andrej.espindola@gmail.com

³ Aluno do Curso de Engenharia Elétrica, Campus Itajaí: gsthiego.cav@gmail.com

⁴ Professor do Curso de Engenharia Elétrica, Campus Itajaí: wilson.valente@ifsc.edu.br

mais produtiva à sociedade (BARROS, 2005). Dentro deste contexto, o presente projeto propôs a construção de uma mão robótica humanoide, como parte do desenvolvimento de uma plataforma para aplicações em neuropróteses que viabilizam o uso de interfaces homem-máquina. A partir da impressão 3D de peças mecânicas com base na cultura IFMaker, e da utilização de 4 servomotores e 2 microservos com programação em Arduino, buscou-se desenvolver e aprimorar um protótipo funcional que permita movimentos básicos de uma mão humanoide, tais como a flexão e extensão de 5 dedos, bem como a rotação do dedo polegar.

Fundamentação teórica

Para o desenvolvimento das interfaces homem-máquina o principal desafio se dá na forma de comando dos dispositivos prostéticos. Idealmente, dispositivos desta natureza devem ter a sua funcionalidade executada sem a exigência de qualquer esforço do usuário e, preferencialmente, é desejado que o controle seja subconsciente e similar a um membro natural. Entretanto, diversas limitações de implementação dificultam até hoje esse desenvolvimento. Segundo BARROS (2005), tradicionalmente as principais técnicas empregadas para o controle de próteses são os sistemas de arreios, o controle mioelétrico, o controle neuroelétrico, e ainda, a realimentação sensorial, cujas principais características são brevemente descritas a seguir:

- **Sistema de Arreios:** Nesse tipo de controle, movimentos de parte do corpo se refletem em movimentos de seguimento da prótese, sendo dispositivos de baixo custo, relativamente leves e que após um período de treinamento o usuário é capaz de utilizá-la como uma extensão natural do seu corpo (DORINGER & HOGAN, 1995). Entretanto, o seu número de graus de liberdade é limitado e exige o uso de forças consideráveis, tornando-se muitas vezes desconfortável (KRUIT & COOL, 1989).

- **Controle Mioelétrico:** Nesse tipo de comando, utiliza-se os sinais mioelétricos da contração muscular para controlar a movimentação da prótese (KRUIT & J.C. COOL, 1989). Os potenciais elétricos gerados pelos músculos, podem ser captados por eletrodos superficiais e utilizados no processamento do controle de atuadores da prótese, com o emprego de um microprocessador dedicado para esta finalidade. Esse tipo de estratégia permite um controle fino da amplitude dos movimentos, a partir da amplitude dos sinais

captados pelo sensor, onde a amplitude do sinal de controle é diretamente proporcional à intensidade das contrações, tornando-a mais intuitiva e natural.

- **Controle Neuroelétrico:** Em casos onde o músculo responsável por controlar uma dada função motora não esteja presente ou tenha sido severamente danificado, é possível utilizar os sinais periféricos do neurônio motor para processamento e controle da prótese (WARWICK, K., 2018). Esta técnica emprega muitas vezes os caminhos neurais originais, e utiliza os impulsos elétricos do movimento do “braço fantasma” para comando natural de uma prótese neuroelétrica em tempo real (LUU, D.K. et al., 2022)

- **Realimentação Sensorial:** Atualmente o desenvolvimento de próteses com realimentação sensorial é considerado o estado da arte em comandos neuroprotéticos. Idealmente, o mecanismo protético deve trabalhar com um sistema de realimentação sensorial que permita ao usuário não somente o controle do movimento, mas também a percepção sensorial de informações tácteis sobre o objeto tocado pela prótese, tais como texturas, temperatura, bem como a força, posição, escorregamento e sobrecarga impressa sobre o objeto. Naturalmente a complexidade para implementação de inúmeras características naturais do membro original são significativamente maiores, o que mantém um amplo campo para avanço das pesquisas na área (CUTRONE, A., & MICERA, S, 2019).

Procedimentos metodológicos

A construção de uma mão robótica articulada envolve conceitos interdisciplinares que abrangem biomecânica, prototipagem rápida e automação. Inspirada na estrutura anatômica da mão humana, que é composta por falanges interligadas por articulações capazes de realizar movimentos de flexão e extensão, a réplica de mão robótica humanoide desenvolvida utiliza segmentos conectados por elementos elásticos e fios de nylon, simulando o funcionamento de tendões e músculos. Para a movimentação dos dedos, utilizam-se servomotores e microserves, além de atuadores rotacionais que possibilitam posicionamento angular preciso, sendo controlados por uma plataforma Arduino, que permite a programação dos movimentos gestuais, com baixo custo e fácil implementação.

A alimentação dos servos requer uma fonte externa, devido à corrente elevada exigida durante o funcionamento da prótese, principalmente para movimentação manual que exija força mecânica. A fabricação das peças foi realizada por meio de impressão 3D, tecnologia que permite a prototipagem rápida e personalizada de componentes mecânicos,

sendo amplamente utilizada em projetos educacionais e de pesquisa. O conjunto de fios de nylon, tubos elásticos e servos forma um sistema de tração e retorno eficiente, no qual os fios, ao serem tensionados, promovem a flexão dos dedos, enquanto os tubos elásticos restauram sua posição inicial, garantindo a repetição controlada dos movimentos.

Resultados e discussões

A montagem da mão robótica foi concluída com sucesso, apresentando movimentos de abertura e fechamento dos dedos através da tração dos fios de nylon acionados pelos servomotores. Durante a construção, foram necessárias adaptações, como o desbaste de partes da estrutura impressa para um melhor encaixe dos componentes, demonstrando a necessidade de flexibilidade no processo de prototipagem. Os testes iniciais de controle comprovaram a funcionalidade mecânica do sistema, estabelecendo uma base sólida para futuras integrações com controle mais complexos como sinais musculares e neurais.

Figura 1 – Protótipo de Mão Robótica Humanoide



Fonte: Autor, 2024

Considerações finais

O desenvolvimento do protótipo de mão robótica alcançou seu objetivo principal de construir um dispositivo funcional capaz de movimentos gestuais básicos. A experiência

proporcionou um aprendizado prático significativo sobre processos de impressão 3D, montagem mecânica e controle eletrônico, alinhando-se aos princípios de ensino, pesquisa e extensão. As dificuldades encontradas, como a necessidade de ajustes manuais nas peças impressas, reforçaram a importância da adaptabilidade em projetos de prototipagem. Como perspectivas futuras, prevê-se a implementação de controle por sinais neuromusculares e a aplicação do protótipo em ambientes de simulação virtual para treinamento de usuários.

Referências

BARROS, K.R. (2005); "Metodologia para Classificação de Sinais de EMG para Controle de Próteses com Baixo Esforço Computacional", Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia, 2005.

CUTRONE, A., & MICERA, S. (2019); "Implantable Neural Interfaces and Wearable Tactile Systems for Bidirectional Neuroprosthetics Systems". In *Advanced Healthcare Materials* (Vol. 8, Issue 24).

DORINGER, J.A. & N. HOGAN. (1995); "Performance of above elbow body powered prostheses in visually guided unconstrained motion tasks". *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*.

KRUIT & J.C. COOL. (1989); "Advances in processing of surface myoelectric signals: Part 2. Medical. *Journal of Med. Eng. E Tech*"., 1989.

LUU, D.K. et al. (2022); "Artificial Intelligence Enables Real-Time and Intuitive Control of Prostheses via Nerve Interface" *IEEE Trans. on Biomedical Eng.*, v. 69, no.10, out.2022.

WARWICK, K. (2018); "Neuroengineering and Neuroprosthetics". In: *Brain and Neuroscience Advances*, SAGE Journals of British Neuroscience Association, dez.2018

FABRICAÇÃO E TESTE DE HIDROFONE DE BAIXO CUSTO PARA MONITORAMENTO MARINHO

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: K. NASCIMENTO¹; R. A. A. ROMERO².

Edital 02/2024/PROPPI/UNIVERSAL
Projeto de Pesquisa

Resumo:

Desde 1950, o aumento de colisões entre cetáceos e embarcações motivou o desenvolvimento de soluções de monitoramento. O projeto desenvolveu uma placa pré-amplificadora, a qual foi conectada a discos piezoelétricos e a um amplificador. O conjunto foi testado em laboratório, apresentando desempenho satisfatório para frequências superiores a 100 Hz. Melhorias nos circuitos e blindagem estão previstas para reduzir ruídos e viabilizar testes subaquáticos. O conjunto demonstra potencial para o monitoramento passivo de cetáceos e apoio à conservação marinha.

Palavras-chave: Monitoramento acústico passivo; Cetáceos; Hidrofones; Piezoeletricidade; Conservação marinha.

Introdução

Desde a década de 1950, o aumento das colisões entre cetáceos e embarcações (RITTER, 2019; SCHOEMAN, 2020) tornou urgente o desenvolvimento de métodos eficazes para mitigar o problema. Alternativas como observação visual e comunicação via rádio já são empregadas, mas são suscetíveis a falhas humanas. Uma solução mais segura é o uso de hidrofones, dispositivos que captam sons subaquáticos para gravação ou análise a bordo. Os hidrofones de tipo piezoelétrico funcionam com baseados no fenômeno em que certos materiais, ao sofrerem estresse mecânico, geram uma diferença de potencial elétrico. Assim, as ondas sonoras deformam o sensor piezoelétrico, produzindo um sinal elétrico proporcional ao som captado.

Fundamentação teórica

A captação de sinais por meio de transdutores piezoelétricos requer circuitos específicos que assegurem a integridade do sinal elétrico. Esses sensores possuem alta impedância de saída, o que os torna incompatíveis com entradas de baixa impedância

¹ Discente do curso de Eng. Elétrica do IFSC, Câmpus Itajaí, karla.gvn15@aluno.ifsc.edu.br.

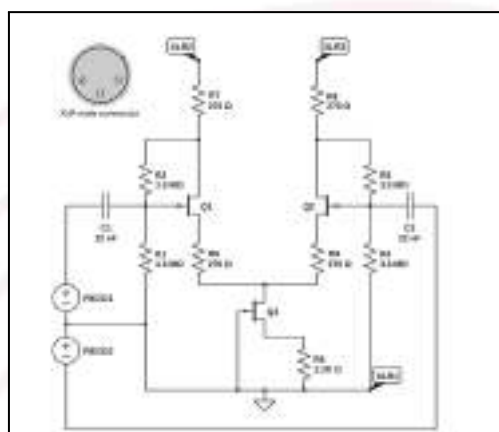
² Servidor Professor EBTT do IFSC, Câmpus Itajaí, roddy.romero@ifsc.edu.br.

típicas em equipamentos de áudio, resultando em perdas de sinal e distorções. Pré-amplificadores são utilizados para abordar esses problemas. Eles apresentam entrada de alta impedância e saída balanceada de baixa impedância, usualmente utilizando alimentação fantasma (*phantom power*), o que elimina a necessidade de baterias e facilita a integração com interfaces de áudio comerciais. A integração do disco piezoelétrico ao circuito pré-amplificador é fundamental para garantir a fidelidade do sinal captado, especialmente em aplicações subaquáticas.

Procedimentos metodológicos

Inicialmente, foi desenvolvido um protótipo experimental composto por um disco piezoelétrico e um cabo P2 de fones genéricos, para avaliar a sensibilidade do material à captação acústica e caracterizar o sinal transmitido. Essa fase foi essencial para identificar limitações, como a alta suscetibilidade a interferências externas. Os primeiros testes revelaram interferência eletromagnética significativa, especialmente na faixa de 60 Hz, correspondente à rede elétrica, prejudicando a qualidade do sinal captado. Para mitigar o problema, iniciou-se o desenvolvimento da placa do circuito de pré-amplificação, baseada no circuito proposto por De Marco (2023) (ver Figura 1), utilizando transistores JFET e alimentação fantasma de 48 V. Devido à indisponibilidade comercial dos transistores Q1, Q2 e Q3 (JFET 2N3819), foram utilizados JFET modelo 2N5549. Após a realização de testes, resistores de 1,2 kΩ foram adicionados em paralelo aos resistores R7 e R8, ocasionando melhora na redução de ruído.

Figura 1 – Circuito Pré-Amplificador



Fonte: DE MARCO (2023).

Um modelo comercial disponível no site Metal Marshmallow foi adquirido para comparação, contendo potenciômetro para ajuste de ganho, disco piezoelétrico e conectores (RICE, 2025; SMUDGER, 2015). Ambos pré-amplificadores foram instalados em caixas plásticas com conectores XLR, fixados com adesivo epóxi, e P2, fixados com cola instantânea .

Na sequência, testes foram conduzidos utilizando uma caixa de som dentro de um recipiente plástico e o disco piezoelétrico fixado na tampa (Figura 2), envolto em papel alumínio para atenuar as interferências do ambiente. A interface de áudio foi configurada para 100% de ganho, alimentação de 48 V ativada, e áudio mono ligado para a placa fabricada e desligado para testes no modelo comercial, por se tratar de um modelo de apenas um disco conectado. O áudio captado foi gravado no software Audacity, configurado para modo mono e estéreo conforme necessário.

Figura 2 – Esquema de testes: 1, a interface de áudio; 2, caixa hermética do pré-amplificador; 3, o sensor piezoelétrico blindado; e 4, recipiente com caixa de som



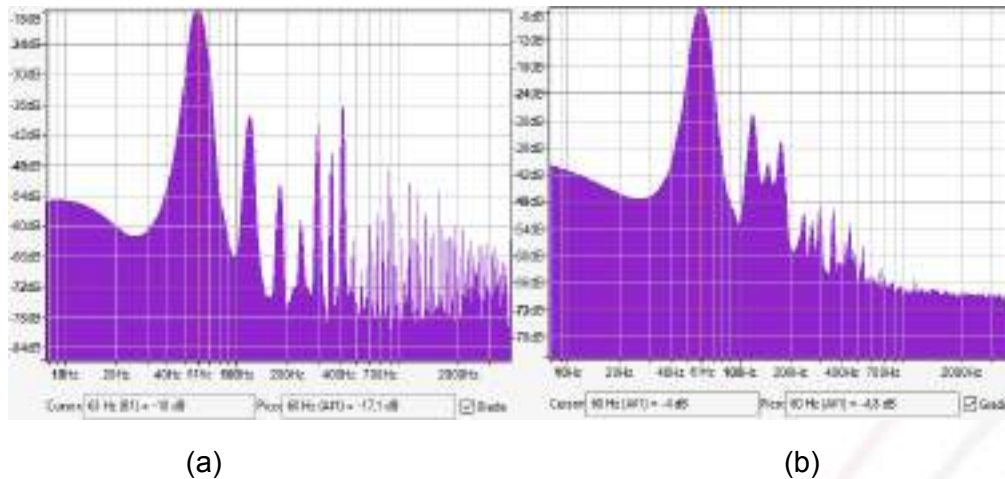
Fonte: Autor (2025).

Resultados e discussões

Os ensaios iniciais confirmaram que o protótipo detecta vibrações mecânicas via efeito piezoelétrico. Com a placa montada, testes no Laboratório de Eletromagnetismo indicaram amplificação satisfatória. Acoplado a um recipiente plástico e com música

reproduzida nas proximidades, a placa fabricada (3.a) e a comercial (3.b) foram testadas, reproduzindo o som, porém com o ruído de 60 Hz ainda presente.

Figura 3 – Resposta em áudio do teste 03



Fonte: Autor (2025).

O pré-amplificador comercial apresentou intensidade aceitável acima de 100 Hz, mas desempenho limitado para frequências inferiores, onde predominou o ruído de rede elétrica. Esses testes mostraram que, embora eficiente para frequências médias e altas, o modelo comercial exige cuidados extras para captar sinais de muito baixa frequência, como mostrado na tabela a seguir:

Tabela 1 - Resposta em frequência

Frequência (Hz)	Amplitude (dB)
20	-43,0
100	13,5
500	-20,4
1000	-33,6
2000	-49,4

Fonte: elaborada pelo autor com base em dados obtidos durante os testes.

Embora o encapsulamento ainda não tenha sido realizado, está prevista a utilização de borracha líquida como invólucro, conforme técnica descrita por Blume (2021), por oferecer vedação eficaz e resistência mecânica. Esse material permite um revestimento flexível e protetor, ideal para gravações subaquáticas, sem comprometer a sensibilidade do transdutor.

Considerações finais

O sistema de captação acústica utilizando discos piezoelétricos e pré-amplificadores demonstrou ser viável para o monitoramento passivo de cetáceos, especialmente para frequências superiores a 100 Hz. A interferência de 60 Hz foi identificada como um desafio, mas melhorias no ajuste de componentes como os resistores R7 e R8 proporcionaram avanços consideráveis na qualidade do sinal.

Futuras melhorias incluem a blindagem dos discos e aterramento das caixas dos pré-amplificadores para reduzir ruídos externos, permitindo ensaios submersos de longa duração e validando o sistema para uso em ambientes reais, consolidando-o como ferramenta robusta para estudos ambientais e conservação marinha.

Referência ao fomento recebido

O trabalho recebeu apoio através do edital IFSC 02/2024/PROPPI/UNIVERSAL do IFSC.

Referências

- (BLUME, 2021) BLUME, Felix. **Hydrophone**. 2021. Disponível em: <https://felixblume.com/hydrophone/>. Acesso em: 01/05/2025.
- (DE MARCO, 2023) DE MARCO, Rocco et al. The development of a Low-Cost hydrophone for passive acoustic monitoring of dolphin's vocalizations. *Remote Sensing*, v. 15, n. 7, p. 1946, 2023.
- (RICE, 2025) Rice, Alex. **Marshmallow DIY Phantom**. Disponível em: https://metalmarshmallow.com/product.php?product_id=29. Acesso em: 06/05/2025.
- (RITTER, 2019) RITTER, Fabian; PANIGADA, Simone. Collisions of vessels with cetaceans—the underestimated threat. In: **World seas: An environmental evaluation**. Academic Press, 2019. p. 531-547.
- (SCHOEMAN, 2020) SCHOEMAN, Renée P.; PATTERSON-ABROLAT, Claire; PLÖN, Stephanie. A global review of vessel collisions with marine animals. **Frontiers in Marine Science**, v. 7, p. 292, 2020.
- (SMUDGER, 2015). Smudger, D. **Phantom Piezo Preamp**. 2015. Disponível em: [Phantom Piezo Preamp – Stomp Ville](#). Acesso em: 06/05/2025.

Avaliação da Aplicabilidade do Módulo PZEM-004T Integrado ao Microcontrolador ESP32 para Monitoramento de Redes Elétricas de Baixa Tensão utilizando a plataforma ThingSpeak

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: T. Q. PEREIRA¹; F. M. MARQUES²; M. BRITTO³; L. F. MARQUES⁴; G. C. SOUZA⁵; A. C. M. SILVA⁶

Edital PROEX 06 CÂMPUS CRICIÚMA
Projeto de Extensão

Resumo:

Este trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade de utilização do módulo PZEM-004T em sistemas de Internet das Coisas (IoT) voltados ao monitoramento de grandezas elétricas em instalações residenciais. Para os testes de medição de energia, utilizou-se como carga uma geladeira, cujo consumo foi monitorado por um sistema microcontrolado composto pelo módulo PZEM-004T, responsável pelas medições de tensão, corrente, potência e fator de potência, e pelo microcontrolador ESP32, encarregado da coleta e transmissão dos dados para a plataforma ThingSpeak, via conexão Wi-Fi. O sistema permitiu o acompanhamento em tempo real das variáveis elétricas, demonstrando desempenho satisfatório. Os resultados indicam que a integração entre o PZEM-004T e a plataforma ThingSpeak atende aos requisitos do projeto, sendo capaz de medir e registrar os parâmetros elétricos de forma eficiente. O sistema apresentou potencial para aplicações em contextos residenciais, comerciais e educacionais. Como próximo passo, o sistema será implementado na instituição beneficente ABADEUS, com o objetivo de contribuir para a análise do consumo elétrico e apoiar a tomada de decisões voltadas à melhoria da eficiência energética.

Palavras-chave: eficiência energética, sistema microcontrolado de monitoramento, PZEM-004T, medição de energia elétrica, ThingSpeak

¹Professor da área de Mecatrônica do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Criciúma, tiago.quartiero@ifsc.edu.br

² Professor da área de Mecatrônica do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Criciúma, fernando.marques@ifsc.edu.br

³ Estudante do curso Engenharia Mecatrônica do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Criciúma, matheus.b2@aluno.ifsc.edu.br

⁴ Estudante do curso Técnico em Mecatrônica do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Criciúma, luis.m27@aluno.ifsc.edu.br

⁵ Estudante do curso Técnico em Mecatrônica do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Criciúma, gabriel.cs12@aluno.ifsc.edu.br

⁶ Estudante do curso Engenharia Mecatrônica do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Criciúma, ana.ms06@aluno.ifsc.edu.br

Introdução

A crescente demanda por eficiência nos sistemas elétricos torna essencial a medição precisa de parâmetros como tensão, corrente, potência e fator de potência. A presença de energia reativa nas redes, por exemplo, compromete o desempenho energético e pode acarretar penalidades tarifárias, o que reforça a importância de sua identificação e correção. No entanto, os equipamentos convencionais utilizados para esse tipo de monitoramento costumam ter alto custo, o que limita seu uso em ambientes educacionais, residenciais e comunitários.

Nesse contexto, tecnologias baseadas em Internet das Coisas (IoT) oferecem alternativas de baixo custo e fácil acesso. O módulo PZEM-004T, aliado ao microcontrolador ESP32, possibilita a construção de sistemas de monitoramento energético capazes de transmitir dados remotamente e em tempo real. Apesar de seu potencial, ainda são escassos os estudos que avaliam a aplicabilidade e a precisão desses dispositivos em redes de baixa tensão.

Este trabalho tem como objetivo avaliar a confiabilidade da utilização dos dispositivos PZEM-004T e ESP32, integrados à plataforma ThingSpeak, na medição e registro de parâmetros elétricos em redes de baixa tensão. Além disso, busca-se explorar a viabilidade dessa solução como uma ferramenta de monitoramento e controle de medidas de eficiência energética em uma instituição beneficente localizada na cidade de Criciúma.

Fundamentação teórica

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel, 2024), o consumo de energia elétrica é um importante indicador de desenvolvimento socioeconômico, refletindo o dinamismo dos setores produtivos e a aquisição de bens pela população. Entre 2004 e 2014, o setor residencial apresentou um crescimento médio anual de 5,1% no consumo de energia, superando a média nacional de 4% (EPE, 2011).

Apesar de programas como o PROCEL e o Programa Brasileiro de Etiquetagem incentivarem o uso racional da energia, ainda faltam mecanismos acessíveis para o monitoramento contínuo do consumo e de indicadores como o fator de potência (FP). Um FP baixo pode causar perdas de energia, sobrecarga de componentes e falhas nos

equipamentos (CREDER, 2007). Além disso, a fatura de energia usualmente não fornece informações detalhadas sobre o perfil de uso.

Nesse contexto, este projeto de extensão propõe a implementação de um sistema microcontrolado de baixo custo para auxiliar na análise do perfil de consumo de energia na segurança nas instalações elétricas da instituição ABADEUS, localizada na cidade de Criciúma. As medições realizadas serão registradas pela plataforma ThingSpeak, que é eficiente para aplicações de monitoramento remoto em projetos de IoT, processando dados em nuvem com suporte ao MATLAB (PEREIRA, F. A. et al, 2021).

Procedimentos metodológicos

Para a validação do sistema de monitoramento energético, foi utilizado o módulo PZEM-004Tv30, conectado a um microcontrolador ESP32, programado em C++ por meio da plataforma Arduino IDE. A primeira etapa foi configurar o ESP32 para se conectar a uma rede Wi-Fi local, permitindo o envio automático dos dados à plataforma ThingSpeak, onde são armazenados e organizados em gráficos para análise posterior.

Paralelamente, foi desenvolvida uma interface web embarcada no próprio ESP32, acessível via smartphones conectados à mesma rede, possibilitando a visualização dos dados em tempo real, sem a necessidade de acesso à internet ou servidores externos.

A estrutura foi testada em ambiente residencial, monitorando o consumo de uma geladeira operando com tensão de 220 V. Devido aos ciclos naturais de funcionamento do compressor, foi possível observar variações no consumo, o que permitiu avaliar a capacidade do sistema em registrar oscilações reais de carga.

Durante os testes, o sistema coletou e transmitiu os seguintes parâmetros elétricos: tensão (V), corrente (A), potência ativa (W), energia consumida (Wh), frequência da rede (Hz) e fator de potência. Os dados foram analisados tanto por meio dos gráficos na nuvem quanto pela interface local embarcada, comprovando a viabilidade do sistema para uso doméstico e educacional.

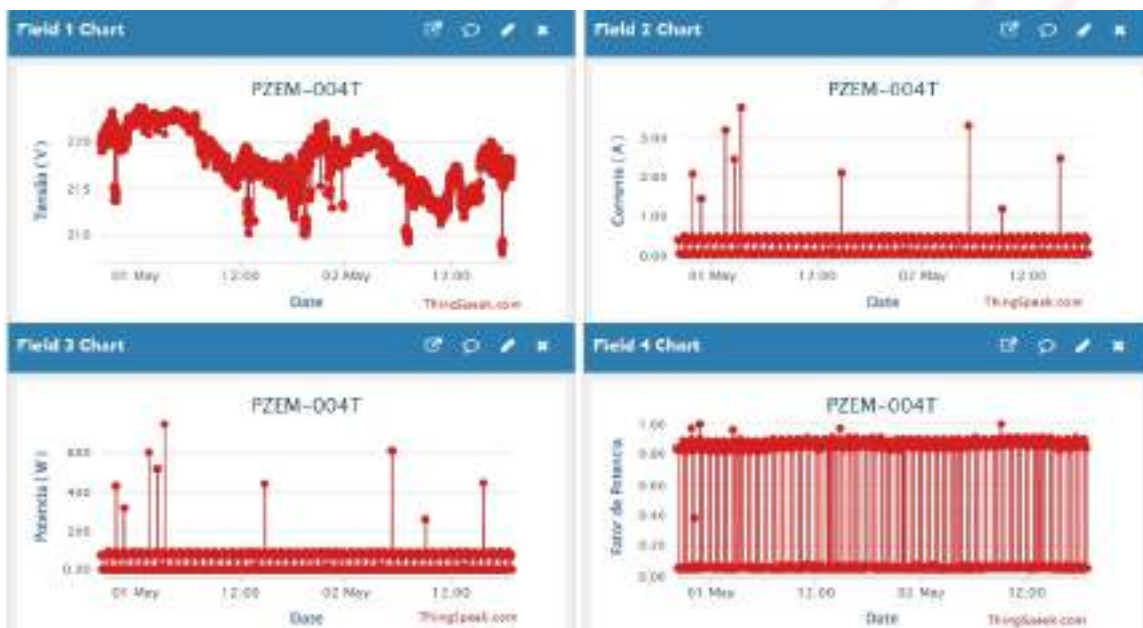
Resultados e discussões

Durante os testes realizados em ambiente residencial, foi possível acompanhar o comportamento do consumo elétrico de uma geladeira em tempo real por meio da

plataforma ThingSpeak. O sistema demonstrou estabilidade na transmissão dos dados e registrou medições contínuas de tensão, corrente, potência ativa, frequência, energia consumida e fator de potência.

Os gráficos gerados pela plataforma ThingSpeak demonstraram que, durante os ciclos de acionamento do compressor da geladeira, a corrente elétrica apresentou picos momentâneos, seguidos de estabilização, comportamento típico desse tipo de carga. A tensão se manteve relativamente constante, com pequenas variações entre 217 V e 224 V, o que está dentro da faixa aceitável para redes de 220 V. O fator de potência oscilou entre 0,63 e 0,98, dependendo do estágio de operação do compressor, indicando a presença de energia reativa durante parte do funcionamento, como demonstrado na Figura 1.

Figura 1 - gráficos obtidos na análise do consumo da geladeira.



Fonte: elaborado pelos autores.

Entre as limitações observadas destaca-se a dependência de uma conexão Wi-Fi estável, pois instabilidades podem causar interrupções no envio de dados e comprometer a análise em tempo real.

Embora não substitua instrumentos de medição profissionais com certificação industrial, o sistema apresentou precisão e estabilidade suficientes para o monitoramento básico e para apoiar a tomada de decisões em ambientes residenciais, escolares e pequenos estabelecimentos comerciais. Isso reforça a viabilidade do sistema proposto

como uma solução acessível voltada à conscientização sobre o consumo de energia elétrica e à promoção da eficiência energética.

Considerações finais

Com base na proposta estabelecida pelo objetivo do projeto, foram obtidos resultados satisfatórios na leitura dos sinais elétricos da residência, permitindo identificar variações no consumo de energia durante o funcionamento do compressor do refrigerador. No entanto, uma análise mais aprofundada da infraestrutura de rede Wi-Fi é necessária para viabilizar a implantação em larga escala, seja em múltiplas residências ou na instituição em questão. Ainda assim, a utilização de uma plataforma de baixo custo demonstrou-se eficiente e viável, reforçando seu potencial como solução acessível para monitoramento energético.

Referência ao fomento recebido

Os autores agradecem ao recurso despendido referente ao projeto de extensão do IFSC, denominado PROEX 06 CÂMPUS CRICIÚMA.

Referências

ANEEL. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Agência Nacional de Energia Elétrica. Brasília. 2005. (Publicação institucional).

CREDER, Helio. **Instalações elétricas**. LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Rio de Janeiro. 2007. (Livro).

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Consumo de energia elétrica**. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro. 2024. (Publicação institucional).

FREITAS, Antonio Misael Lopes de. **Monitoramento remoto de consumo energético residencial: uso de IoTs para auxiliar no consumo consciente de energia**. 2018. 87 f. (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Federal do Pará. Castanhal. 2018.

PEREIRA, F. A.; SILVA, M. C.; OLIVEIRA, J. A. **Aplicações da Plataforma ThingSpeak em Projetos de Internet das Coisas (IoT)**. Revista Brasileira de Tecnologias Aplicadas, v. 10, n. 2, p. 45–55, 2021. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/rbta>. Acesso em: 05 mai. 2025.

AVALIAÇÃO GEOMÉTRICA E DIMENSIONAL DE PEÇAS METÁLICAS PRODUZIDAS EM AÇO 17-4 PH POR IMPRESSÃO 3D DE FABRICAÇÃO POR FILAMENTO FUNDIDO

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: G. SILVA CARVALHO ROCHA¹; L. FERNANDO SEGALIN DE ANDRADE²; A. DA COSTA SABINO NETTO³; A. ROBERTO DE SOUSA⁴; G. COSTA SOUSA⁵.

EDITAL Nº 02/2024/PROPPI/UNIVERSAL
Projeto de Pesquisa Aplicada

Resumo:

O presente trabalho tem por objetivo a avaliação dimensional e geométrica de peças metálicas obtidas a partir do processo de fabricação por filamentos fundidos (FFF). Este envolve a deposição de um fio de material polimérico com partículas metálicas e demanda uma etapa de pós-processamento que envolve a remoção do polímero e a sinterização das peças para aumento da resistência. Estas etapas provocam reduções volumétricas do material. Além disso, o processo de sinterização, por envolver o aquecimento das peças, pode causar distorções no material por conta de tensões térmicas nos mesmos. Diante disso, procurar-se-á avaliar as dimensões e geometrias finais em corpos de prova preestabelecidos os quais serão avaliados em equipamentos metrológicos como máquina de medição por coordenadas, circularímetro e braço de medição por laser. Dessa forma, será possível qualificar as peças metálicas produzidas por este processo e definir possíveis estratégias para melhoria dos resultados de sua utilização.

Palavras-chave: avaliação dimensional; ANOVA ; impressão 3D; FFF; MFFF.

Introdução

O campo da manufatura aditiva tem se desenvolvido rapidamente a partir do ambiente de desenvolvimento da indústria 4.0. São exemplos de áreas de aplicação da manufatura aditiva: a produção de peças customizadas, a indústria aeroespacial e automotiva, o setor médico, entre outros.

¹ Estudante do curso de Engenharia Mecatrônica do IFSC Câmpus Florianópolis, guilherme.sc21@aluno.ifsc.edu.br.

² Professor do Departamento de Metalmeccânica do IFSC Câmpus Florianópolis, luizsegalin@ifsc.edu.br.

³ Professor do Departamento de Metalmeccânica do IFSC Câmpus Florianópolis, asabino@ifsc.edu.br.

⁴ Professor do Departamento de Metalmeccânica do IFSC Câmpus Florianópolis, asousa@ifsc.edu.br.

⁵ Professor do Departamento de Metalmeccânica do IFSC Câmpus Florianópolis, gabrielcosta@ifsc.edu.br

Dentre os processos de impressão de peças metálicas o processo escolhido para o presente trabalho foi o de Metal Fused Filament Fabrication (Fabricação de Filamentos Metálicos Fundidos – MFFF) consiste na impressão de peças a partir da deposição de um pó metálico difundido em um filamento polimérico de modo a criar o modelo tridimensional. Este processo possui a necessidade de pós-processamento com a retirada do polímero e posterior sinterização para conferir à peça uma maior resistência. Este processo, denominado Metal Fused Filament Fabrication (MFFF) é uma extensão do processo FFF e foi aprimorado mais amplamente na última década.

Neste processo ocorrem alterações dimensionais nas amostras fabricadas por conta das etapas subsequentes à impressão. Diante disso, o presente trabalho tem por objetivo a avaliação dimensional e geométrica de peças metálicas produzidas a partir do processo de fabricação por filamentos fundidos (FFF).

Isto se deve ao fato que tanto o processo de retirada do polímero como o processo de sinterização provocam reduções volumétricas do material. Além disso, o processo de sinterização, por envolver o aquecimento das peças, pode causar distorções no material por conta de tensões térmicas nos mesmos. Desta forma, procurar-se-á avaliar as alterações de dimensões e geometrias em corpos de prova preestabelecidos os quais serão avaliados em equipamentos metrológicos de forma que será possível qualificar as peças metálicas produzidas por este processo e definir possíveis estratégias para melhoria dos resultados de sua utilização.

Fundamentação teórica

O processo MFFF é baseado no mesmo princípio da FFF, onde um material é depositado camada por camada para construir um objeto tridimensional. No caso do MFFF o material metálico está misturado a um material polimérico o qual serve de meio para a deposição do material, uma vez que seu ponto de fusão é muito inferior ao do metal (SINGH et al., 2020).

Este tipo de processo pode ser utilizado para diferentes tipos de metal. Algumas ligas de aço inoxidável (316L e 17-4 PH) e de cobre são objetos de estudo na literatura. Após a impressão, a peça passa por um processo de pós-processamento para remover o

aglutinante restante (debinding) e consolidar completamente o metal. No presente estudo esta consolidação será realizada por sinterização térmica.

Foram encontrados alguns trabalhos na literatura onde foram estudados diferentes aços inoxidáveis com outros processos e impressoras de marcas diferente da utilizada neste estudo. Destacam-se alguns trabalhos como o de Gong et al. (2019) que apresentam um estudo realizado com o processo MFFF de peças fabricadas em aço inox 316L com um modelo de impressora de outra marca e comparando o processo ao de SLM com o mesmo material, Também utilizando o aço inox 316L, Ait-Mansour et al. (2020) apresenta um estudo mostrando as diferentes alterações dimensionais obtidas com um processo MFFF. Alyammahi et al. (2021) apresentam, por sua vez, um estudo que envolve diferentes materiais e fazem a avaliação dimensional das peças produzidas pelo processo de MFFF. Dentre os materiais estão o cobre e o aço inox 17-4 PH. Este estudo utiliza um modelo de equipamento Markforged X7TM. Os autores definem uma geometria padrão e fazem a análise dimensional das amostras avaliando seu resultado. Este estudo será utilizado como base de comparação de resultados.

No caso do presente estudo será utilizado o material 17-4PH. Este é um material que, segundo o fabricante “é um aço inoxidável martensítico ligado com cromo e cobre, que se distingue pela sua elevada resistência mecânica. Este aço pode ser endurecido por precipitação para atingir uma força e dureza superiores”.

Procedimentos metodológicos

Inicialmente foi realizado um estudo com o aço inoxidável 316L, onde foram feitas as impressões dos corpos de prova. Para a impressão, foram realizadas 8 impressões com 3 peças cada (figura 1), variando três parâmetros, sendo: Preenchimento interno (50% ou 100%), altura de camada (0.12 mm ou 0.24 mm) e espessura de parede (2 voltas ou 3 voltas). Esse estudo está sendo utilizado para outro projeto de pesquisa, mas as medições serão utilizadas para fins de comparação entre os diferentes materiais (316L e 17-4 PH).

Posteriormente, foram realizadas medições dos corpos de prova utilizando uma máquina de medição por coordenadas, da fabricante LK, modelo G80-C com software Modus. Este equipamento possui erro máximo volumétrico (ISO10360-2) de $\pm 3 + L/300$ micrometros, sendo L a dimensão medida em milímetros, e os dados foram utilizados

para o cálculo da análise de variância (ANOVA) entre os diferentes parâmetros (figura 2). Por fim, foi desenvolvido um script (figura 3) para auxiliar na análise entre os diferentes grupos e verificar se houve uma variação significativa entre os diferentes parâmetros de impressão.

Futuramente, as peças impressas passarão pelo processo de *debinding*, para a remoção do material polimérico, e pela sinterização, onde serão medidas novamente, com a finalidade de verificar se a perda de material impactou de maneira significativa as dimensões gerais dos corpos de prova.

Figura 1 - Corpos de prova



Fonte: Do autor.

Figura 2 - Resultados da ANOVA

Group	Count	Sum	Average	Variance
P1	14,000	158,270	11,30507	98,43638797
P2	14,000	158,734	11,33817	98,46131973
P3	14,000	158,730	11,33800	98,65504147

Source of Variation	SS	df	MS	F	Prob > F	P-Value	F-Crit
Between Groups	0,801	2,000	0,4005	0,00804131	0,99999999	3,238	
Within Groups	3764,218	38,000	99,0584				
Total	3765,019	40,000					

Fonte: Do autor.

Figura 3 - Resultados obtidos pelo script

	sum_sq	df	F	PR(>F)
C[ALTURA_DE_CAMADA]	0,000630125	1	7,37827289	0,05318988441
C[PREENCHIMENTO]	0,001830125	1	21,6293381	0,009813223806
C[ESPESURA_DE_PAREDE]	0,001730680556	1	20,26492113	0,01080082342
Residual	0,0003458111111	4		

Fonte: Do autor.

Resultados e discussões

Com base nas medições e resultados obtidos até o presente momento, foi possível observar que:

- Entre os os corpos de prova do mesmo grupo, não houve uma variação significativa das medições ($p > 0,05$ e f crítico $> f$ calculado).
- Entre grupos, o preenchimento teve efeito significativo, enquanto a altura de camada e espessura de parede não apresentaram efeitos significativos.

Considerações finais

Por estar em suas fases iniciais, não é possível determinar que esses fatores apontados influenciam por completo nos corpos de prova, onde apenas será possível determinar com a sinterização de novas medições e comparações com o 17-4 PH. Entretanto, é possível determinar que existe uma tendência do preenchimento influenciar nas dimensões gerais e peças fabricadas com esse material (316L) e processo (MFFF)

Referência ao fomento recebido

Os autores do artigo agradecem à FAPESC pelo financiamento para a aquisição dos equipamentos e materiais de consumo utilizados na pesquisa bem como ao CNPq pelo financiamento do presente trabalho por meio de bolsa do Programa de Iniciação ao Desenvolvimento Tecnológico e Inovação e de apoio a compra de parte dos insumos necessários para a pesquisa.

Referências

AIT-MANSOUR, I. et al. *Design-dependent shrinkage compensation modeling and mechanical property targeting of metal FFF*. Progress in Additive Manufacturing, v. 5, n. 1, p. 51–57, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40964-020-00124-8>. Acesso em: 13 abr. 2024.

ALYAMMAHI, M. et al. *Evaluation of Dimensional Accuracy of Additively Manufactured Metal Parts in Fused Filament Fabrication Process*. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1115/IMECE2021-71184>. Acesso em: 14 abr. 2024.

GONG, H. et al. *Comparison of Stainless Steel 316L Parts Made by FDM- and SLM-Based Additive Manufacturing Processes*. JOM, v. 71, n. 3, p. 880–885, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11837-018-3207-3>. Acesso em: 12 abr. 2024.

SINGH, S. et al. *Current status and future directions of fused filament fabrication*. Journal of Manufacturing Processes, v. 55, p. 288–306, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2020.04.049>. Acesso em: 10 abr. 2024.

AVALIAÇÃO DA PERMEABILIDADE AO VAPOR D'ÁGUA DE FILMES A BASE DE CELULOSE CONTENDO NANOPARTÍCULAS DE ZEÍNA

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: G. SALVADOR¹; G.A. MUNARETTO²; S.C.O. TEIXEIRA³; M.R. NUNES⁴; J. SUAVE⁵

Edital 03/2024/PROPPI/DAE
Projeto de Pesquisa

Resumo:

A crescente necessidade de reduzir o impacto ambiental dos plásticos convencionais motivou o desenvolvimento de um filme biodegradável à base de metilcelulose enriquecido com nanopartículas de zeína carregando curcumina e própolis, que combina propriedades funcionais e antimicrobianas. O objetivo deste trabalho foi criar e caracterizar esse filme, avaliando especialmente sua permeabilidade ao vapor d'água (TVA) para determinar sua viabilidade como material de embalagem sensível à umidade. Foram produzidas nanopartículas de zeína contendo curcumina e própolis encapsulada. Estas foram usadas no preparo da suspensão filmogênica, que foi vertida em placas de Petri para produção dos filmes poliméricos. Foram preparados discos de 1,37 cm² do filme usados para selar frascos contendo água, colocados em dessecador com sílica gel, pesados a intervalos de 24, 48, 72 e 96 h. A perda de massa em cada intervalo foi convertida em TVA (g/ m² 24 h). Os resultados indicaram taxas, entre 1 100 e 1 750 g/m² 24 h, o que evidencia o forte efeito da composição bioativa sobre a barreira ao vapor e ressalta a importância de ajustar protocolos de medição para materiais altamente permeáveis.

Palavras-chave: filmes biodegradáveis; transmissão de vapor d'água; nanoencapsulação

Introdução

A preocupação com os impactos ambientais causados pelos plásticos convencionais, derivados de fontes não renováveis e de lenta degradação, tem impulsionado a busca por alternativas sustentáveis. Nesse contexto, os plásticos biodegradáveis emergem como uma solução promissora, pois combinam funcionalidade com menor impacto ecológico, decompondo-se em prazos significativamente mais curtos. No entanto, para que esses materiais sejam viáveis em aplicações práticas, é essencial

¹ Estudante do curso de Engenharia Química do Instituto federal de Santa Catarina, salvagabriel2@gmail.com

² Estudante do curso de Engenharia Química do Instituto federal de Santa Catarina, gabriel020803@gmail.com

³ Estudante do curso de Engenharia Química do Instituto federal de Santa Catarina, sarah2003.ame@gmail.com

⁴ Docente do Instituto Federal de Santa Catarina, michael.nunes@ifsc.edu.br

⁵ Docente do Instituto Federal de Santa Catarina, jaqueline.suave@ifsc.edu.br

compreender e aprimorar suas propriedades, a permeabilidade ao vapor de água fator crítico que determina sua durabilidade e eficácia como embalagens.

Este trabalho insere-se nesse cenário, propondo a elaboração e caracterização de filmes poliméricos biodegradáveis à base de metilcelulose, um derivado celulósico com propriedades filmogênicas destacadas, enriquecidos com compostos bioativos, curcumina e própolis, nanoencapsulados em uma matriz de proteína do milho zeína. A escolha desses componentes visa não apenas melhorar as propriedades físicas do material, mas também incorporar características antimicrobianas e antioxidantes, ampliando suas aplicações potenciais. A permeabilidade ao vapor de água, parâmetro central deste estudo, foi avaliada para entender como a composição do filme influencia sua capacidade de barreira, um aspecto crucial para embalagens de alimentos e produtos sensíveis à umidade.

Além da inovação tecnológica, este projeto alinha-se ao princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. A metodologia empregada, desde a síntese dos filmes até os testes de permeabilidade, foi desenvolvida no laboratório do Câmpus, integrando estudantes em todas as etapas. Essa abordagem não apenas fortalece a formação acadêmica, mas também promove a transferência de conhecimento para a sociedade, seja por meio de publicações científicas ou de diálogos com a indústria, visando soluções acessíveis e sustentáveis.

Fundamentação teórica

Controlar a permeabilidade ao vapor d'água de filmes poliméricos é essencial em setores tão diversos quanto o embalamento de alimentos, onde o excesso de umidade acelera a degradação de nutrientes e estimula o crescimento microbiano, os revestimentos farmacêuticos sensíveis à umidade e a proteção de componentes eletrônicos contra falhas por condensação.

Quando a taxa de transmissão de vapor d'água (TVA) é baixa, estende-se a vida útil dos produtos, reduz-se perdas econômicas e satisfaz-se a rígidos requisitos regulatórios de qualidade (MCPOLYMERS, 2021). Para isso, a norma ASTM E96 estabelece o método "cup", no qual um disco do filme é vedado sobre uma cúpula contendo água (wet cup) ou dessecante (dry cup), e as variações de massa, registradas em condições controladas de temperatura e umidade, permitem calcular a TVA normalizada pela área e, opcionalmente, pela espessura do filme (ASTM INTERNATIONAL, 2016).

Neste trabalho, investigamos filmes de metilcelulose reforçados com nanopartículas de zeína carregando curcumina e própolis, a fim de compreender como esses aditivos bioativos influenciam a transmissão de vapor d'água. Ao aliar a formulação de barreiras biodegradáveis à aplicação de um protocolo padronizado, buscamos avançar tanto na inovação de embalagens sustentáveis quanto no desenvolvimento de metodologias robustas para ensino e extensão tecnológica.

Procedimentos metodológicos

Na fase inicial, preparou-se uma suspensão filmogênica composta por água e metilcelulose. Em seguida, adotou-se o protocolo de Rosa et al. (2019) para a síntese das nanopartículas de zeína contendo própolis e as nanopartículas de zeína contendo curcumina. Primeiramente, dissolveu-se a zeína em etanol 85% (v/v), então, adicionaram-se, separadamente, a própolis e a curcumina à solução etanólica. Paralelamente, foi produzida uma solução aquosa do surfactante Pluronic. Sob agitação em um Ultraturrax a 10000 rpm, as duas soluções foram combinadas, promovendo a formação de nanopartículas de zeína encapsulando própolis e curcumina.

Para a confecção dos filmes, misturou-se a suspensão de metilcelulose às nanopartículas de zeína carregadas com própolis e curcumina, obtendo-se uma dispersão filmogênica. Essa dispersão foi vertida em placas de Petri e submetida à secagem em estufa a 35 °C durante 24 horas. Os filmes de metilcelulose com as nanopartículas foram nomeados Filme Própolis (P), Filme Curcumina (C) e Filme Branco (B) sem as nanopartículas.

A determinação da taxa de transmissão de vapor d'água foi feita seguindo o método "wet cup" (ASTM E96-B). Para isso, um disco de filme de 1,37 cm² foi colocado como selante na boca de um frasco contendo 10 mL de água destilada e pesado. Em seguida, o conjunto foi colocado em um dessecador com sílica gel (ambiente seco) e novamente pesado em 24, 48, 72 e 96 horas, sempre trocando a sílica gel para manter a secagem externa. A perda de massa registrada em cada intervalo foi convertida em TVA (g/m²·24 h) pela fórmula:

$$TVA = \frac{\Delta m \times 24}{t \times A}$$

Em que Δm é a massa perdida (g) no tempo t (h) e A é a área do filme (0,000137 m²). Os testes foram feitos em triplicata e os resultados reportados como média e desvio-padrão.

Resultados e discussões

Os filmes de metilcelulose, enriquecidos com nanopartículas de zeína carregando própolis (P) ou curcumina (C), foram avaliados quanto à permeabilidade ao vapor d'água (TVA) ao longo de quatro dias, sendo os resultados mostrados na Tabela 1. As espessuras médias determinadas foram de 0,983 mm para o filme "Branco" (B), 1,56 mm para "Própolis" e 1,26 mm para "Curcumina".

Tabela 1 - Dados de Permeabilidade ao Vapor de Água (g/m² 24 h)

Dia	B	P	C
1	1767,000 ± 228,572 ^a	1534,667 ± 12,014 ^a	1772,000 ± 11,785 ^a
2	1881,500 ± 23,811 ^a	1441,667 ± 35,437 ^a	1650,667 ± 45,770 ^a
3	1673,333 ± 54,617 ^a	1481,333 ± 35,307 ^a	1667,111 ± 58,503 ^a
4	1824,375 ± 450,380 ^a	1480,667 ± 32,539 ^a	1644,167 ± 59,668 ^a

Resultados expressos em média ± desvio padrão (n=3). Letras diferentes em cada coluna representam diferença significativa pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Autores.

Os valores médios de TVA ficaram entre 1 441 e 1 881 g/m² 24 h. A análise estatística (ANOVA seguida de teste de Tukey, p < 0,05) não evidenciou diferenças significativas entre B, P e C em nenhum dos dias medidos, indicando que a incorporação de própolis ou curcumina, nas concentrações utilizadas, não alterou significativamente a permeabilidade dos filmes em comparação ao controle. Para contextualizar estes resultados, recorreu-se aos valores de permeabilidade ao vapor de filmes à base de metilcelulose, pectina e glucomanana descritos na literatura, que variam de 0,204 a 0,345 g·mm·h⁻¹·m⁻²·kPa⁻¹ correspondendo a cerca de 269–764 g/m²·24 h após conversão para unidades equivalentes ($\Delta t = 24h$) (CHAMBI; GROSSO, 2011). Em teoria, a permeabilidade normalizada (TVA/e) diminui com o aumento da espessura, uma vez que o caminho de difusão se torna maior.

Contudo, apesar do filme “Própolis” ser ~60 % mais espesso que o controle, sua TVA não foi significativamente diferente. Isso sugere que fatores microestruturais (tais como formação de microcavidades ou desorganização na matriz polimérica decorrente da inclusão dos bioativos) exerceram influência dominante sobre o transporte de vapor, neutralizando o efeito de espessura.

Considerações finais

As análises desenvolvidas neste trabalho confirmaram que foi possível atingir os objetivos propostos: formular e caracterizar filmes biodegradáveis de metilcelulose enriquecidos com nanopartículas de zeína contendo curcumina e própolis, e quantificar de maneira reprodutível sua permeabilidade ao vapor d’água (TVA). O trabalho abre caminho para futuras investigações, sugerindo-se a exploração de filmes multicomponentes ou multicamadas, a avaliação das propriedades mecânicas e da atividade antimicrobiana em condições de embalagem de alimentos.

Referência ao fomento recebido

Os autores agradem ao IFSC Edital 03/2024/PROPPI/DAE e ao Edital de Chamada Pública Fapesc nº 15/2023 – Programa de Estruturação Acadêmica para Laboratórios Multiusuários Dedicados à Pesquisa Avançada no Estado de Santa Catarina TO2023TR001515 pelo financiamento recebido.

Referências

- ASTM INTERNATIONAL. ASTM E96/E96M-16: Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2016.
- CHAMBI, H. N. M.; GROSSO, C. R. F. Mechanical and water vapor permeability properties of biodegradable films based on methylcellulose, glucomannan, pectin and gelatin. *Ciência & Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 31, n. 3, p. 739–744, 2011.
- da ROSA, C. G. et al. Application in situ of zein nanocapsules loaded with *Origanum vulgare* Linnaeus and *Thymus vulgaris* as a preservative in bread. *Food Hydrocolloids*, v. 99, p. 105339, 2019.
- MCPOLYMERS. Moisture Vapor Transmission Rate: What You Need to Know. 07 jan. 2021. Disponível em: <https://www.mcpolymers.com/library/explaining-moisture-vapor-transmission-rate>. Acesso em: 06 maio 2025.

BENCHMARK DE ODOMETRIA VISUAL INERCIAL COM OPENVINS EM DISPOSITIVOS EMBARCADOS

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: F. SILVEIRA¹; G. MACEDO².

Projeto de Pesquisa

Resumo:

Com o crescente uso de drones em diversas áreas, torna-se essencial o desenvolvimento de ferramentas que garantam voos estáveis e seguros, especialmente em ambientes internos, onde o sinal de GPS é ineficaz. Nesses cenários, é necessário empregar técnicas alternativas de localização capazes de processar dados embarcados em tempo real. Considerando o avanço no uso de computadores de placa única (SBC), este trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho de diferentes dispositivos no processamento de odometria visual inercial (VIO) por meio da biblioteca OpenVINS, utilizado para localização em voo de drones. A metodologia consiste na execução de testes com o dataset Euroc MAV, um dos mais utilizados para pesquisas em VIO. Foram analisados parâmetros para avaliar o consumo de recursos de processamento e a precisão na estimativa de posição. Os resultados indicam que o Raspberry Pi 5 apresenta um desempenho satisfatório, com boa taxa de atualização e baixos erros absolutos (ATE) e de pose relativa (RPE), demonstrando viabilidade para uso em sistemas embarcados de navegação autônoma em drones.

Palavras-chave: Drone; Computador de placa única; OpenVins; Desempenho.

Introdução

A proposta deste trabalho surgiu a partir da preparação para a Competição Brasileira de Drones (CBR), a qual impõe diversos desafios relacionados à automação de tarefas aéreas em ambientes fechados. Nessas condições, o uso do GPS torna-se inviável devido à falta de sinal, sendo necessário outro método para que o drone possa se localizar e garantir o funcionamento das lógicas de controle de posição. Diante disso, investigou-se a viabilidade da odometria visual inercial (VIO), técnica que estima a posição do robô com base em imagens capturadas por câmeras e dados de sensores inerciais, sendo amplamente aplicada em robótica móvel e veículos autônomos (IKEDO;

¹ Estudante do curso de Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Santa Catarina campus Florianópolis, e-mail para contato: felipe.ads@aluno.ifsc.edu.br.

² Servidor docente do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica do Instituto Federal de Santa Catarina campus Florianópolis, e-mail para contato: gabriel.macedo@ifsc.edu.br.

COLOMBINI, 2017). Para isso, foi utilizada a biblioteca OpenVINS, capaz de processar e integrar essas informações. O presente estudo avaliou o desempenho do OpenVINS em diferentes computadores de placa única embarcados: Raspberry Pi 4 (de 2 GB e 8 GB), Raspberry Pi 5 (4 GB) e Nvidia Jetson Nano B01 (4 GB), fornecidos pelo Laboratório de Drones do IFSC Câmpus Florianópolis. O objetivo principal foi identificar a viabilidade do uso desses dispositivos no suporte à navegação de drones autônomos, promovendo a integração entre ensino e pesquisa, por meio do desenvolvimento de soluções aplicadas a problemas reais em um ambiente educacional e tecnológico.

Fundamentação teórica

Para avaliar o desempenho entre os dois dispositivos embarcados, foram definidos quatro critérios principais. O primeiro consiste na análise da utilização de *hardware* durante a execução do algoritmo de odometria visual. As métricas observadas incluem a porcentagem média de uso dos núcleos da CPU, indicando o esforço de processamento, e o uso da memória RAM, relacionada à capacidade de lidar com dados em tempo real.

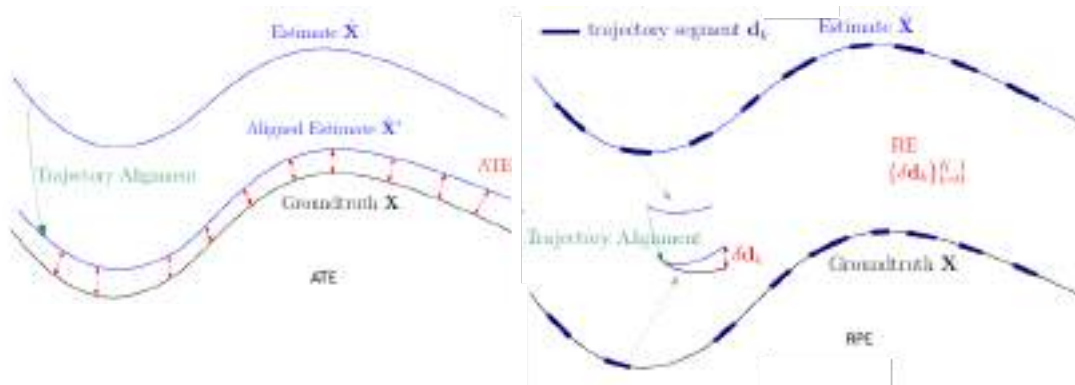
O segundo critério é a Taxa de Atualização da Odometria Visual (TAOV), que representa a frequência com que os dados de posição são atualizados. Segundo Huai e Huang (2019), é recomendada uma taxa mínima de 7,5 Hz, pois valores inferiores podem comprometer a precisão e estabilidade da navegação, gerando deslocamentos indesejados. O terceiro critério é o erro de trajetória absoluta ou *Absolute Trajectory Error* (ATE), que avalia a diferença entre a trajetória estimada pelo sistema e a trajetória real percorrida pelo drone (ZHANG; SCARAMUZZA, 2018). Essa métrica permite medir a precisão geral do sistema de localização, como pode ser visto na Figura 1.

Por fim, o quarto critério é o erro de pose relativa ou *Relative Pose Error* (RPE), que indica o erro entre poses sucessivas ao longo da trajetória. Ele é importante para detectar erros sistemáticos que se acumulam ao longo do tempo e avaliar a precisão local do sistema, como pode ser visto na Figura 1 (ZHANG; SCARAMUZZA, 2018).

Procedimentos metodológicos

Para garantir a coleta justa e padronizada dos dados de desempenho entre os

Figura 1: *Absolute Trajectory Error (ATE) e Relative Pose Error (RPE).*



Fonte: modificada de ZHANG e SCARAMUZZA (2018).

diferentes dispositivos, foi necessário adotar ferramentas e procedimentos que garantissem condições de teste equivalentes. Optou-se pelo uso do sistema operacional Ubuntu, por ser compatível com todos os dispositivos embarcados avaliados e com o *software* OpenVINS. Em alguns casos, foi preciso utilizar o Docker para criar ambientes compatíveis, já que o OpenVINS não dá suporte a todas as versões do Ubuntu. De fato, o OpenVINS indica o uso de ROS1 Noetic, que é compatível apenas com Ubuntu 20.04, sistema operacional não disponível para Raspberry Pi 5 e Nvidia Jetson Nano B01. Para os dispositivos embarcados, foi utilizado protocolo SSH (*Secure Shell*) para acesso e execução das aplicações, de modo a minimizar o consumo de recursos para renderização gráfica e evitar a instalação da interface gráfica do sistema operacional.

A simulação da odometria visual foi realizada a partir do uso de um ROS BAG do *dataset* Euroc MAV (Vicon Room 1 01), contendo dados gravados de um voo de drone real em ambiente fechado. Esse pacote inclui tanto as imagens de câmera e sensores inerciais (IMU), quanto as informações da trajetória real (*groundtruth*), capturadas por um sistema de câmeras externo. Desta forma, foi possível a execução da odometria visual inercial em cada dispositivo e, posteriormente, o cálculo das métricas de ATE e RPE.

Com o cenário de teste padronizado, foram desenvolvidos *scripts* para coletar e registrar dados de uso de CPU, memória RAM e taxa de atualização da odometria.

Resultados e discussões

Os dados obtidos são apresentados no quadro 1. A trajetória estimada pela VIO, obtida usando o Raspberry Pi 5, e o valor real são mostrados na figura 2.

Quadro 1: Dados coletados de desempenho.

Dispositivo	Uso de RAM	Uso de CPU	TAOV	ATE	RPE
Desktop Ryzen 5 3600 16GB GTX 1660 Super Docker	12 %	5,3 %	20 Hz	2,820138	0,022572
Raspberry Pi 4 2GB SSH	25 %	54,5 %	12 Hz	2,830056	0,072146
Raspberry Pi 4 8GB SSH	9 %	54,5 %	12 Hz	2,830018	0,067213
Jetson Nano B01 4GB SSH e Docker	20 %	51,6 %	12 Hz	2,830126	0,074648
Raspberry Pi 5 4GB SSH e Docker	20 %	19,5 %	20 Hz	2,830213	0,022575

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Figura 2: Trajetória estimada (linha contínua) e valor verdadeiro (linha tracejada).



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Os resultados mostram que a memória RAM teve pouco impacto no desempenho da odometria. O Raspberry Pi 5 superou o Pi 4, inclusive o modelo com 8 GB, devido ao seu processador mais rápido. Seu desempenho em TAOV e RPE foi comparável ao de um desktop. Já os valores de ATE foram similares, mostrando bons resultados de localização em todos os dispositivos. A Jetson Nano não se destacou entre os resultados, evidenciando que o algoritmo utilizado não se beneficia de GPU dedicada.

Considerações finais

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que é viável utilizar dispositivos embarcados para odometria visual inercial, sendo o desempenho do processador o fator mais relevante na escolha do hardware. O Raspberry Pi 5 apresentou excelente desempenho, chegando próximo ao de um desktop. Durante o desenvolvimento do projeto, enfrentaram-se desafios relacionados à compatibilidade entre sistemas, como o uso do Docker, Ubuntu e OpenVINS. Tais dificuldades, no entanto, proporcionaram aprendizado prático, ampliando o domínio em ferramentas de virtualização, sistemas operacionais e programação. A atividade contribuiu significativamente para a formação profissional dos envolvidos, ao integrar conhecimentos de engenharia, pesquisa aplicada e solução de problemas reais.

Referência ao fomento recebido

Este trabalho foi viabilizado com apoio do Câmpus Florianópolis do IFSC, com a viabilização de espaço físico para as atividades do Laboratório de Drones e destaque para o DAE (Departamento Acadêmico de Eletrotécnica) que fornece a infraestrutura complementar ao laboratório. Registra-se também o apoio da FEESC (Fundação Stemmer para Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação), por meio do edital “Conexões para Inovar”, que contemplou a equipe de drones do Câmpus Florianópolis nos anos de 2024 e 2025.

Referências

IKEDO, W. N.; COLOMBINI, E. L. **Odometria Visual para robôs**. Instituto de Computação Universidade de Campinas, 2017. Disponível em: <https://www.ic.unicamp.br/~reltech/PFG/2017/PFG-17-19.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2025.

HUAI, Z.; HUANG, G. **Robocentric visual–inertial odometry**. *The International Journal of Robotics Research*, 2019. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0278364919853361>. Acesso em: 1 abr. 2025.

ZHANG, Z.; SCARAMUZZA D. **A Tutorial on Quantitative Trajectory Evaluation for Visual(-Inertial) Odometry**. IEEE Xplore, 2018. Disponível em: https://rpg.ifi.uzh.ch/docs/IROS18_Zhang.pdf. Acesso em: 5 abr. 2025.

CARBONETO - SOFTWARE PARA TREINAMENTOS DE BASQUETE

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: A. L. FERRONATO¹; A. N. CASTRO¹; A. R. GONÇALVES¹; K. KELSCH¹; P. A. G. G. VICTAL¹; T. L. PAES².

Resumo:

O projeto Carboneto propõe o desenvolvimento de um aplicativo multiplataforma voltado à criação, organização e consulta de treinamentos específicos para o basquetebol. A ferramenta visa atender treinadores e atletas de diferentes níveis, oferecendo funcionalidades como cadastro de usuários, biblioteca de treinos categorizada por objetivos técnicos, físicos e táticos, além de histórico de atividades. O sistema está sendo desenvolvido em Flutter, garantindo compatibilidade com dispositivos Android e iOS. A metodologia envolve etapas de levantamento de requisitos, modelagem de dados, prototipação em Figma e desenvolvimento com integração ao Firebase. O projeto encontra-se em fase de prototipação e já demonstra viabilidade técnica e aplicabilidade prática no contexto do esporte de base e da formação esportiva. O Carboneto representa, além de um produto tecnológico, uma oportunidade de aprendizado e aplicação real dos conhecimentos adquiridos pelos estudantes. Também contempla princípios de acessibilidade e inclusão, prevendo o suporte a treinos adaptados para pessoas com deficiência, como cadeirantes, ampliando seu impacto social e educacional.

Palavras-chave: basquete; aplicativo; treino esportivo; organização; acessibilidade.

Introdução

A prática do basquetebol exige organização e sistematização dos treinos para a evolução técnica e física dos atletas. No entanto, muitos treinadores e praticantes enfrentam dificuldades em estruturar e acompanhar suas rotinas de forma eficiente e acessível. Com base nesse cenário, o aplicativo Carboneto surge como uma solução digital voltada à personalização e à gestão de treinos de basquete, facilitando a experiência esportiva tanto para atletas quanto para treinadores. Desenvolvido no âmbito do Projeto Integrador II do IFSC Câmpus Garopaba, o projeto visa unir teoria e prática na criação de um produto tecnológico com impacto direto na realidade esportiva e educacional dos envolvidos. Ao mesmo tempo, possibilita aos estudantes uma vivência aplicada de desenvolvimento de *software* e *design* centrado no usuário. O compromisso

¹ Estudante do Curso Técnico Integrado em Informática do câmpus Garopaba [angelo.lf|arthur.n23|arthur.g04|kauan.k12|pedro.gg08]@aluno.ifsc.edu.br

² Servidor [Garopaba/ Informática] do Instituto Federal de Santa Catarina, thiago.paes@ifsc.edu.br.

com a acessibilidade também é um pilar do projeto, buscando garantir que o aplicativo atenda usuários com diferentes níveis de habilidade física, incluindo pessoas com deficiência, promovendo a inclusão no esporte escolar e comunitário.

Fundamentação teórica

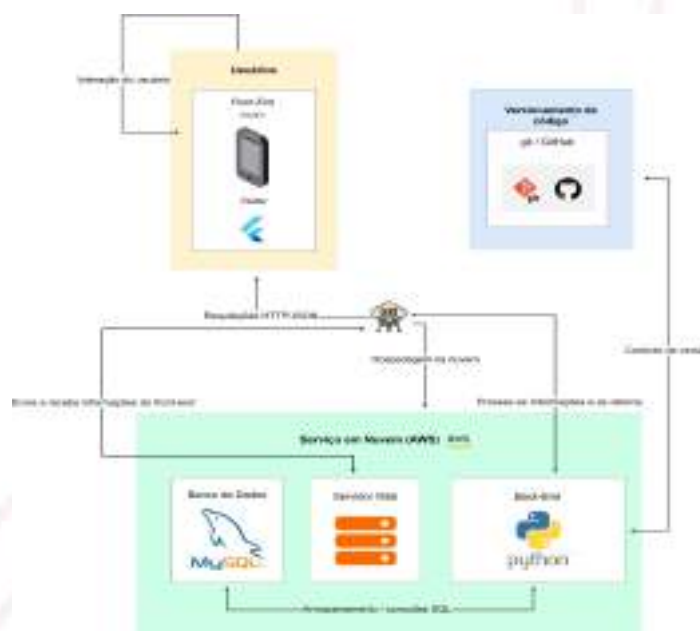
A evolução dos treinamentos esportivos acompanhou os avanços tecnológicos nas últimas décadas. Inicialmente restritos à experiência empírica, os treinos passaram a incorporar metodologias científicas e, mais recentemente, ferramentas digitais. Softwares como o Coach's Eye (TECHTUDO, 2015; TECHSMITH, 2022) e o SportsCode (ANALYSIS, 2015) revolucionaram o esporte de alto rendimento com a análise de vídeo e desempenho. Com a popularização dos smartphones, surgiram soluções acessíveis para o esporte amador, como o MyFitnessPal, Hudl e o Basketball Blueprint, que oferecem biblioteca de exercícios, prancheta tática e planos de treino organizados. O projeto Carboneto se inspira nessas soluções, mas propõe uma ferramenta voltada ao basquete educacional, com ênfase em acessibilidade, personalização e interface intuitiva. O foco está em atletas iniciantes e treinadores de base, especialmente em ambientes escolares. A proposta de acessibilidade considera a inserção de treinos adaptados para pessoas com deficiência, como cadeirantes, e o uso de recursos de interface inclusivos, fortalecendo o caráter educacional e social do aplicativo. Essa preocupação é fundamentada por estudos como o de (SOUZA et al., 2014), que demonstram os desafios enfrentados por atletas cadeirantes diante das barreiras físicas e sociais à sua participação plena no esporte. A pesquisa evidencia como a falta de acessibilidade impacta diretamente na autoestima, independência e no direito de ir e vir desses atletas, destacando a importância de ambientes inclusivos para o desenvolvimento da autonomia e da cidadania. Além disso, o uso crescente de inteligência artificial no esporte tem ampliado o potencial de personalização e prevenção de lesões. Casos como o Accelerate Basketball (BASKETBALL, 2021), liderado por Brandon Payne, e o uso do Watson da IBM pelo Toronto Raptors (IBM, n.d.; WIRE, 2016) demonstram o impacto da IA na análise de desempenho. Equipes como Mavericks e Lakers já adotam análise preditiva de dados para evitar lesões (ZIMMERSIVE4U, 2024; SAHOTA, 2024). Pesquisas recentes (BODEMER, 2023; ACADEMY, 2024) reforçam que programas personalizados guiados

por IA aumentam o engajamento, a motivação e o desempenho. Ao integrar essas referências e práticas, o Carboneto propõe um ambiente digital educacional alinhado às demandas contemporâneas da formação esportiva, promovendo uma experiência de treino mais eficiente, segura, inclusiva e centrada no usuário.

Procedimentos metodológicos

A metodologia utilizada é qualitativa, centrada na descrição e análise do desenvolvimento da plataforma. Foram empregadas técnicas de coleta de dados, como observação direta, entrevistas e análise documental, para compreender as etapas de construção do sistema, as escolhas de design, os desafios técnicos enfrentados e as soluções implementadas. A interação do usuário foi igualmente avaliada, com foco na experiência do treinador e do atleta, e no impacto no processo de aprendizagem esportiva.

Figura 1 – Representação da estrutura cliente-servidor e dos fluxos entre frontend, backend, banco de dados e APIs externas.



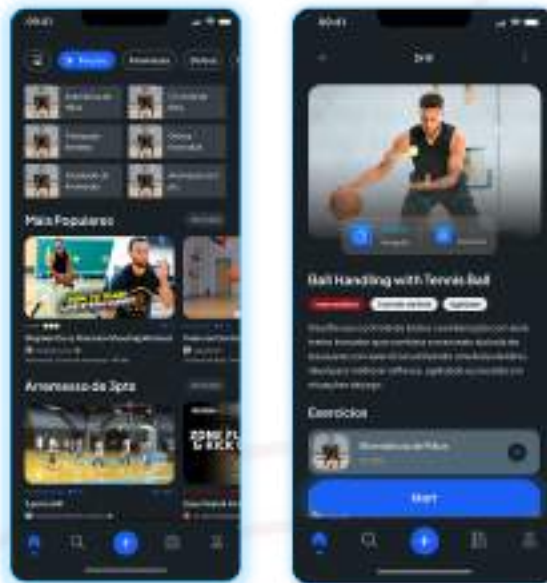
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Resultados e discussões

O Carboneto encontra-se em fase ativa de desenvolvimento no contexto da unidade curricular Projeto Integrador II. As primeiras etapas envolveram o estudo de design de interfaces (UX/UI), o domínio de ferramentas de prototipação como o Figma, e a modelagem inicial do banco de dados, com base no DER previamente validado. Já foram elaboradas as principais interfaces do aplicativo, incluindo a tela inicial (home), a biblioteca de treinos e o editor de atividades personalizadas.

Essas telas estão sendo testadas com foco na usabilidade e na clareza das interações, promovendo um fluxo intuitivo e adequado ao perfil dos usuários finais. A Figura 2 apresenta duas dessas interfaces, projetadas para facilitar a navegação e a organização dos treinos pelos usuários.

Figura 2 – Telas principais do Carboneto.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Atualmente, está em andamento a integração dos componentes com o backend, além do planejamento para implementação dos algoritmos de recomendação. Os próximos passos incluem a realização de testes com usuários reais, análise de feedback e ajustes incrementais. Até o momento, o projeto tem demonstrado elevado potencial

pedagógico, promovendo a aplicação prática de conhecimentos técnicos dos estudantes e a construção de uma solução relevante para a comunidade esportiva escolar e amadora.

Considerações finais

Com participação ativa de estudantes, o sistema articula ensino, pesquisa e extensão, unindo áreas como design, programação e análise de requisitos. Em desenvolvimento, já apresenta avanços técnicos e planeja evoluir com testes, IA e integração backend.

Referências

2IMMERSIVE4U. **Mark Cuban and the AI Revolution: Transforming the Dallas Mavericks.** 2024.

ACADEMY, Y. R. I. T. B. **Benefits of Private Basketball Training.** 2024.

ANALYSIS, S. P. **An Overview of SportsCode and Its Importance in Performance Analysis.** 2015.

BASKETBALL, A. **Accelerate Basketball.** 2021.

BODEMER, O. **Enhancing individual sports training through artificial intelligence: A comprehensive review.** Authorea Preprints, Authorea, 2023.

SAHOTA, N. **Slam Dunk Technology: How AI is Revolutionizing the Game of Basketball.** 2024.

SOUZA, Daianne Pereira de; CABRAL, Rayany Martins; ALVARENGA, Gabriella Assumpção. **Atletas cadeirantes de basquete na experiência da acessibilidade.** Fragmentos de Cultura, Goiânia, v. 24, especial, p. 115–127, 2014.

TECHSMITH. **Coach's Eye Retirement.** 2022.

TECHTUDO. **Tudo sobre Coach's Eye.** 2015.

WIRE, B. D. IBM Watson, **NBA Raptors Seek Data Slam Dunk.** 2016.

CASA-LABORATÓRIO DO IFSC – CAMPUS SÃO CARLOS-SC: uma edificação sustentável com paredes em Terra Crua

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: A.P. TAFFAREL¹; A.K.P. TAFFAREL²; T.C.A. SILVA³; A.R.V. WOLENSKI⁴

Edital de Fomento 02/2024/PROPPI/UNIVERSAL
Projeto de Pesquisa

Resumo:

Estudos sobre edificações sustentáveis trazem novos métodos construtivos para o nosso cotidiano, de modo a desafiar a construção civil tradicional que se baseia em sua maioria em materiais não renováveis. Sistemas que utilizam a Terra Crua como principal elemento construtivo, têm se tornado uma alternativa viável que possibilita construir de forma mais sustentável, dadas às melhorias significativas no conforto termoacústico e, por consequência, na otimização do consumo energético da edificação. Neste sentido, a presente pesquisa está pautada na apresentação da Casa-Laboratório do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), campus São Carlos, cujas paredes foram erguidas em Taipa de Pilão, com resultados que demonstram um excelente desempenho destes elementos autoportantes em terra, seja do ponto de vista de sua resistência e durabilidade, seja por conta de seus aspectos sustentáveis imprescindíveis em obras modernas que buscam não apenas a redução das emissões de gases poluentes, mas que também incorporem ambientes saudáveis e acolhedores aos seus moradores.

Palavras-chave: Terra; Sustentabilidade, Solo-Cimento; Método Construtivo.

Introdução

A construção civil é um dos maiores responsáveis pelas emissões de CO₂ no planeta. De acordo com o relatório de 2021 do PNUMA, as emissões do setor da construção civil atingiram cerca de 38% das emissões globais de CO₂, tanto pela produção dos materiais quanto pela operação dos edifícios. A principal causa dessa grande pegada de carbono está na produção de materiais como cimento, concreto e aço, que são fundamentais para a construção, mas exigem uma grande quantidade de energia para sua fabricação. Além disso, a operação dos edifícios, que envolve o consumo de energia para aquecer, esfriar e iluminar os espaços, também contribui significativamente para o aumento das emissões de gases de efeito estufa.

¹ Estudante do Curso Técnico em Edificações do IFSC, São Carlos, alexandre.t2007@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do Curso Técnico em Edificações do IFSC, São Carlos, alana.k11@aluno.ifsc.edu.br.

³ Estudante do Curso de Engenharia Civil do IFSC, São Carlos, thomas.ca2002@aluno.ifsc.edu.br.

⁴ Professor da área de Tecnologias e Estruturas do IFSC, São Carlos anderson.wolenski@ifsc.edu.br.

Para enfrentar esse desafio, é urgente que o setor da construção adote novas tecnologias e práticas mais sustentáveis, a fim de reduzir suas emissões e minimizar os impactos ambientais. Uma alternativa sustentável que tem se destacado é o sistema construtivo em Taipa de Pilão, que utiliza a compactação da terra e uma pequena proporção de cimento em taipais (formas) que darão formato às paredes com função estrutural, ou seja, não dependem de estruturas auxiliares como pilares e vigas em concreto armado ou madeira, por exemplo. Por serem paredes autoportantes, portanto, as construções com este sistema tendem no longo prazo, a atingir uma melhor relação custo-benefício, quando comparado a sistemas convencionais.

Portanto, este trabalho apresenta a Casa-Laboratório do IFSC, campus São Carlos, com paredes em Taipa de Pilão que demonstram ótimo desempenho, com resistência e durabilidade e aspectos sustentáveis imprescindíveis em edificações que buscam reduzir as emissões de gases poluentes e incorporar ambientes saudáveis e mais acolhedores aos seus moradores.

Fundamentação Teórica

A Taipa de Pilão é uma técnica construtiva que permite a criação de paredes estruturais sem a necessidade de pilares auxiliares, além de oferecer melhorias significativas no isolamento termoacústico, contribuindo para um ambiente mais saudável. Segundo Minke (2022), este sistema é amplamente usado em diversos países, sendo que o avanço das ferramentas, como formas moduladas e apiloadores pneumáticos, têm permitido a execução dessa técnica de forma mais eficiente e acessível. A viabilidade econômica e o caráter ecológico da técnica, são fatores que aumentam seu uso.

No contexto da sustentabilidade, o uso da terra é destacado por Pacheco *et al.* (2015), que ressaltam as vantagens de materiais naturais como a terra, que são amplamente disponíveis e apresentam diversas propriedades favoráveis, como o controle higrotérmico, acústico, resistência ao fogo, atoxicidade e a capacidade de reciclagem no final da vida útil do material. Para Castilho *et al.* (2024), a técnica oferece desempenho térmico satisfatório e reduz os impactos ambientais quando comparada a sistemas convencionais. Lunes e Milani (2023) também enfatizam que a taipa de pilão, quando associada a estratégias adequadas, contribui significativamente para construções de baixo impacto, aliando conforto térmico e eficiência energética.

Procedimentos metodológicos

Este estudo aborda a construção de paredes em Taipa de Pilão com solo-cimento, seguindo uma metodologia rigorosa e embasada em normas técnicas específicas. A pesquisa começou com a coleta do solo em Palmeira das Missões-RS, com análises detalhadas da composição granulométrica e propriedades físico-mecânicas do solo. O solo foi então avaliado quanto à sua coesão e capacidade de compactação, garantindo sua adequação ao uso na construção das paredes.

Após a caracterização do solo, foram realizados testes de compressão em corpos de prova moldados com o material. Esses testes foram essenciais para validar a resistência do solo-cimento, que seria utilizado nas paredes autoportantes. O solo, por ser silto-arenoso, passou por um processamento mínimo, apenas sendo armazenado de forma adequada para preservar suas condições ideais de umidade.

Na construção das paredes, o solo foi misturado com 10% de cimento Portland para garantir um material mais denso e resistente, com propriedades como baixa permeabilidade e capacidade de carga que atingiram valores superiores a 7 MPa. A compactação foi feita manualmente, utilizando pilões, para assegurar que as paredes ficassem monolíticas, sem fissuras e com excelente acabamento estético, respeitando as normas para garantir um resultado estrutural e visual de alta qualidade.

Resultados e discussões

As paredes da Casa-Laboratório revelaram um bom desempenho tanto visual quanto estrutural. O grande desafio para atingir esses resultados foi a criação dos taipais, formado por suportes metálicos, escoramentos e tapumes. Esses componentes foram fundamentais para garantir a estanqueidade das paredes durante sua construção, protegendo o processo de elevação e ajudando a manter a qualidade da Taipa de Pilão. Esse cuidado no planejamento e execução foi crucial para o sucesso da obra.

Qualquer falha na vedação ou abertura nas formas poderia causar problemas nas paredes após a desforma. Por isso, o sistema de formas (Figura 1), chamado de taipal, foi cuidadosamente projetado e testado, na teoria e na prática, para permitir ajustes e melhorias ao longo do processo de construção das paredes. Esse sistema foi ajustado conforme as paredes eram elevadas, garantindo a qualidade e a segurança da obra.

Figura 1 - Detalhamento do taipal.



Fonte: Autores

As paredes da Casa-Laboratório apresentaram resultados excelentes em durabilidade, resistência e estética, destacando-se pela textura, coloração e rusticidade que conferem um caráter único ao ambiente (Figura 2).

Figura 2 - Acabamento final das paredes em Taipa de Pilão e da Casa-Laboratório.



Fonte: Autores.

Considerações finais

Os resultados obtidos neste trabalho abrem novas oportunidades para criar uma cadeia produtiva da construção civil, nas regiões noroeste do Rio Grande do Sul e no

oeste de Santa Catarina, possibilitando projetos com o sistema em Taipa de Pilão e o uso do solo identificado neste estudo. A iniciativa visa promover o desenvolvimento econômico local e regional, especialmente no entorno do IFSC, campus São Carlos-SC, além de contribuir para a preservação cultural de práticas construtivas ambientalmente responsáveis e que possuem tradição milenar de edificações.

A implementação precisa do sistema em Taipa de Pilão, portanto, reforça o potencial dessa técnica como uma alternativa ecológica, que valoriza o uso de materiais locais e renováveis, o que ajuda a preservar o meio ambiente. A combinação de tradição e inovação oferece uma chance de criar projetos que atendem às necessidades atuais sem comprometer os recursos futuros.

Referência ao fomento recebido

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) pelo auxílio financeiro aos projetos de pesquisa e a empresa De Marco Mineração, de Palmeiras das Missões-RS, pelo fornecimento dos solos estudados nesta pesquisa.

Referências

CASTILHO, B. C.; FREITAS LUIZ, A. M.; TAMURA, S. H. L. S. *Análise comparativa de impactos ambientais em edificações de alvenaria estrutural e taipa de pilão: um estudo de caso em habitação de interesse social*. Revista Transverso, v. 1, n. 16, 2024. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/transverso/article/view/9010>

IUNES, I. M. C.; MILANI, A. P. S. *Aspectos ambientais do ciclo de vida da taipa de pilão: berço a berço*. MIX Sustentável, v. 9, n. 3, jul. 2023. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br>

PACHECO-TORGAL, F. e JALALI, Said. Earth construction: Lessons from the past for future eco-efficient construction. *Construction and building materials*, p. 512-519, 2011.

PNUMA (2021). Emissões do setor de construção civil atingiram recordes em 2019 - relatório da ONU. Acesso em 12/02/2025, Disponível em: <https://www.unep.org/>

MINKE, G. *Manual de construção com terra: a terra como manual de construção e seu uso na arquitetura*. Lauro de Freitas: Solisluna, 2022. 224 p. Traduzido por Jorge Simões.

CASULO: DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO MÓVEL DE INCENTIVO A PERMANÊNCIA NA REABILITAÇÃO DE DEPENDENTES DE DROGAS LÍCITAS

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: A. CARNEIRO¹; B. LAMP²; R. LANGE³; T. DAMBROSKI⁴; A. W. SILVA⁵; T. DUTRA⁶.

Resumo:

O consumo de drogas lícitas (álcool, tabaco e medicamentos) causa alterações no sistema nervoso central, comportamento e percepção espacial, desta forma, afeta diretamente a saúde dos indivíduos ao causar dependência pelo químico. O uso abusivo das substâncias está em crescimento constante, podendo ser influenciado por fatores socioeconômicos e ambientais, perturbando relacionamentos no âmbito social. Em vista disso, tratamentos e manutenção do mesmo, para prevenir episódios compulsivos, além de conscientizar os usuários em relação ao vício e seus gatilhos. O projeto propõe desenvolver um aplicativo móvel que, com o uso de gamificação, incentive a constância no tratamento de dependência química, com o objetivo de diminuir as recaídas. Desta forma, materiais bibliográficos foram estudados para estabelecer uma base teórica acerca da dependência química e seus tratamentos, concomitantemente a isso, a aplicação de gamificação aos tópicos trabalhados. Além disso, buscou-se aplicativos semelhantes ao proposto, para identificar características essenciais e limitações para a criação de um conjunto de funcionalidades. Além disso, foi realizada uma entrevista com psicóloga do Centro de Atenção Psicossocial de Xanxerê (CAPS) para estabelecer um conjunto de funcionalidades que auxiliam na permanência do adicto em seu tratamento. As principais funcionalidades são um fórum de interação, contatos emergenciais, perfil, cadastro de motivações e sistema de pontos.

Palavras-chave: Dependência química; Tratamento; Gamificação.

Introdução

As drogas lícitas são substâncias químicas que podem ser depressoras, estimulantes ou perturbadoras da atividade do sistema nervoso central, alterando também o nível de percepção ou o humor (MACHADO; BOARINI, 2013).

O uso abusivo de drogas lícitas, como o álcool, tabaco e medicamentos, provoca comorbidades e, em casos extremos, mortalidade e, por isso, as novas formas de

¹ Estudante do Curso Técnico Integrado em Informática do Câmpus Xanxerê, antony.acc@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do Curso Técnico Integrado em Informática do Câmpus Xanxerê, beatriz.vb01@aluno.ifsc.edu.br.

³ Estudante do Curso Técnico Integrado em Informática do Câmpus Xanxerê, renata.ml23@aluno.ifsc.edu.br.

⁴ Estudante do Curso Técnico Integrado em Informática do Câmpus Xanxerê, tauani.d@aluno.ifsc.edu.br.

⁵ Servidora da Coordenadoria do Curso Técnico em Alimentos do Câmpus Xanxerê, andrea.weber@ifsc.edu.br.

⁶ Servidora da Coordenadoria do Curso de Sistemas da Informação do Câmpus Caçador, taynara.dutra@ifsc.edu.br.

tratamento da dependência química, devem levar em conta dois agravantes, a baixa adesão e a falta de motivação para o tratamento, os quais resultam em recaídas, o que agrava a dificuldade dos usuários em alcançar a sobriedade (DALÇOQUIO, 2021).

As recaídas invalidam toda a reabilitação, pois gera desânimo e diminui o apoio externo. A tecnologia conecta pessoas, permite maior acessibilidade e múltiplas ferramentas, de modo a contribuir com a manutenção contínua do tratamento (DALÇOQUIO, 2021). Para ajudar nos problemas decorrentes da desistência do tratamento, o aplicativo a ser desenvolvido contará com funcionalidades para auxiliar na motivação e manutenção do tratamento, são elas: postagens em fórum, publicação de motivações, contatos emergenciais, questionário sobre o vício e gamificação. Deste modo, buscas foram realizadas para garantir que as produções fossem significativas para a comunidade.

Fundamentação teórica e descrição do público envolvido

As substâncias psicoativas, caracterizadas por provocar mudanças comportamentais, afetam diretamente o Sistema Nervoso Central (SNC). Existem vários meios de classificação dessas substâncias que se baseiam em sua origem, seu estado jurídico (lícita ou ilícita) ou nos efeitos provocados ao SNC (DA SILVEIRA, 2014).

Os diferentes tipos de tratamentos para a dependência química adequam-se a cada ocasião e paciente, utilizando diferentes métodos como a prevenção de recaídas, regresso durante o ato de diminuição do uso da droga (ÁLVAREZ, 2007).

No contexto atual a tecnologia tem alcançado cada vez mais espaço nas mais diversas áreas, na medicina, auxilia na prevenção, diagnóstico e tratamento de muitas doenças. O tratamento de dependentes químicos é auxiliado e aprimorado pelo uso da tecnologia, pois possibilita o contato com profissionais, terapeutas e grupos de apoio a distância, garantindo maior acessibilidade.

Ademais, a presença constante da tecnologia amplia as formas de abordagens em relação a diversas situações, como é o caso do tratamento da dependência química. Sabe-se que o engajamento de adictos durante o processo de tratamento é muito importante, neste contexto o uso da gamificação, transferência de aspectos e elementos visuais que existem dentro do mundo dos jogos para outras áreas, facilita e torna

prazeroso a realização de atividades como a resistência ao processo, desafios, emblemas, metas e muitas outras (NAH et al, 2014).

O trabalho em desenvolvimento objetiva atender a indivíduos que fazem uso abusivo de drogas lícitas, estejam ou não em tratamento, contribuindo com o processo de manutenção no tratamento da dependência química. Também tem-se a intenção de alcançar profissionais que atuem na área de tratamentos de dependências em substâncias psicoativas, bem como instituições/órgãos que possuem relação com a temática abordada pelo projeto, desta forma o aplicativo poderá agregar, como uma ferramenta complementar, no tratamento dos pacientes vinculados a essas instituições ou profissionais.

Procedimentos metodológicos

Para a composição do trabalho, foi inicialmente realizada pesquisas sobre o tema em ferramentas virtuais, como o Google Acadêmico e a biblioteca digital oferecida pelo IFSC. Além disso, considerando a sensibilidade do tema, foi proporcionado pela assistência social do IFSC Xanxerê uma visita ao Centro de Atenção Psicossocial de Xanxerê (CAPS).

Durante o acompanhamento, foi conduzida uma entrevista formal com a psicóloga do Centro, solucionando nossas dúvidas sobre o comportamento de adictos ao processo de tratamento. Assim, com os novos conhecimentos agregados, possibilitou-se a inicialização da esquematização, exemplificando os processos dos dados e organização do funcionamento do *software* almejado, utilizando a modelagem de banco de dados e modelagem UML (Casos de Uso, Classes e Atividade).

O aplicativo está sendo desenvolvido em JavaScript utilizando o framework React Native, escolhido por sua capacidade de gerar aplicativos com performance otimizada. Para o gerenciamento dos dados, adotamos o MySQL.

Resultados e discussões

Espera-se que o aplicativo em desenvolvimento incentive a continuidade e manutenção do processo de tratamento de dependência química, considerando a sensibilidade e relevância desse processo para a vida social, econômica e para a saúde

dos indivíduos. A iniciativa se torna ainda mais importante porque muitas vezes os dependentes químicos não possuem o apoio e compreensão das pessoas ao seu redor. O aplicativo propõe atingir uma comunicação positiva entre os usuários, permitindo a partilha de experiências e conselhos. Essa interação favorece uma maior compreensão mútua e oferece suporte, sendo impulsionada, sobretudo, pelas contribuições de usuários com mais experiência no processo de reabilitação.

As principais funcionalidades do *app* são: criação de conta, login, motivações, emblemas, fórum interativo e contatos de emergência, conforme pode ser visualizado na Figura 1, que apresenta a prototipação do *app* Casulo. As demais telas prototipadas podem ser visualizadas no seguinte link⁷.

Figura 1: Prototipação Casulo



Fonte: autoria própria (2024).

O aplicativo emprega elementos da gamificação por meio de um sistema de pontos. A pontuação é atribuída para ações específicas, e, ao serem acumuladas, liberam diferentes emblemas gráficos.

Considerações finais

Com o objetivo de auxiliar o tratamento de dependentes de drogas lícitas, o software casulo deve ajudar na motivação para a manutenção do tratamento de dependência química em drogas lícitas (medicamentos, tabaco e álcool) por meio de ferramentas que utilizam métodos de gamificação como forma de estímulo aos usuários

⁷ Link da prototipação

<https://www.figma.com/design/ETvzH2C6FDIBySgQrTOYyW/Casulo?node-id=0-1&t=UVSIWUPOxJm9bw19-1>

do *software*. Diante disso, espera-se que o aplicativo contribua positivamente com a saúde pública e com as interações sociais. Chegar a um acordo sobre quais funcionalidades seriam designadas para o aplicativo e qual seria o escopo, de acordo com o tempo de conclusão, foram os maiores desafios durante a produção do projeto, o qual será desenvolvido ao decorrer deste ano.

A indissociabilidade entre pesquisa, ensino e extensão é evidente neste projeto. O desenvolvimento deste trabalho caracteriza-se como ensino, pois aplica o conteúdo aprendido nas aulas de informática, conectando a teoria com a prática e contribui significativamente para a formação social e profissional dos estudantes. Em relação à extensão visa disponibilizar o aplicativo para uso da comunidade de dependentes químicos. No que tange a pesquisa, neste projeto foram realizadas pesquisas bibliográficas sobre o tema do projeto e uma investigação exploratória com a psicóloga do CAPS.

Referências

ÁLVAREZ, A. M. A. Fatores de risco que favorecem a recaída no alcoolismo. **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, v. 56, p. 188-193, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jbpsiq/a/j5WRfnGpsV8vWyMFwwFyz3B/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 22 set. 2024.

DALÇOQUIO, Maísa Cesário. Revisão sobre novos aplicativos de celular para usuários de álcool e outras drogas. 2021. **Hospital de Clínicas**, Porto Alegre. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/232487>. Acesso em: 05 ago. 2024

DA SILVEIRA, D. X. Classificação das substâncias psicoativas e seus efeitos. 2014. Disponível em: <http://www.conselheiros6.nute.ufsc.br/wp-content/uploads/avea/textos/capitulo-3.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2024.

Hospital Santa Mônica. **Entenda o que é a dependência química e quais são os tratamentos mais indicados**. 2024. Disponível em: <https://hospitalsantamonica.com.br/blog/>. Acesso em: 22 set. 2024.

MACHADO, Leticia Vier; BOARINI, Maria Lúcia. Políticas sobre drogas no Brasil: a estratégia de redução de danos. 2013. *Psicol. cienc. prof.* 33 (3). Disponível em <https://doi.org/10.1590/S1414-98932013000300006>. Acesso em: 02 out. 2024.

NAH, F. F; ZENG, Q; TELAPROLU, V. R.; et al. Gamification of education: a review of literature. In: **HCI in Business: First International Conference, HCIB 2014, Held as Part of HCI International 2014, Heraklion, Crete, Greece, June 22-27, 2014. Proceedings 1**. Springer International Publishing, 2014. p. 401-409. Disponível em: https://us.jei.com/official/data/Gamification_Of_Education.pdf. Acesso em: 05 out. 2024.

FABRICAÇÃO MECÂNICA DE ÓRTESES ORTOPÉDICAS POR MEIO DA MANUFATURA ADITIVA POR IMPRESSÃO 3D.

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: F. ALVES¹; H. MAGNAVITA²; B. LEMES³; K.SGUISSARDI⁴
Edital de Pesquisa 01/2024/COPPI/XXE

Resumo:

O avanço tecnológico das últimas décadas têm alterado significativamente os diagnósticos e tratamentos na área médica. Na ortopedia há um número considerável de pessoas com inúmeras patologias, que por falta de um tratamento personalizado, acabam por agravar uma doença. Na ortopedia, a Manufatura Aditiva (MA) por meio da Impressão 3D permitiu o desenvolvimento de órteses ortopédicas que substituem a tradicional imobilização por gesso. Neste sentido, este projeto pretende investigar o processo de desenvolvimento de órteses ortopédicas personalizadas a partir da MA e da impressão 3D. Para isso, utilizamos a Engenharia reversa para a fabricação de órteses de punho, disponíveis comercialmente. O projeto foi desenvolvido no laboratório IFMaker do campus com a participação de estudantes do ensino médio técnico integrado à Mecânica. Foram produzidas 3 órteses de punho, os resultados apontam que há a necessidade de uma maior robustez nas paredes e nos pontos das alças de fixação, as órteses se mostraram confortáveis e, em relação à temperatura, não houve mudanças significativas, havendo a necessidade de novos ensaios. Em relação às estudantes envolvidas, consideramos que a proposta da pesquisa contribuiu com a formação permitindo a aproximação da área de conhecimento com um problema real e conseqüentemente o desafio da investigação científica. Por fim, esse projeto é parte integrante de uma proposta que está em desenvolvimento. Os dados a serem coletados poderão contribuir com o desenvolvimento tecnológico e científico para a produção de órteses ortopédicas, colocando o IFSC em uma posição de vanguarda na região.

Palavras-chave: Órtese; Manufatura Aditiva; Fabricação Mecânica; Ortopedia

Introdução

Os avanços tecnológicos na medicina têm alterado de forma significativa os diagnósticos e posteriormente os tratamentos de pessoas com patologias, vítimas de acidentes e pessoas com deficiência. O campo de investigação sobre novos materiais para tratamentos ocorre em diversos centros de pesquisa em todo o mundo, todavia nem

¹ Professor de Física do IFSC - Campus Xanxerê e coordenador do projeto e-mail. fabio.alves@ifsc.edu.br.

² Professor de Engenharia Mecânica do IFSC - Campus Xanxerê e colaborador do projeto.

³ Estudante do Ensino Médio Técnico Integrado a Mecânica do IFSC - Campus Xanxerê.

⁴ Estudante do Ensino Médio Técnico Integrado a Mecânica do IFSC - Campus Xanxerê.

sempre esses recursos alcançam a sociedade com a velocidade pela qual a necessidade exige. Um exemplo é no campo da medicina ortopédica, ainda hoje se adota em diversos procedimentos o uso de gesso como imobilizador de fraturas ou para a tratamento de um determinado tipo de patologia, tal material é desconfortável e requer alto cuidado com o contato com a água e por ser de baixo custo é conseqüentemente adotado em larga escala, mas que nem sempre permitem uma qualidade de vida para os pacientes. Foi diante desse cenário que este projeto buscou investigar a produção de ortopédicas por meio da manufatura aditiva e da impressão 3D. Tal proposta tem o propósito de no futuro o IFSC ser colaborador no fornecimento gratuito de órteses para pessoas na região do oeste catarinense.

Fundamentação teórica

A busca por tratamentos médicos cada vez mais acessíveis e eficazes é uma exigência do mundo atual. No tratamento ortopédico, por exemplo, há um número considerável de pessoas que possuem inúmeras patologias ou ficam doentes e não encontram um tratamento personalizado e com um custo acessível.

É neste cenário que a popularização da Manufatura Aditiva (MA) por meio da Impressão 3D permitiu o desenvolvimento de órteses ortopédicas, que são dispositivos que podem substituir o uso do gesso na imobilização de fraturas.

O campo da Engenharia Biomédica e as equipes com múltiplos profissionais têm colaborado significativamente com o desenvolvimento de novos materiais e produtos que possam oferecer tratamentos com melhores resultados e personalizados para cada tipo de doença, acidente ou patologia existente (Campos, 2019).

A produção de órteses por meio da MA permite a construção de materiais simples, leves, de alta resistência, conforto, design e eficiente no tratamento de patologias ou de pessoas que por alguma razão necessitem deste material. As órteses são produtos que podem colaborar com a correção dos movimentos, da postura, limitar ou contribuir para a realização de um movimento ou de uma região afetada (Santos; Tokmatsu, 2016).

Comercialmente encontramos as órteses pré-fabricadas sem ajuste e, as órteses pós-fabricadas permitem o ajuste, a personalização e um melhor conforto para os pacientes, porém o custo é um pouco mais elevado do que as órteses pré fabricadas (Elui *et al.*, 2001).

Neste sentido, este projeto teve como objetivo a produção e a investigação da fronteira do processo de fabricação mecânica de órteses ortopédicas por meio da MA e da impressão 3D. Essa investigação pode colocar o IFSC em um contexto de participação ativa, de transformação social e da realidade local.

Procedimentos metodológicos

A metodologia utilizada nesta pesquisa foi qualitativa, de cunho exploratório e descritiva (Gil, 2002). Para esta etapa, foram construídas três órteses ortopédicas de punho disponíveis comercialmente. Há diversos tipos de órteses para diferentes membros, por esse motivo escolhemos a órtese de punho pelas dimensões e pelo tempo/máquina necessário para a fabricação da órtese. O número de camadas implica na flexibilidade da peça fabricada (Shimano *et al.*, 2019). Já a geometria de cada camada influencia na resistência da peça fabricada (Pereira *et al.*, 2021).

Para a condução desta pesquisa, foram empregadas as técnicas de Engenharia Reversa, MA e Impressão 3D. Este processo envolve três etapas principais: digitalização, processamento de pontos e aplicação (Sokovic; Kopac, 2006).

Na MA e na Impressão 3D, os objetos são construídos de maneira incremental, seja uma peça simples ou complexa. Para manipulação e ajuste dos modelos disponíveis comercialmente foram utilizados os *softwares SolidWorks* versão 2023 e o *Ultimaker Cura* versão 4.13.2. Posteriormente, esses modelos são transferidos para impressoras 3D, que utilizam um bico extrusor para depositar material termoplástico camada por camada (Santos; Tokmatsu, 2017).

Foi utilizado o filamento Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS) levando cerca de 12 horas e 2 horas de impressão com preenchimento de 100% em uma geometria triangular a escolha da geometria foi realizada em função da espessura das órteses disponibilizadas. Por fim, foram analisadas qualitativamente a dureza, a tração, as condições térmicas e o conforto das órteses construídas.

Resultados e discussões

Os resultados encontrados na produção de órteses permitiram uma avaliação qualitativa sobre o produto e o processo de construção. Ao todo, produzimos 3 órteses de punho. A figura 1 mostra a órtese no *software Solidworks* com modelagem tridimensional.

Figura 1 - Órtese produzida por digitalização e finalizada em CAD



Fonte: Autores, (2024)

Figura 2a a 2c - Órtese Fabricada por MA e impressão 3D



Fonte: Autores, (2024)

Após a conclusão da impressão com material ABS e preenchimento 100%, constatou-se que as órteses precisam oferecer maior resistência nas paredes, qualitativamente constatamos que paredes mais finas tendem a sofrer uma ruptura na articulação do punho e nas alças de fixação, porém, há limites para as espessuras considerando que o material deve ser comercial, leve e funcional.

A literatura não dispõe de trabalhos quantitativos especificando qual é a espessura ideal. Em relação ao conforto a órtese mostrou-se confortável, para aumentar esse indicador haverá a necessidade do fatiamento ser mais lento já em relação à temperatura qualitativamente não notamos muitas diferenças estando ou não portando a órtese, porém será necessário, testes envolvendo esse parâmetro.

Considerações finais

Os resultados encontrados em relação ao conforto, temperatura, dureza e tração mostraram-se qualitativamente muito abaixo do que esperávamos, considerando o preenchimento de 100% com o uso do filamento ABS. Para este estudo, notamos que o número de camadas implica na resistência e na flexibilidade da peça, como aponta

Pereira *et al.* (2021) e (Shimano *et al.*, 2019). A metodologia da engenharia reversa mostrou-se eficaz e permitiu uma avaliação global sobre o processo. Por fim, em relação às estudantes envolvidas, consideramos que houve um enorme avanço no contexto da relação das unidades curriculares, a investigação e o público-alvo. A oportunidade da pesquisa científica permitiu que as estudantes pudessem ter acesso ao contexto da pesquisa no sentido real, contribuindo para a significação da área de conhecimento do curso.

Referência ao fomento recebido

Edital de pesquisa do IFSC Campus Xanxerê - 01/2024/COPPI/XXE

Referências

CAMPOS, C. M. B. F. *et.al.* **Órteses de EVA no tratamento para pé torto congênito em recém nascidos.** Cad. Bras. Ter. Ocup, São Carlos, 2019, v. 27, n. 4.

ELUI, V. M. C.; OLIVEIRA, M. H. P. de; SANTOS, C. B. **Órteses: um importante recurso no tratamento da mão em garra móvel de Hansenianos.** Hansenologia Internationalis: hanseníase e outras doenças infecciosas, Bauru, SP, v. 26, n. 2, p. 105–111, 2001. Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/hansenologia/article/view/36404>. Acesso em: 25 abr. 2023.

GIL, A. C. (2007). **Como elaborar projetos de pesquisa** (4. ed.). Atlas: São Paulo, 2007

PEREIRA, T. ., JESUS, A. V. DE, VALVERDE, G. ., ROLAND, R. ., & Oliveira Rodrigues, L. K. de. (2021). **Análise da influência do padrão de preenchimento e da altura de camada de deposição nas propriedades mecânicas de peças fabricadas em PLA a partir de impressão 3d. desafios** - Revista Interdisciplinar Da Universidade Federal Do Tocantins, 8(1), 95–103. Disponível em: <https://doi.org/10.20873/uftv8-9605>. Acesso em: 25 abr. 2023.

SANTOS, M. A. R. TOKIMATSU, R.C. **Produção de órteses personalizadas com baixo custo através das tecnologias engenharia reversa e manufatura aditiva.** XIII CIBEM. Lisboa - Portugal, out. 2017

SHIMANO, M. M., BARINI, B. S., MELO, W. B., Marques, V. A. da S. (2019). **Influência do percentual de preenchimento no comportamento mecânico de peças em PLA e ABS obtidas por Impressão 3D por extrusão.** Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Inovação, 3(2), 178–190. Disponível em: <https://doi.org/10.18554/rbcti.v3i2.3298> Acesso em: 25 abr. 2023.

SOKOVIC, Mirko; KOPAC, J. **RE (reverse engineering) as necessary phase by rapid product development.**Journal of Materials Processing Technology, v. 175, n. 1-3, p. 398-403, 2006.

DESENVOLVIMENTO DE AMBIENTE SIMULADO PARA A ROBOCUP FLYING ROBOT LEAGUE COM ARDUPILOT, GAZEBO E ROS

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: I. PSHENICHNIKOV¹; T. SILVA²; G. MACEDO³.

Projeto de Pesquisa

Resumo:

Os ambientes de simulação são importantes para a robótica aérea, pois permitem que novas ideias, robôs e seus programas sejam testados sem o risco de acidentes. Este artigo descreve a criação de um ambiente de simulação para a Competição Brasileira de Robótica (CBR), replicando a arena de competição. A metodologia consiste no uso de três ferramentas: Ardupilot SITL (*Software In The Loop*), Gazebo e ROS (*Robot Operating System*). O Gazebo é responsável por simular o ambiente do drone e sua física. O SITL é responsável por simular o controlador de voo do drone. O ROS é um conjunto de pacotes e ferramentas de *software* para integrar a programação do robô. As partes principais foram instaladas dentro de um contêiner Docker para que pudessem ser usadas em diferentes máquinas com diferentes sistemas operacionais. Como resultado, foi possível executar missões reais da competição no ambiente simulado.

Palavras-chave: Drone; Ardupilot; Simulação Gazebo; Robocup flying robot league.

Introdução

Ambientes de simulação têm se tornado essenciais no processo de desenvolvimento de novas tecnologias, com eles existe a possibilidade de testar previamente o comportamento de soluções hipotéticas, sem a necessidade de despender recursos ou arriscar danificar materiais. Diversos setores como: a indústria automotiva, aeronáutica, farmacêutica, naval, aeroespacial, energia e construção civil já aderem há tempo o uso desses *softwares*.

Na área de desenvolvimento de drones, em especial na automação, simuladores como Gazebo Simulator, da Open Robotics, são cruciais quando se deseja testar novos algoritmos, tendo em vista que *bugs* causados pelos mesmos podem gerar

¹ Estudante do curso Tecnólogo em Eletrônica Industrial do Instituto Federal de Santa Catarina campus Florianópolis, e-mail para contato: jaroslav.p@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do curso Técnico em Eletrotécnica do Instituto Federal de Santa Catarina campus Florianópolis, e-mail para contato: thiago.ms2007@aluno.ifsc.edu.br.

³ Servidor docente do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica do Instituto Federal de Santa Catarina campus Florianópolis, e-mail para contato: gabriel.macedo@ifsc.edu.br.

comportamentos imprevisíveis, colocando em risco a integridade física do veículo, ou até mesmo do operador durante os testes.

Assim, buscando facilitar os testes, este trabalho tem o objetivo de configurar um ambiente que simula a arena da Robocup Flying Robots League, competição que integra anualmente a CBR (Competição Brasileira de Robótica). Os conhecimentos desenvolvidos na pesquisa reforçam os conceitos tecnológicos trabalhados em sala de aula e promovem o protagonismo dos alunos no processo de aprendizagem, evidenciando a indissociabilidade entre ensino e pesquisa.

Fundamentação teórica

Visando a construção de um ambiente de simulação completo que atendesse as necessidades da equipe de drones do IFSC campus Florianópolis (DroneIFSC), foi necessário integrar o uso de três *softwares*: Gazebo, Ardupilot SITL e ROS.

O Ardupilot SITL (*Software In The Loop*) é um programa que permite simular em um computador a operação do *firmware* do controlador de voo, bem como alguns de seus periféricos - barômetro, giroscópio, bússola, GPS, entre outros (Ardupilot, 2025).

O Gazebo é um simulador de ambiente, física de elementos mecânicos, sensores e atuadores para sistemas robóticos (OPEN ROBOTICS, 2025).

O *Robot Operating System* (ROS) é uma coleção de bibliotecas e ferramentas para desenvolvimento de robôs, sendo um *middleware*, que fornece a funcionalidade de um sistema operacional em um *cluster* de computadores heterogêneo (OPEN ROBOTICS, 2025).

Uma vantagem da escolha destas tecnologias tão difundidas é poder contar com a existência prévia de projetos de código livre criados por terceiros, que acabam servindo como base para criar novas soluções, como é o caso do repositório *iq_sim*, da Intelligent Quads, disponível no Github (Intelligent Quads, 2025).

Procedimentos metodológicos

Um dos primeiros problemas enfrentados foi a compatibilidade entre *hardware* e sistema operacional - o que é desenvolvido na simulação deve ser usado em drones reais. No entanto, cada drone possui um computador embarcado diferente, como

Raspberry Pi 4 e 5. Pela vasta documentação disponível, foi decidido usar o ROS Noetic, compatível apenas com Ubuntu 20, mas a Raspberry Pi 5 tem suporte apenas para versões do Ubuntu 24 ou superior. Portanto, foi decidido usar o Docker com Ubuntu 20 instalado no contêiner. Isso permitiu usar os desenvolvimentos de dentro do contêiner para computadores com diferentes versões do Ubuntu: 20, 22 e 24.

Para simular a controladora de voo e seu *firmware*, usou-se o Ardupilot SITL que é um *software* de código aberto, com documentação detalhada e grande funcionalidade de navegação disponível em comparação com concorrentes, como INAV e Betaflight.

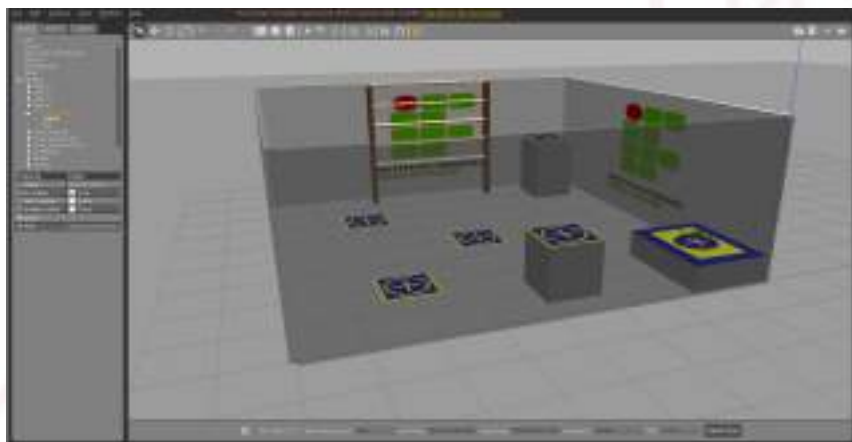
Para a simulação do espaço 3D, modelo físico do veículo e seus sensores, foi utilizado o Gazebo 11 Classic, esse é um programa *open-source* contendo muitos exemplos e projetos que serviram de auxílio na criação da arena.

O sistema de navegação é controlado através do ROS. Esse sistema é muito flexível e é compatível com o Ardupilot SITL, por meio do pacote MAVROS, e com o Gazebo. A versão Noetic foi escolhida por possuir uma documentação mais sólida.

Resultados e discussões

Com o ambiente instalado e configurado, foi desenvolvido um mundo 3D que replica a arena da Robocup Flying Robot League, como é possível observar nas figuras 1 e 2:

Figura 1: Arena simulada.



Fonte: elaborada pelos autores.

Figura 2: Fotografia da arena real (CBR 2023).



Fonte: elaborada pelos autores.

Também foi inserido o modelo de um drone com *plugins* de: câmera, rotores e comunicação com Ardupilot SITL, o “gazebo-íris”, que pode ser visto na figura 3:

Figura 3 - Modelo 3D do drone.



Fonte: elaborada pelos autores.

Com isso, tornou-se possível simular o funcionamento completo de um drone real, e operá-lo em um ambiente equivalente ao da competição. Esta solução facilitou muito o desenvolvimento e teste de novos algoritmos para missões de voo autônomo, visto que, antes era necessário preparar um espaço físico, escolher um drone do laboratório, designar um operador de rádio controle em casos de emergência, e só então testar os códigos. Neste método também havia o risco de acidentes.

Considerações finais

Como resultado, obteve-se uma excelente ferramenta para depurar os códigos da equipe, tornando o desenvolvimento mais seguro e mais rápido, sem a necessidade de arriscar o *hardware* real do drone. Também tornou possível um fluxo de trabalho mais eficiente dos integrantes da equipe, garantindo maior independência e autonomia para os desenvolvedores de *software*.

Referência ao fomento recebido

Este trabalho foi viabilizado com apoio do Câmpus Florianópolis do IFSC, com a viabilização de espaço físico para as atividades do Laboratório de Drones e destaque para o DAE (Departamento Acadêmico de Eletrotécnica) que fornece a infraestrutura complementar ao laboratório. Registra-se também o apoio da FEESC (Fundação Stemmer para Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação), por meio do edital “Conexões para Inovar”, que contemplou a equipe de drones do Câmpus Florianópolis nos anos de 2024 e 2025.

Referências

Ardupilot. **SITL Simulator (Software in the Loop) — Dev documentation**. Disponível em: <<https://ardupilot.org/dev/docs/sitl-simulator-software-in-the-loop.html>>. Acesso em: 23 abr. abr. 2025.

OPEN ROBOTICS. **Gazebo**. Disponível em: <<https://classic.gazebosim.org>>. Acesso em: 23 abr. abr. 2025.

OPEN ROBOTICS. **noetic - ROS Wiki**. Disponível em: <<https://wiki.ros.org/noetic>>.. Acesso em: 23 abr. 2025.

Intelligent Quads. **Example gazebo ardupilot simulation package**. Disponível em: <https://github.com/Intelligent-Quads/iq_sim>. Acesso em: 23 abr. 2025.

DESENVOLVIMENTO DE INTERFACE GESTUAL PARA CONTROLE DE DRONES

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: T. AZEVEDO¹; G. MACEDO².

Projeto de Pesquisa

Resumo:

Este trabalho tem como objetivo explorar a construção de uma interface gestual para controle de drones, tendo como base o modelo DJI Tello e utilizando a linguagem Python como ferramenta de desenvolvimento. A proposta se fundamenta na implementação de um programa de reconhecimento de gestos corporais utilizando a biblioteca MediaPipe, que interpreta, em tempo real, imagens captadas pela câmera do drone e identifica os gestos. Esses gestos são então processados pelo programa em Python e convertidos em comandos de voo e enviados ao drone por meio de conexão Wi-Fi.

Palavras-chave: Controle por gestos, MediaPipe, Visão computacional, Drones, DJI Tello.

Introdução

Com o avanço da tecnologia, observa-se o crescimento da interação de pessoas de diferentes áreas com sistemas e dispositivos digitais. A interface de interação — responsável por mediar a comunicação entre o usuário e a tecnologia — desempenha um papel central nesse processo, especialmente no caso de usuários com pouca familiaridade com dispositivos mais complexos ou que estão assumindo novas tarefas, cuja operação ainda não é completamente intuitiva para grande parte da sociedade.

Segundo Rogers *et al.* (2013), "a interface de interação compreende todos os pontos de contato entre o usuário e o sistema, incluindo não apenas aspectos visuais e táteis, mas também auditivos e até mesmo gestuais".

Neste trabalho, são apresentados os esforços para a criação de uma interface gestual para interação com o drone DJI Tello, utilizando um programa desenvolvido na linguagem Python. Para isso, utiliza-se a biblioteca MediaPipe, uma ferramenta de código

¹ Estudante do curso CST Gestão de TI do Instituto Federal de Santa Catarina campus Florianópolis, e-mail para contato: thaina.o01@aluno.ifsc.edu.br.

² Servidor docente do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica do Instituto Federal de Santa Catarina campus Florianópolis, e-mail para contato: gabriel.macedo@ifsc.edu.br.

aberto desenvolvida pelo Google, voltada para o processamento de dados, com destaque para a detecção e rastreamento em tempo real de pontos de referência do corpo humano, como poses corporais (GOOGLE, 2025).

Este trabalho integra o desenvolvimento de novas tecnologias com a construção de conhecimento, contribuindo com a formação acadêmica através da prática, evidenciando a indissociabilidade entre ensino e pesquisa.

Fundamentação teórica

Foi utilizado o drone DJI Tello, que é um modelo comercial, amplamente utilizado para atividades recreativas, ensino e pesquisa. Ele possui uma câmera 720p a 30 fps. Possui sensores integrados como: altímetro, barômetro, sistema de visão. Também possui conectividade Wi-Fi 2,4 GHz (RYZE, 2025).

Para a comunicação com o Tello, foi elaborada uma aplicação em linguagem Python por sua simplicidade e ampla oferta de bibliotecas específicas. Foram utilizadas as bibliotecas:

Threading: Permite executar diferentes partes do programa de forma concorrente. Foi utilizada para capturar o vídeo da câmera em tempo real enquanto comandos de voo são enviados ao drone;

OpenCV: Biblioteca de visão computacional e processamento de imagem. Utilizada para acessar a câmera, exibir o vídeo em tempo real, desenhar marcadores visuais no corpo e manipular imagens antes do reconhecimento — como redimensionamento, tratamento de cores, entre outros;

MediaPipe: Biblioteca desenvolvida pelo Google para detecção e rastreamento de corpos, mãos, rosto, etc. Utilizada para identificar posições e reconhecer gestos a partir de pontos-chave em regiões como ombros, punhos e mãos;

djitellopy: Biblioteca voltada para o controle de drones Tello via conexão Wi-Fi. Utilizada para conectar ao drone e enviar comandos de voo com base nos gestos detectados;

NumPy: Biblioteca voltada ao cálculo numérico e manipulação de arrays. Utilizada para processar coordenadas, calcular distâncias entre pontos das mãos, normalizar dados, entre outras operações matemáticas;

Procedimentos metodológicos

Para possibilitar o desenvolvimento da interface gestual, foram implementadas algumas funções a partir dos desafios encontrados:

Pré-processamento da imagem antes da detecção dos gestos: Foi ajustado o brilho, contraste e a resolução da imagem capturada pela câmera antes da detecção dos gestos, melhorando a qualidade da imagem para que a biblioteca MediaPipe fizesse o reconhecimento com mais precisão, especialmente em ambientes com iluminação inconsistente.

Mensagens de retorno para facilitar o monitoramento: foram implementadas mensagens textuais no terminal para indicar, de forma clara e imediata, diferentes estados do sistema, como detecção parcial ou completa de gestos, erros de conexão, bateria baixa e sucesso na conexão com o drone.

Implementação de comando de inatividade: Implementados comandos explícitos de manter a posição (ou “*hover*”) quando nenhum gesto era detectado, para impedir que o drone interpretasse a ausência de comando como erro ou encerramento da operação, evitando pousos não intencionais.

Uso de *threading* para paralelismo entre vídeo e controle: utilizada a biblioteca *threading* para capturar imagens da câmera e enviar comandos ao drone simultaneamente, para evitar travamentos e garantir fluidez na comunicação e no reconhecimento em tempo real.

Delays estratégicos para evitar repetição de comandos: introduzidos pequenos atrasos entre comandos repetidos ou após a execução de certos gestos para evitar que o mesmo gesto fosse interpretado várias vezes em sequência, causando múltiplos comandos indesejados.

Resultados e discussões

Como resultado, os testes realizados demonstraram um reconhecimento eficaz dos gestos, conforme evidenciado pelas figuras 1 e 2. Isso mostra que é possível construir uma Interface Natural de Usuário (NUI) capaz de permitir que operadores sem treinamento técnico interajam com sistemas tecnologicamente complexos de maneira intuitiva.

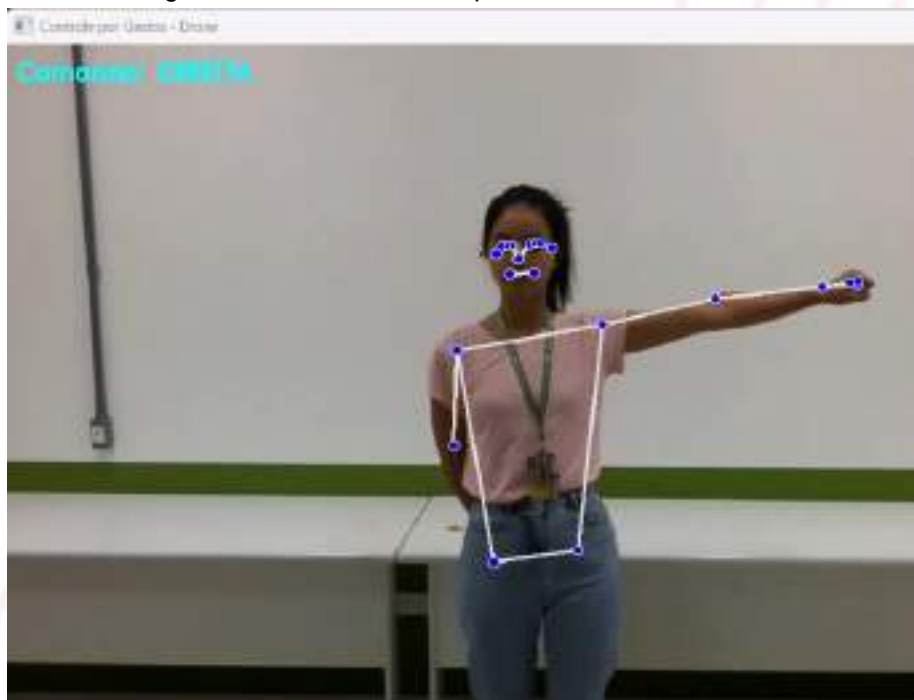
Além disso, o código desenvolvido apresenta flexibilidade na definição dos gestos, possibilitando sua adaptação a diferentes contextos e perfis de usuários.

Figura 1 - Comando de voo para a avançar reconhecido.



Fonte: elaborada pelos autores.

Figura 2 - Comando de voo para a direita reconhecido.



Fonte: elaborada pelos autores.

Considerações finais

Neste trabalho, fica evidenciada a possibilidade de controlar um drone através de interface gestual. Com o tratamento adequado da imagem, seleção de gestos intuitivos e adequação às condições de voo, os resultados mostram que é possível o desenvolvimento de uma interface simples para a interação com tecnologias complexas.

Referência ao fomento recebido

Este trabalho foi viabilizado com apoio do Câmpus Florianópolis do IFSC, com a viabilização de espaço físico para as atividades do Laboratório de Drones e destaque para o DAE (Departamento Acadêmico de Eletrotécnica) que fornece a infraestrutura complementar ao laboratório. Registra-se também o apoio da FEESC (Fundação Stemmer para Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação), por meio do edital “Conexões para Inovar”, que contemplou a equipe de drones do Câmpus Florianópolis nos anos de 2024 e 2025;

Referências

ROGERS, Yvonne et al. **Design de Interação: além da interação humano-computador**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 600 p.

GOOGLE. **MediaPipe documentation**. Disponível em: <https://ai.google.dev/edge/mediapipe/solutions/guide?hl=pt-br>. Acesso em: 30 abr. 2025.

RYZE. **TELLO SPECS**. Disponível em: <https://www.ryzerobotics.com/tello/specs>. Acesso em: 30 abr. 2025.

Desenvolvimento de Módulo Mecânico por Impressão 3D para Automação de Umidificação em Incubadora Neonatal Microcontrolada

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: T. Q. ZANQUETTA¹; D. A. R. DIOGO²; R. A. S. M. MARCHIORI³; T. D. LOPES⁴; F. I. M. A. DA SILVA⁵.

Edital de fomento do trabalho 13/2023/PESQUISA/ITJ
Projeto de Pesquisa

Resumo:

Este artigo apresenta a continuidade de um estudo voltado à automação do sistema de umidificação em incubadoras neonatais microcontroladas. Focado na implementação mecânica do acoplamento entre servo-motor e potenciômetro de um umidificador ultrassônico comercial, este trabalho é continuidade de trabalhos anteriores. Utilizou-se modelagem 3D (Shapr3D) e impressão FDM em PLA para fabricar componentes de fixação, integrados a um Arduino Mega 2560 e sensores DHT22. Com o objetivo de conferir maior estabilidade e precisão ao controle de umidade, realizou-se testes em bancada com variações de umidade, avaliando precisão, tempo de resposta e estabilidade do controle. Os resultados mostraram controle de umidade dentro da faixa recomendada pela NBR IEC 601-2-19. A solução foi integrada ao sistema com sensores DHT22 e controlada pelo microcontrolador, demonstrando eficiência e desempenho dentro das normas técnicas vigentes. A solução oferece baixo custo, simplicidade de prototipagem e desempenho compatível com requisitos de segurança para incubadoras neonatais.

Palavras-chave: incubadora neonatal, umidificação, automação, servo motor, impressão 3D.

Introdução

A incubadora Neonatal tem como objetivo criar um ambiente controlado para o recém nascido, o mais próximo ao encontrado no útero materno. Normalmente o recém nascido que vai precisar da incubadora é prematuro, de baixo peso, com problemas de termorregulação, vulnerabilidades respiratórias e metabólicas.

Os principais aspectos a serem controlados na incubadora são a temperatura, ventilação e umidade [IAIONE, 1999], sendo esta última a variável escolhida para ser abordada e controlada no presente trabalho.

¹ Estudante do curso Engenharia Elétrica do IFSC - Campus Itajaí, tainan.q@aluno.ifsc.edu.br

² Estudante do curso Engenharia Elétrica do IFSC - Campus Itajaí, davi.ar08@aluno.ifsc.edu.br

³ Servidor Professor Substituto EBTT IFSC - Campus Itajaí/Eletroeletrônica, renato.meneghin@ifsc.edu.br

⁴ Servidor Professor EBTT IFSC - Campus Itajaí/Eletroeletrônica, tiago.drummond@ifsc.edu.br

⁵ Servidora Professora EBTT IFSC - Campus Itajaí/Eletroeletrônica, fargoud@ifsc.edu.br

De modo geral, uma incubadora neonatal deve criar um ambiente para o RNP com os seguintes parâmetros [OLIVEIRA, 2007]: umidade relativa do ar acima de 75%; temperatura da incubadora adaptada à temperatura ambiente, ao peso, ao condicionamento (vestidos, ou não), e à idade do RNP.

Quanto maior a fidelidade em se reproduzir o ambiente intrauterino na incubadora neonatal, maior e mais rápida será a recuperação do RNP [CRUVINEL & PAULETII, 2009].

Normalmente, as incubadoras utilizam como fonte de umidade um recipiente com água [IAIONE, 1999], a qual é aquecida através de um resistor e o vapor de água gerado pelo aquecimento é distribuído para a cúpula da incubadora, onde está o recém-nascido.

Neste trabalho, dá-se continuidade ao sistema microcontrolado de umidificação para incubadora neonatal [Zanquetta et al., 2023], com foco na automação. Para isso, realizou-se a fabricação e integração de um módulo mecânico impresso em 3D para acoplamento do servo-motor ao potenciômetro do umidificador ultrassônico. Descrevem-se o projeto CAD das peças de fixação, o processo de impressão FDM (*Fused Deposition Modeling*) em PLA (ácido polilático), a configuração do Arduino Mega 2560 com sensores DHT22 e a metodologia de testes em bancada. Por fim, avalia-se o desempenho do protótipo em termos de estabilidade, precisão de controle de umidade e tempo de resposta, confrontando os resultados com os requisitos da norma NBR IEC 601-2-19.

Fundamentação teórica

A incubadora para recém-nascidos ou incubadora neonatal (IN) é um equipamento eletromédico usado para tentar reproduzir, ao máximo, as condições uterinas para o RNP e, principalmente, garantir a manutenção da vida do bebê [IAIONE, 1999].

Sua função é proporcionar ao recém-nascido um ambiente termoneuro, isto é, aquele onde o recém nascido encontrará conforto, silêncio, iluminação adequada, ventilação e, principalmente, não precisará produzir todo calor de que precisa para manter sua temperatura corporal normal, o que diminuirá o gasto metabólico do RN e diminuirá a incidência de doenças [IAIONE, 1999].

O sistema de umidificação proposto consiste em um umidificador ultra-sônico e ionizador de ambientes. A tecnologia do ultra-som proporciona uma umidificação mais eficiente em relação ao sistema que é feito por meio do reservatório interno para água. O umidificador ultrassônico utiliza um oscilador de alta frequência para quebrar as gotículas de água em partículas menores. O sistema de ventilação lança essas partículas no

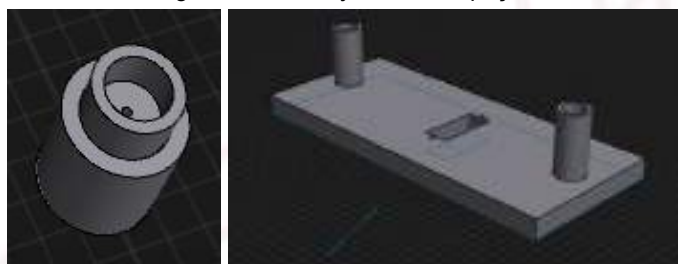
ambiente, criando a bruma adequada ao RNP. A ionização do ambiente é feita por um dispositivo interno que ioniza o ar que está saindo pelo aparelho, auxiliando na purificação e descontaminação do ar [BRITO, 2010].

A norma NBR IEC 601-2-19 (Equipamento eletromédico. Parte 2: Prescrições particulares para segurança de incubadoras para recém-nascidos) diz respeito à segurança de incubadoras para RN e modifica e suplementa a NBR IEC 60601-1 (Equipamento eletromédico. Parte 1: Prescrições gerais para segurança). O principal objetivo desta norma é estabelecer os requisitos para incubadoras que minimizem os riscos ao paciente e ao usuário, e especificar os ensaios que possam verificar a conformidade com estes requisitos [BRITO, 2010]. A norma indica uma faixa de umidade de 40% até 75%, e sensores de umidade com uma exatidão de até $\pm 10\%$.

Procedimentos metodológicos

A continuidade do projeto envolveu inicialmente o desenvolvimento mecânico do sistema. Para isso, foram projetadas peças em 3D com o objetivo de viabilizar o acoplamento do servo motor ao eixo do potenciômetro do umidificador comercial. A modelagem dessas peças foi realizada utilizando o software Shapr 3D, e a fabricação ocorreu por meio da tecnologia de impressão 3D FDM, utilizando o material PLA. A montagem final garantiu o alinhamento adequado entre o movimento do servo motor e o ajuste de potência do equipamento, resultando em uma fixação mecânica eficiente e precisa. Nas figuras 1 e 2 é possível observar o projeto 3D das peças.

Figura 1 e 2 - Projeto 3D das peças.



Fonte: Dos autores.

Após essa etapa, as peças impressas foram integradas ao sistema eletrônico já existente, composto por um microcontrolador Arduino Mega 2560 e sensores de temperatura e umidade do tipo DHT22. O código de controle do sistema foi adaptado para funcionar em conjunto com o novo acoplamento mecânico, possibilitando um controle mais preciso e progressivo da intensidade de umidificação fornecida pelo equipamento.

Com o sistema montado, foram realizados testes funcionais em bancada. Durante os testes, foram programadas variações de umidade para avaliar a resposta do sistema. As leituras dos sensores DHT22 permitiram observar a precisão do controle, o tempo de resposta e a estabilidade da solução implementada, fornecendo dados importantes para a validação da proposta.

Resultados e discussões

A implementação do sistema mostrou-se eficaz sob diversos aspectos. As peças impressas em 3D garantiram um acoplamento firme entre o servo motor e o eixo do potenciômetro, demonstrando bom desempenho ao longo de ciclos repetidos de operação. Nas figuras 3 e 4, é possível verificar a posição e fixação de cada peça no sistema. Durante os testes, observou-se que o controle exercido pelo servo motor sobre o potenciômetro foi consistente, permitindo ajustes confiáveis da intensidade de umidificação conforme a variação das condições do ambiente monitoradas pelos sensores.

Figura 3 e 4 - Peças impressas acopladas ao sistema.



Fonte: Dos autores.

A faixa de controle obtida manteve-se dentro dos parâmetros recomendados para incubadoras neonatais, atendendo às exigências de segurança e estabilidade necessárias para esse tipo de aplicação. Além disso, o uso da impressão 3D mostrou-se uma alternativa viável para o desenvolvimento de soluções biomédicas de baixo custo, permitindo personalização das peças conforme a necessidade do sistema e facilitando ajustes rápidos durante o processo de prototipagem.

Esses resultados indicam que a integração entre a automação eletrônica e a adaptação mecânica via impressão 3D foi bem-sucedida, reforçando a viabilidade da

proposta como uma solução prática e acessível para ambientes clínicos que demandam controle preciso de umidade.

Considerações finais

A implementação do sistema mostrou-se eficaz sob diversos aspectos. As peças projetadas e impressas em 3D garantiram um acoplamento firme entre o servo motor e o eixo do potenciômetro, demonstrando bom desempenho ao longo de ciclos repetidos de operação. A impressão 3D FDM em PLA mostrou-se viável para produção de peças de fixação mecânicas, aliando baixo custo e rapidez de prototipagem. Durante os testes, observou-se que o controle exercido pelo servo motor sobre o potenciômetro foi consistente, permitindo ajustes confiáveis da intensidade de umidificação conforme a variação das condições do ambiente monitoradas pelos sensores, dentro da faixa exigida pelas normas vigentes. A integração com o microcontrolador e sensores provou-se estável, simples de replicar e passível de futura automação completa do sistema. Trabalhos futuros podem incluir testes em condições mais próximas do uso real, bem como a investigação de métodos avançados de controle para o sistema de umidificação.

Referência ao fomento recebido

Este projeto foi financiado pelo Edital de Pesquisa 13/2023, IFSC Câmpus Itajaí.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR IEC 601-2-19: Equipamento eletromédico – Parte 2: Prescrições particulares para segurança de incubadoras para recém-nascidos.* Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

BRITO NETO, José de Oliveira. *Controle multivariável de temperatura e umidade aplicado em incubadoras neonatais.* 2010.

COSTA, Enilson José Lima. *Análise crítica de incubadoras neonatais a partir de medições de parâmetros dos ambientes interno e externo.* 2009.

GRUPO DE PESQUISA EM AUTOMAÇÃO, CONTROLE E ROBÓTICA. *Controle de incubadora neonatal.* Disponível em: https://gpar.ufc.br/?page_id=981. Acesso em: 5 jul. 2024.

IAIONE, Fábio et al. *Desenvolvimento de equipamento eletrônico para ensaio de incubadoras infantis.* 1999.

ZANQUETTA, T. Q. et al. *Estudo e implementação de módulo de umidificação de uma incubadora neonatal microcontrolada.* Itajaí: Instituto Federal de Santa Catarina, 2023. Projeto financiado pelo Edital de Pesquisa 13/2023.

Desenvolvimento de software de auxílio gestacional

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: G. C. SCHOLL¹; E. L. SILVA², C. M. GARCIA³.

Resumo:

O uso de aplicativos voltados aos cuidados com saúde de um modo geral tem crescido nos últimos anos com a popularização de tecnologias móveis. Neste contexto, está sendo realizada uma pesquisa que tem como objetivo geral a criação de um aplicativo móvel que auxilia mães e gestantes a terem um espaço de acolhimento seguro e informativo. Espera-se, como resultados, entender as necessidades, expectativas e limitações vivenciadas no dia a dia de gestantes, de tal forma que o aplicativo criado possa servir como instrumento de comunicação entre elas e com atendimento especializado. Trata-se de uma pesquisa caracterizada como natureza aplicada, com fins explicativos, abordagem mista (quantitativa e qualitativa) e o método é uma proposição de planos e programas. Para o propósito deste trabalho ora apresentado, são elencados o referencial teórico da pesquisa e os resultados esperados, o que torna este trabalho bibliográfico.

Palavras-chave: aplicativo móvel; gestantes; pré-natal; maternidade;

Introdução

Esta é uma pesquisa que faz parte de um trabalho de conclusão de curso do bacharelado em Sistemas de Informação do IFSC Câmpus Caçador e está em andamento. Portanto, neste documento são apresentados resultados parciais.

Nos últimos anos, o avanço da tecnologia tem transformado profundamente a maneira como as pessoas buscam informações, especialmente em momentos nos quais a busca se faz necessária diante de grande impacto emocional e físico, como a gestação e a maternidade. Para muitas mulheres, esse período representa uma fase de grandes desafios e descobertas, quando o acesso às informações confiáveis e a possibilidade de compartilhar experiências com outras mães se tornam essenciais para enfrentar os desafios e promover o bem-estar.

¹ Estudante do curso de Sistemas de Informação do Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Caçador, guilherme.cs2001@aluno.ifsc.edu.br.

² Professor do Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Caçador, eli.lopes@ifsc.edu.br.

³ Professor do Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Caçador, cristiano.garcia@ifsc.edu.br.

Uma das grandes tendências tecnológicas no cenário atual é a forte utilização de aplicativos móveis para cuidados de saúde em geral. Estudos mostram que aplicativos móveis voltados para gestantes podem ter impactos extremamente positivos no ciclo gestacional e na maternidade (Silva *et al.*, 2019; Souza *et al.*, 2021). Ainda, Silva *et al.* (2019) e Souza *et al.* (2021) destacam que ferramentas tecnológicas podem contribuir significativamente para a adesão ao pré-natal, facilitar a comunicação com profissionais de saúde e incentivar práticas saudáveis, como o controle do peso e a suplementação adequada. Além disso, o uso desses aplicativos auxilia no monitoramento de condições como hipertensão e sobrepeso, reduzindo os riscos associados à morbimortalidade (combinação de morbidade ou doenças, com mortalidade, morte) materna e neonatal.

O objetivo da pesquisa que está em andamento, é a criação de um aplicativo móvel que auxilia mães e gestantes a terem um espaço de acolhimento seguro e informativo, nomeado de Amar&Gestar.

Fundamentação teórica

A assistência pré-natal é um dos componentes fundamentais de atenção referente à saúde das mulheres no período gestacional (Viellas *et al.*, 2014). Segundo recomendações do Ministério da Saúde, a assistência pré-natal deve incorporar condutas acolhedoras, ações educativas, ações preventivas e sem intervenções desnecessárias, procurando o pré-natal até a 12^a. semana de gestação (Brasil, 2024a). O Sistema Único de Saúde (SUS) oferece diversos serviços para o cuidado da gestante no Brasil, dentre os quais, o pré-natal, embora algumas gestantes não realizem os exames e práticas necessárias durante a gestação.

Em 2011 foi lançada a Rede Cegonha, com o objetivo de combater desigualdades com e cuidados integrais e humanizados durante a gravidez e o parto. Ela teve um papel importante durante seu período de execução, porém com uma forte necessidade de que estratégias governamentais de cuidado e humanização fossem aprimoradas e que o acesso à informação fosse democratizado. Em 2024 surgiu a Rede Alyne, que visa ampliar o acesso esse acesso para gestantes com vulnerabilidade social e diminuir os casos de morte gestacional por meio da gestação humanizada (Minayo; Gualhano, 2021).

A Rede Alyne é uma política pública lançada pelo Governo Federal em 2024, com o objetivo de reestruturar, reorganizar e modernizar a assistência materna no Brasil e

substituir a Rede Cegonha (Brasil, 2024b). A iniciativa teve inspiração e pontapé inicial por conta da tragédia no caso de Alyne Pimentel, cuja morte durante a gestação levou a graves falhas no sistema de saúde obstétrica brasileiro.

De acordo com Tintori *et al.* (2022), estratégias de qualificação da assistência e uso de ferramentas informativas têm se mostrado essenciais para engajar gestantes nos cuidados pré-natais. O estudo evidencia que o acesso às informações claras e por sistemas bem-organizados de saúde são determinantes na identificação precoce de fatores de risco, além do aumento da adesão das gestantes às consultas e aos cuidados médicos. O uso de Sistemas Informatizados em Saúde (SIS), como prontuários eletrônicos e aplicativos móveis, pode ser integrado ao acompanhamento pré-natal para melhorar o monitoramento das gestantes. Os SIS são “componentes inter-relacionados que coletam, processam, armazenam e distribuem a informação para apoiar o processo de tomada de decisão e auxiliar no controle das organizações de saúde” (Marin, 2010, p. 21).

Em conjunto com SIS, os sistemas colaborativos têm emergido como uma solução eficaz no contexto da saúde, facilitando a integração entre os profissionais de saúde e as gestantes. Essa abordagem permite o compartilhamento dinâmico de informações, o que contribui significativamente para a construção de um conhecimento conjunto e para a tomada de decisões mais informadas (Pimentel; Gerosa; Fuks, 2011).

A implementação de sistemas colaborativos é fundamental, pois possibilita a verificação constante da precisão dos dados e a correção de eventuais inconsistências. A integração de plataformas digitais, como aplicativos móveis, também desempenha um papel essencial na melhoria da qualidade dos dados. Essas ferramentas não apenas ajudam a monitorar a saúde das gestantes, mas também oferecem um espaço para o aprendizado contínuo, proporcionando informações vitais e incentivando uma participação ativa das gestantes no cuidado de sua saúde.

Além disso, a colaboração entre profissionais de saúde, como médicos e enfermeiros obstétricos, e profissionais de tecnologia, é essencial para superar as barreiras que ainda existem para a implementação eficaz dessas abordagens. Lima *et al.* (2023) ressaltam que, para que as tecnologias móveis sejam bem-sucedidas, é necessário um esforço conjunto para criar soluções que atendam às necessidades reais das gestantes, ao mesmo tempo que respeitem as particularidades de cada contexto cultural e social. Essa colaboração garante que as ferramentas tecnológicas não apenas

complementam o atendimento tradicional, mas também potencializam a qualidade do cuidado oferecido às mulheres durante esse período crítico da gestação e do pós-parto.

Procedimentos metodológicos

Em relação ao objetivo, a pesquisa realizada para o desenvolvimento do aplicativo Amar&Gestar se enquadra no que Gil (2010) descreveu como uma pesquisa explicativa. Do ponto de vista da natureza, está sendo desenvolvida uma pesquisa aplicada (Barros; Lehfeld, 2007). Em relação a abordagem de acordo com Martins e Theóphilo (2009) a abordagem mista é classificada em um contexto em que é realizado pesquisas tanto qualitativas quanto quantitativas. Quanto ao método, ou estratégia de pesquisa, é considerada uma proposição de planos e programas, quando apresenta uma solução para um problema já diagnosticado anteriormente (Martins; Theóphilo, 2009). Para este artigo, considera-se que o método é bibliográfico.

Resultados e discussões

Até o presente momento, foi realizado o levantamento bibliográfico e elaborado um esboço de um questionário a ser aplicado com gestantes, para entender as funcionalidades essenciais para o aplicativo. Dentre as questões levantadas, estão aspectos como: tipos de conteúdo que elas consideram necessários e úteis; funções que esperam de um aplicativo para ajuda nos cuidados com a criança e na gestação; as maiores dúvidas que tiveram na gestação, em especial na primeira; dentre outros.

Considerações finais

Até o momento foi possível entender os principais aspectos no contexto da gestação e maternidade no Brasil, o próximo passo será entender em um contexto local quais as principais necessidades que podem ser atendidas através de um aplicativo para auxílio gestacional para chegarmos em um resultado concreto no aprimoramento da gestação no Brasil.

Referências

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

BRASIL. Ministério da Saúde. **Saúde de A a Z: pré-natal**. [2024a]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/g/gravidez/pre-natal>. Acesso em: 15 jan. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Rede Alyne: conheça a história da jovem negra que deu nome ao novo programa de cuidado integral à gestante e bebê**. [2024b]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2024/setembro/rede-alyne-conheca-a-historia-da-jovem-negra-que-deu-nome-ao-novo-programa-de-cuidado-integral-a-gestante-e-bebe>. Acesso em: 15 jan. 2025.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LIMA, K. V. C. R. *et al.* O impacto da tecnologia educacional mobile na fase gestacional: Uma revisão narrativa. **Revista Multidisciplinar em Saúde**, v. 4, n. 3, p. 21719, 2023. ISSN 2675-8008. Disponível em: <https://www.revistamultidisciplinar.com.br>. Acesso em: 25 jan. 2025.

MARIN, H. d. F. Sistemas de informação em saúde: considerações gerais. **Journal of Health Informatics**, v. 2, n. 1, 2010.

MARTINS, G. A.; THEÓPHILO, C. R. **Metodologia de investigação científica para as ciências sociais aplicadas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MINAYO, M. C.; GUALHANO, L. Rede cegonha: Nascer sob a proteção do sus. **SciELO em Perspectiva**, SciELO Brasil, São Paulo, SP, Brasil, N/A, n. N/A, p. N/A, 2021. ISSN N/A. Disponível em: <https://pressreleases.scielo.org/blog/2021/03/24/rede-cegonha-nascer-sob-a-protecao-do-sus/-do-sus/>. Acesso em: 6 dez. 2024.

PIMENTEL, Mariano; GEROSA, Marco Aurélio; FUKS, Hugo. Sistemas de comunicação para colaboração. **Sistemas Colaborativos**, v. 1, p. 65-93, 2011.

SILVA, R. M. *et al.* Uso da tecnologia móvel para o cuidado gestacional: avaliação do aplicativo Gestação. **Revista Brasileira de Enfermagem**, n. 72, p. 279-286, 2019.

SOUZA, M. L. C. *et al.* Eficácia de aplicativo móvel na adesão de gestantes às consultas de pré-natal: ensaio clínico randomizado. **Revista Brasileira de Enfermagem**, n. 72, e20190599, p. 1-8, 2021.

TINTORI, J. A. *et al.* Epidemiologia da morte materna e o desafio da qualificação da assistência. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 35, p. eAPE00251, 2022.

VIELLAS, E. F. *et al.* Assistência pré-natal no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Fiocruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, v. 30, n. Suppl 2, p. S85–S100, 2014.

DESENVOLVIMENTO DE UMA APLICAÇÃO EM LABVIEW PARA MONITORAMENTO DE UMA BANCADA DIDÁTICA

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: D. BRUXEL¹; R. LOBATO²; H. ÁVILA³; R. MILHOMEM⁴.

Edital no 03/2024/PROPI/DAE
Projeto de Pesquisa

Resumo:

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma aplicação interativa em LabVIEW para uma planta didática de escoamento de fluidos, composta por dois tanques e uma bomba. O objetivo foi integrar a DAQ NI cRIO-9073 à planta, permitindo o monitoramento em tempo real do nível do tanque superior, medido por um sensor ultrassônico, e o controle manual da bomba. A aquisição do sinal do sensor foi feita por meio das entradas analógicas da DAQ, enquanto os comandos de acionamento da bomba foram enviados através de uma saída digital conectada ao CLP. A aplicação, estruturada como uma máquina de estados, registra os dados em arquivo de texto e os exibe graficamente para o usuário, permitindo-o realizar ensaios na bancada.

Palavras-chave: Bancada didática; Instrumentação; LabView; Controle de nível;

Introdução

No ensino de engenharia, o aluno é exposto a uma ampla gama de conceitos, teorias e deduções que fundamentam os diversos campos da área. No entanto, a falta de experiência prática pode trazer algumas dificuldades na transição para a indústria, já que muitos desses conhecimentos precisam ser aplicados em situações reais.

Nesse contexto, entende-se que a integração entre a teoria e a prática no ensino de Engenharia se configura como um aspecto de extrema importância para a consolidação do conhecimento. Dessa forma, o presente trabalho se fundamenta na pesquisa e implementações em uma planta didática de escoamento de fluidos, voltada ao

¹ Estudante do curso Engenharia de Controle e Automação IFSC/Chapecó, denian.gb@aluno.ifsc.edu.br

² Estudante do curso Engenharia de Controle e Automação IFSC/Chapecó, raian.lv19@aluno.ifsc.edu.br

³ Docente do curso Engenharia de Controle e Automação do IFSC Campus Chapecó, heron.avila@ifsc.edu.br.

⁴ Docente do curso Técnico de Refrigeração e Climatização do IFSC Campus São José, romulo.milhomem@ifsc.edu.br

ensino e à experimentação prática, com o objetivo de proporcionar aos alunos uma vivência aplicada dos conteúdos abordados em sala de aula, preenchendo essa lacuna.

O presente trabalho tem o intuito de integrar uma placa de aquisição de sinais à planta didática, a fim de coletar as leituras do sensor de nível. O objetivo principal é o desenvolvimento de uma interface em LabVIEW para o tratamento e visualização contínua dessas variáveis, permitindo o monitoramento em tempo real do nível do tanque superior.

Fundamentação teórica

A construção e utilização de uma planta didática para ensino e pesquisa em Engenharia de Controle e Automação, como descrito na introdução, fundamentam-se na necessidade de alinhar a formação acadêmica às demandas do mercado de trabalho contemporâneo, conforme preconizado pela Resolução Nº 2, de 24 de abril de 2019, do Conselho Nacional de Educação (CNE).

A bancada didática, desenvolvida por Buso (2025), é um protótipo composto por dois tanques, um inferior e outro superior. A variável controlada é o nível (em mm) do tanque superior, medido por um sensor ultrassônico. O processo inicia com o acionamento de uma bomba que transfere o fluido do tanque inferior para o superior, de onde ele retorna por gravidade. Um CLP obtém a leitura do nível medido, processa a lógica de controle e determina a velocidade ideal da bomba. Essa velocidade é convertida em sinal analógico, enviado a um inversor de frequência que ajusta a rotação da bomba.

A placa que será integrada ao projeto é a NI cRIO-9073, um controlador embarcado projetado para aplicações de controle avançado e monitoramento em tempo real. Este dispositivo possui um processador dedicado para execução determinística e suporta programação por meio da interface FPGA. Em termos de conectividade, a cRIO-9073 conta com uma porta Ethernet para comunicação em rede e uma porta serial.

LabVIEW, desenvolvido pela National Instruments, é um ambiente de programação visual usado para aquisição de dados, controle de instrumentos e automação, popular em engenharia e pesquisa. Sua linguagem, chamada G, é gráfica e orientada a fluxo de dados, onde programas são criados conectando blocos funcionais (VIs) em diagramas, facilitando a integração com hardware.

Procedimentos metodológicos

O desenvolvimento do projeto foi dividido em etapas, iniciando com uma avaliação estrutural da bancada, a fim de identificar e corrigir possíveis falhas nos aspectos mecânicos e elétricos. A seguir foi iniciado o estudo do software LabVIEW e de sua linguagem gráfica, além da familiarização com a placa de aquisição de sinais NI cRIO-9073.

As etapas do projeto foram divididas da seguinte forma:

- 1) Avaliação da parte mecânica e elétrica da bancada e ajustes;
- 2) Realização de testes para garantir o funcionamento adequado ou esperado;
- 3) Estudo do software LabView e a sua linguagem de programação gráfica;
- 4) Compreensão do funcionamento da placa de aquisição de sinais (DAQ) NI-cRio 9073;
- 5) Desenvolvimento da aplicação com uma interface para o monitoramento contínuo das variáveis de nível, integrando a DAQ com a bancada didática;

Resultados e discussões

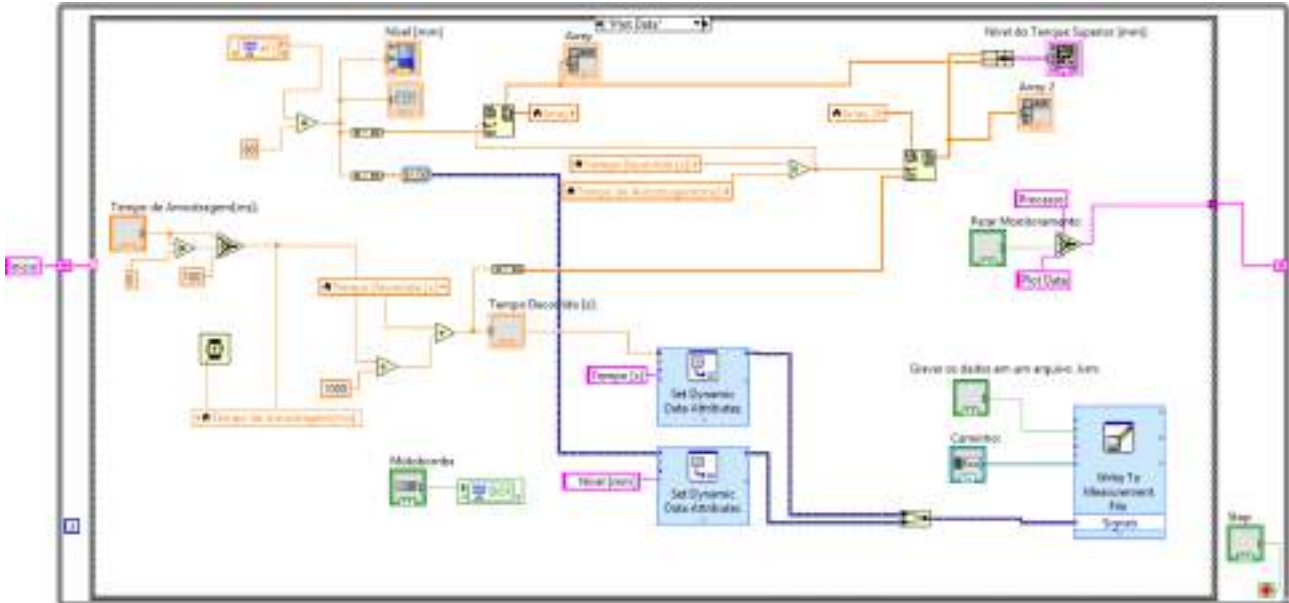
A programação foi desenvolvida no software LabVIEW, utilizando linguagem gráfica, e a estrutura do programa baseia-se em uma máquina de estados, técnica que organiza o fluxo da aplicação em estados distintos, cujas transições dependem das entradas do usuário ou de condições previamente estabelecidas.

Um dos estados implementados é o “Processo”, no qual o sistema permanece aguardando um comando do usuário para iniciar o monitoramento e acionar a bomba. Após esse comando, o programa avança para o estado “Plot Data”, que contém a lógica responsável por registrar as leituras dos ensaios em um arquivo de texto, criar vetores de tempo e de leitura do sensor, e enviar essas informações como entrada para um gráfico XY (XY Graph), possibilitando a visualização em tempo real dos dados na tela da aplicação.

Na aba de projeto, ao adicionar a DAQ, os blocos das I/Os ficam disponíveis. Para obter o sinal do sensor de nível, foi utilizado o bloco 'AI1', que lê a entrada analógica e permite usar essa informação no código. Para enviar o comando de acionamento da

bomba, foi usado o bloco 'DO1', ligado a uma saída digital, que é ativada por um botão na interface.

Figura 1 – Diagrama de Blocos do evento “Plot Data”



Fonte: Autoria Própria

Na Figura 2, é apresentado o Front Panel da aplicação desenvolvida no LabVIEW, que permite a visualização gráfica da leitura atual do nível do tanque, além de botões para gravação dos dados e envio de comandos à bancada para o acionamento da motobomba.

Figura 2 – Tela de monitoramento da variável de nível no LabVIEW



Fonte: Autoria Própria

Figura 3 – Interligação da DAQ com a Planta Didática



Fonte: Autoria Própria

Considerações finais

Utilizando o software LabVIEW, foi desenvolvido com êxito uma aplicação interativa capaz de registrar dados, exibi-los graficamente e permitir o envio de comandos à planta. A DAQ foi integrada ao sistema conectando o sensor de nível ao módulo de entrada analógica e para o comando de acionamento e desligamento da bomba a uma saída digital, que se comunica diretamente com o CLP. Nesta primeira etapa, a integração contempla apenas o controle manual da bomba e a aquisição das leituras do sensor de nível. Esse projeto está em desenvolvimento, futuramente pretende-se substituir completamente o CLP pela DAQ, com a implementação dos controladores de nível e, posteriormente, de temperatura, assim que for instalada uma resistência elétrica.

Referência ao fomento recebido

Agradecimentos destinados ao fomento pelo Edital n° 03/2024/PROPI/DAE.

Referências

BUSO, Matheus; ÁVILA, Heron. *Desenvolvimento de uma planta didática de escoamentos de substâncias líquidas para ensino e pesquisa em controle e automação*. Instituto Federal de Santa Catarina. Chapecó. Artigo em preparação, [s.d.]
 NATIONAL INSTRUMENTS. What is Labview?. Disponível em: <https://www.ni.com/pt-br/shop/labview.html> . Acesso em: 2 de maio de 2025

DESENVOLVIMENTO DE UM ALVO DE ALIJAMENTO NA UNITY PARA CÂMERA DE DRONES

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: G. RAMIRES¹; F. SILVEIRA²; L. SEBASTIÃO³; L. BARON⁴.

Projeto de Ensino, Pesquisa e Extensão

Resumo:

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um alvo de alijamento virtual utilizando a plataforma Unity, com o objetivo de auxiliar no pouso preciso de drones. O sistema proposto cria e centraliza a posição de uma cruzeta ajustável na imagem gerada pela câmera por meio de um aplicativo e conecta na câmera embarcada no drone, permitindo a correção da trajetória durante a aproximação para o pouso. Essa abordagem visa aumentar a precisão do pouso mesmo a partir de distâncias consideráveis, permitindo o posicionamento da câmera em qualquer parte do drone, contribuindo para a segurança e a eficiência em operações com visões reduzidas.

Palavras-chave: alvo de alijamento; drones ; unity ; aplicativo ; câmera.

Introdução

O trabalho aborda o desenvolvimento de um alvo de alijamento com o objetivo de auxiliar na realização de pousos mais precisos de drones. A crescente utilização de drones em atividades civis, comerciais e acadêmicas demanda soluções que garantam maior precisão e segurança durante manobras críticas, como o pouso. No entanto, identificou-se a ausência de mecanismos eficazes para a centralização da câmera embarcada, dificultando o alinhamento visual com o ponto de aterrissagem em voos de operações com visões reduzidas. Diante dessa lacuna, propôs-se a criação de um aplicativo, desenvolvido na plataforma Unity, capaz de gerar uma cruzeta ajustável na tela, indicando o centro da imagem captada pela câmera do drone. Tal solução busca

¹ Gabriel de Souza Ramires estudante do curso de Engenharia Eletrônica do Instituto Federal de Santa Catarina, e-mail para contato: gabriel.sr16@aluno.ifsc.edu.br

² Felipe Alves da Silveira estudante do curso de Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Santa Catarina, email para contato: felipe.ads@ifsc.aluno.edu.br

³ Leandro de Medeiros Sebastião professor do departamento de eletrotécnica (DAE) do Instituto Federal de Santa Catarina, e-mail para contato: leandro.medeiros@ifsc.edu.br

⁴ Luiz Carlos Baron servidor do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAE) do Instituto Federal de Santa Catarina, e-mail para contato: luiz.baron@ifsc.edu.br

aprimorar a percepção espacial do operador e, conseqüentemente, a precisão da aterrissagem. Este trabalho também representa um esforço integrado entre ensino, pesquisa e extensão, ao envolver o desenvolvimento de soluções tecnológicas aplicadas, contribuindo para a formação acadêmica crítica e o avanço do conhecimento técnico na área.

Fundamentação teórica OU Descrição do público envolvido

Os drones, têm se expandido significativamente em diversas áreas, a precisão nas operações de pouso é crucial para a segurança e eficácia no pouso. Os drones tornaram-se ferramentas versáteis em diversas áreas, incluindo atividades educacionais e competições acadêmicas. Um exemplo relevante desse uso é o regulamento da competição DronIFSC 2025, promovida pelo Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), que orienta a construção e programação de drones com foco em desafios técnicos e pedagógicos. Entretanto, a ausência de mecanismos eficazes para a centralização da câmera embarcada pode comprometer a precisão durante o pouso, especialmente em voos de operações com visões reduzidas.

A utilização de plataformas de desenvolvimento como o Unity tem se mostrado eficaz na criação de interfaces gráficas interativas que auxiliam na operação remota de equipamentos. Machado (2014) destaca que o desenvolvimento com o Unity possibilita a produção de simuladores 3D interativos, servindo como facilitadores de aprendizado e prática em diversas áreas. A integração de elementos gráficos auxiliares, como cruzetas ajustáveis na tela, pode otimizar a orientação espacial do operador e reduzir a margem de erro nas manobras finais do voo.

Este trabalho teve o desenvolvimento realizado por estudantes de graduação em Engenharia Eletrônica e Elétrica no âmbito de atividades integradoras entre ensino, pesquisa e extensão. A proposta envolveu a aplicação prática de conhecimentos adquiridos em laboratório, sob a orientação de um docente, promovendo a interdisciplinaridade entre programação, eletrônica embarcada e sistemas de visualização computacional na Unity. O público-alvo abrange os operadores de drones que participarão da competição, que podem se beneficiar da tecnologia desenvolvida.

Procedimentos metodológicos

A pesquisa adotou uma abordagem aplicada, com caráter experimental e desenvolvimento tecnológico. O objetivo principal foi criar uma ferramenta visual que auxilie na melhoria da precisão de pouso de drones, por meio da inserção de um alvo de alijamento na interface de vídeo capturada pela câmera do equipamento.

A plataforma utilizada para o desenvolvimento do protótipo foi o Unity, um ambiente de desenvolvimento integrado amplamente empregado na criação de jogos e aplicações interativas tridimensionais. A escolha por essa ferramenta se deve à sua capacidade de integração com dispositivos de captura de imagem, permitindo o uso de fluxos de vídeo em tempo real no ambiente da aplicação, como é o caso da operação de drones.

Inicialmente, implementou-se no aplicativo a funcionalidade de exibição da imagem da câmera do drone com a sobreposição de uma cruzeta central. Essa marcação visual foi projetada como referência para auxiliar o operador no alinhamento da aeronave durante as manobras de pouso. No entanto, os testes realizados em campo evidenciaram uma discrepância entre o centro da imagem da câmera e o centro físico da estrutura do drone, o que limitava a eficácia da proposta inicial.

Para solucionar essa limitação, foi implementada uma funcionalidade adicional no aplicativo, permitindo o ajuste manual da posição da cruzeta na interface gráfica. Dessa forma, o operador pode reposicionar a cruzeta conforme necessário, com base na observação direta do comportamento do drone em voo, ajustando-o até que a referência visual coincidissem com o centro físico da aeronave.

As etapas do projeto envolveram pesquisa sobre integração de vídeo em Unity, desenvolvimento iterativo do software, testes práticos com o drone em ambiente controlado e ajustes baseados no feedback obtido. O desenvolvimento foi realizado por estudantes do curso de graduação em Engenharia Eletrônica e Elétrica, com orientação docente, caracterizando uma prática integrada entre ensino, pesquisa e extensão. A atuação colaborativa da equipe permitiu a construção de conhecimento aplicado, associado ao aprimoramento de habilidades práticas e ao atendimento de uma demanda concreta relacionada à operação de drones.

Resultados e discussões

A aplicação desenvolvida atendeu ao objetivo principal do projeto: oferecer uma ferramenta visual de auxílio ao pouso remoto de drones. Na figura 1, é possível observar no centro da imagem a pequena cruzeta criada virtualmente via software.

Figura 1 - Interface do aplicativo com cruzeta virtual centralizada em voo



Fonte: Elaborado pelo autor.

O uso da plataforma Unity mostrou-se eficaz para esse tipo de desenvolvimento, uma vez que permitiu rápida prototipagem e integração da webcam do drone, e os testes em campo comprovaram a utilidade prática da ferramenta. A precisão dos pousos melhorou, e os operadores relataram maior facilidade em alinhar o drone com o ponto de pouso. O produto gerado, um aplicativo funcional de apoio visual ao pouso, representa uma contribuição direta à operação segura de drones, podendo ser expandido para outras funcionalidades futuras, como integração com sensores de distância.

Considerações finais

Os objetivos propostos neste trabalho foram alcançados com êxito. A criação de um alvo de alijamento ajustável, sobreposto à imagem da câmera do drone por meio de uma aplicação desenvolvida na plataforma Unity, demonstrou ser uma solução funcional para melhorar a precisão em pousos. A implementação da cruzeta ajustável atendeu à demanda identificada na fase inicial do projeto, solucionando a dificuldade em identificar com exatidão o centro físico do drone por meio da câmera embarcada.

Durante o desenvolvimento, optou-se por uma abordagem iterativa e prática, com ciclos de testes e melhorias, o que se mostrou adequado para um projeto com natureza experimental. Essa escolha metodológica possibilitou não apenas a identificação de

falhas técnicas, mas também o aperfeiçoamento contínuo da aplicação com base em testes reais e no feedback da equipe.

A atividade teve grande relevância para a formação profissional dos estudantes envolvidos, pois promoveu o contato direto com tecnologias aplicadas, resolução de problemas reais e desenvolvimento de soluções práticas. Foram enfrentadas dificuldades relacionadas à integração da câmera, alinhamento visual e adaptação da interface, mas todas foram superadas com colaboração entre os participantes e apoio docente. Entre os principais alcances, destacam-se a entrega de um produto funcional, o desenvolvimento de habilidades técnicas em Unity e o fortalecimento do trabalho em equipe.

Quanto ao princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, este foi plenamente vivenciado ao longo do projeto. O trabalho envolveu pesquisa sobre tecnologias e soluções similares, ensino aplicado com orientação de professores e troca de saberes, e gerou um produto passível de ser compartilhado com a comunidade em futuros eventos, e permitindo aplicar em diferentes modelos de drones futuramente.

Referência ao fomento recebido

Este trabalho foi viabilizado com apoio do Câmpus Florianópolis do IFSC, com a viabilização de espaço físico para as atividades do Laboratório de Drones e destaque para o DAE (Departamento Acadêmico de Eletrotécnica) que fornece a infraestrutura complementar do laboratório. Registra-se também o apoio da FEESC (Fundação Stemmer para Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação), por meio do edital “Conexões para Inovar”, que contemplou a equipe de drones do Câmpus Florianópolis nos anos de 2024 e 2025;

Referências

MACHADO, M. A. A integração pedagógica na elaboração de um jogo digital. **Revista Principia**. disponível em:

<<https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/3850/1266>> Acesso em 19 abr. 2025

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Regulamento DronIFSC 2025**. Disponível em: <<https://www.ifsc.edu.br/sepei/regulamentos>> acesso em 21 de abr. 2025

Desenvolvimento de um Chatbot Educacional com IA utilizando a Arquitetura RAG

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: J. ROCHINSKI¹; B. VELLOSO²; I. MORIGI³; M. AMARAL⁴; R. MEDINA⁵; V. SOUZA⁶

Projeto de Ensino e Pesquisa

Resumo:

Agentes de inteligência artificial (IA) são sistemas capazes de perceber, interpretar e agir sobre ambientes digitais ou físicos de maneira autônoma, contribuindo significativamente para a automação de processos. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um protótipo de um chatbot inteligente, baseado na arquitetura RAG (Retrieval-Augmented Generation), para atendimento a alunos dos cursos EAD do IFSC. A proposta visa automatizar respostas a dúvidas frequentes sobre disciplinas, utilizando documentos fornecidos pelos próprios professores como fonte principal de conhecimento. O agente é desenvolvido em Python, com suporte das tecnologias LangChain para orquestração do fluxo de dados, Qdrant como banco de dados vetorial e Modelo de IA LLaMA, o que permite a recuperação eficiente de informações contextuais. A IA é treinada com materiais oficiais das disciplinas — como slides, PDFs e textos — garantindo alinhamento pedagógico. O chatbot está sendo preparado para integração ao Moodle, otimizando o suporte ao aprendizado e reduzindo a sobrecarga de atendimento dos docentes.

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Agente de IA; EAD; Suporte educacional; Chatbot.

Introdução

Com a expansão dos cursos a distância (EAD) e o crescente volume de interações nos ambientes virtuais de aprendizagem, surge a necessidade de soluções que agilizem o atendimento aos alunos e reduzam a sobrecarga dos docentes. Nesse contexto, agentes de inteligência artificial (IA) oferecem uma alternativa eficaz ao possibilitarem a automatização de tarefas repetitivas e o suporte individualizado. Este trabalho propõe o desenvolvimento de um chatbot especializado nas disciplinas do IFSC, utilizando a arquitetura RAG (Retrieval-Augmented Generation) para garantir precisão e

¹ Estudante do curso Gestão da Tecnologia da Informação do IFSC, joao.vrv2000@aluno.ifsc.edu.br.

² Servidor DAGCTC campus Florianópolis/Gestão do conhecimento do IFSC, bruno.velloso@ifsc.edu.br.

³ Estudante do curso Gestão da Tecnologia da Informação do IFSC, iasmin.ms@aluno.ifsc.edu.br.

⁴ Estudante do curso Gestão da Tecnologia da Informação do IFSC, maria.ea12@aluno.ifsc.edu.br.

⁵ Estudante do curso Gestão da Tecnologia da Informação do IFSC, raiza.sm1991@aluno.ifsc.edu.br.

⁶ Estudante do curso Gestão da Tecnologia da Informação do IFSC, vinicius.m28@aluno.ifsc.edu.br.

contextualização nas respostas. O projeto se ancora no princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, ao integrar conhecimento técnico, produção científica e aplicação prática em benefício da comunidade acadêmica.

Fundamentação teórica

A adoção crescente de tecnologias digitais na Educação a Distância (EAD) impulsiona o uso de agentes de inteligência artificial (IA) para oferecer suporte personalizado aos alunos. Esses agentes, sistemas autônomos que percebem o ambiente e tomam decisões para maximizar seus objetivos (Russell e Norvig, 2020), têm sido aplicados como tutores inteligentes, fornecendo feedback imediato e adaptando a experiência de aprendizado (Woolf, 2010). Essa abordagem se alinha ao construtivismo, que valoriza o papel ativo do aluno na construção do conhecimento (Vygotsky, 1987). Para garantir maior precisão nas respostas, adotamos a arquitetura Retrieval-Augmented Generation (RAG), proposta por Lewis et al. (2020). Diferente de modelos puramente generativos, o RAG combina recuperação semântica com geração de texto, utilizando uma base vetorial para selecionar trechos relevantes antes de formular a resposta, reduzindo o risco de "alucinações" — informações plausíveis, mas incorretas (Rajani et al., 2021).

Procedimentos metodológicos

O projeto foi realizado com foco nos cursos de Educação a Distância (EAD) do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), envolvendo professores, alunos e uma equipe de desenvolvimento composta por profissionais e estudantes da área de tecnologia. A metodologia adotada foi iterativa e incremental, permitindo aprimoramentos contínuos com base no feedback dos usuários e no avanço técnico do protótipo. A arquitetura do agente conversacional foi construída com três tecnologias principais: Python, como linguagem principal, por sua compatibilidade com bibliotecas de inteligência artificial, processamento de linguagem natural (NLP) e orquestração de fluxos complexos; LangChain, para coordenar o pipeline RAG (Retrieval-Augmented Generation), integrando a recuperação semântica com a geração de respostas; e Qdrant, banco de dados vetorial que armazena os embeddings dos documentos e possibilita buscas semânticas de alto desempenho. O fluxo metodológico iniciou com a coleta e curadoria dos materiais didáticos de disciplinas selecionadas, baseados em conteúdos fornecidos diretamente

pelos docentes — como PDFs, slides e textos complementares. Esses documentos passaram por pré-processamento textual, sendo transformados em vetores numéricos (embeddings) por meio de modelos de codificação semântica, e armazenados no Qdrant. A recuperação semântica é feita pelo LangChain, que busca os trechos mais relevantes com base na pergunta do usuário, e esses dados são enviados ao modelo de linguagem para gerar uma resposta contextualizada. Para a geração, foi adotado o modelo LLaMA (Large Language Model Meta AI), conhecido por sua arquitetura eficiente e capacidade de ser executado localmente ou em ambientes com controle computacional, o que é vantajoso para projetos educacionais com restrições de infraestrutura e orçamento. Durante os ciclos de validação, testes com perguntas frequentes de alunos permitiram avaliar a clareza e fidelidade das respostas ao conteúdo oficial. Essa etapa foi crucial para ajustar a granularidade dos trechos indexados e melhorar a eficácia da recuperação semântica e da geração textual.

Resultados e discussões

Os primeiros resultados concretos do projeto incluem a interface gráfica funcional do agente de IA, o desenvolvimento de um diagrama de caso de uso e a entrega de uma documentação completa do sistema. Esses componentes iniciais servem tanto para a validação técnica quanto para a comunicação clara com os públicos envolvidos, além de fornecerem um ponto de partida para futuras implementações. A interface gráfica (Figura 1), que simula um ambiente de chat, foi projetada com foco na simplicidade e acessibilidade, permitindo que os alunos façam perguntas e recebam respostas em tempo real. Ela integra o fluxo completo da arquitetura RAG, com a recuperação semântica via Qdrant, a orquestração das etapas de LangChain, e a geração das respostas pelo modelo LLaMA. Durante os testes, a interface foi bem recebida pelos usuários, embora seja necessário aprimorar a interação em casos de entradas errôneas ou ambíguas, além de melhorar a responsividade para diferentes dispositivos.

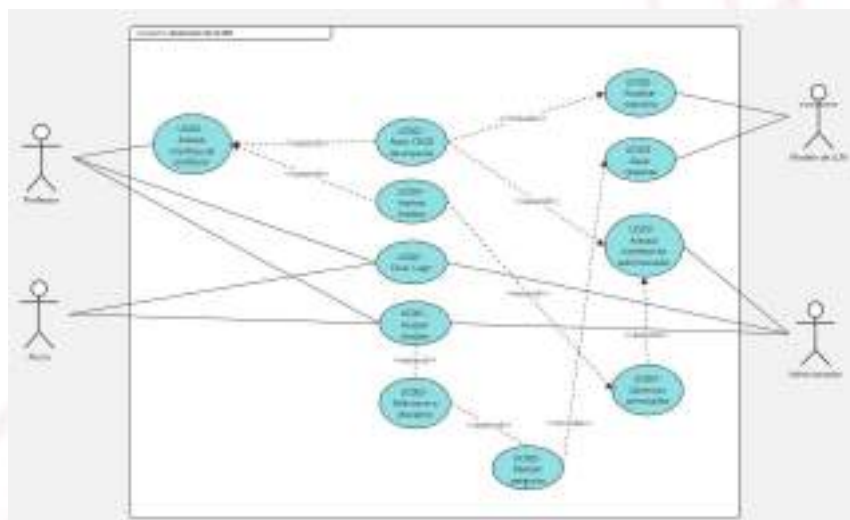
Figura 1 – Conversa com Assistente de IA



Fonte: repositório do github (2025, online).

O diagrama de caso de uso (Figura 2) foi desenvolvido para descrever as interações do sistema de forma clara. Ele inclui os principais atores — "Aluno", "Professor", "Administrador" e o modelo LLM (Large Language Model), que, como componente central da geração de respostas, tem um papel ativo na interação com o sistema. O diagrama mapeia todas as interações principais, como "fazer pergunta", "carregar material didático", "gerar resposta" e "monitorar o desempenho do chatbot". Este diagrama tem sido útil para a equipe de desenvolvimento e os stakeholders, facilitando a compreensão do sistema e a implementação de novas funcionalidades.

Figura 2 – Diagrama UML de caso de uso



Fonte: Documentação [Projeto de Interface de Sistema SISTEMA DE CHATBOT DE IA NO MOODLE](#) (2024, online).

Os testes iniciais foram realizados com materiais didáticos das disciplinas *Introdução à Ciência da Computação*. Os resultados mostraram que, quando os documentos alimentam adequadamente a base vetorial, o sistema consegue gerar respostas relevantes e alinhadas ao conteúdo acadêmico. Contudo, a limitação da base de dados em tópicos específicos fez com que, em alguns casos, o modelo gerasse respostas imprecisas ou generalizadas. Esse comportamento é esperado, dado o modelo RAG, que depende diretamente da cobertura e qualidade dos dados armazenados no banco de vetores. A documentação completa do sistema também foi gerada como parte dos resultados iniciais. Essa documentação contém detalhes cruciais para a continuidade do projeto e futuras manutenções.

Considerações finais

O protótipo desenvolvido demonstrou a viabilidade de aplicar tecnologias de IA para criar um agente inteligente que atende dúvidas em disciplinas EAD do IFSC. A solução promete reduzir a sobrecarga dos professores, automatizando respostas a perguntas frequentes e liberando mais tempo para o acompanhamento pedagógico qualificado. Ao mesmo tempo, o sistema amplia o suporte aos estudantes do ensino remoto, oferecendo atendimento sob demanda alinhado ao conteúdo oficial das disciplinas, o que representa um avanço na inclusão e no fortalecimento da aprendizagem em ambientes virtuais.

Referências

- LEWIS, P. et al. Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks. *Advances in Neural Information Processing Systems*, v. 33, 2020.
- RAJANI, N. F. et al. Measuring and Mitigating Hallucinations in Neural Language Models. *arXiv preprint arXiv:2104.08758*, 2021.
- RUSSELL, S.; NORVIG, P. *Inteligência Artificial*. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2020.
- VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1987.
- WOOLF, B. P. *Building Intelligent Interactive Tutors: Student-centered strategies for revolutionizing e-learning*. Burlington: Morgan Kaufmann, 2010.

DESENVOLVIMENTO DE UM FOGUETE DIDÁTICO PARA OFICINAS EDUCATIVAS

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

**Autores: H. W. O. PEREIRA¹; J. K. de SOUZA²; J. W. SCOTTINI³; M. da S. JUSTINO⁴;
L. R. P. RAUTA⁵; R. BENINCA⁶.**

EDITAL N°29/2024/PROPP/IGAS

Resumo:

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento do foguete educacional Minion-1, criado pelo Grupo de Foguetes do IFSC câmpus Gaspar (GFIG), com foco em atividades de ensino e extensão por meio da construção e lançamento de foguetes didáticos. O objetivo principal é promover o interesse dos estudantes por ciência, tecnologia e engenharia, fortalecendo a integração entre teoria e prática. A metodologia envolveu a concepção, simulação por software (OpenRocket), construção com materiais acessíveis e testes práticos durante oficinas promovidas pelo grupo. O foguete Minion-1 apresenta dimensões de 8,5 cm de comprimento e 1,5 cm de diâmetro, estrutura leve feita de papel e motor de rojão. Os testes demonstraram viabilidade e segurança para aplicação em oficinas educativas, sendo uma ferramenta eficiente de aprendizagem prática. Os resultados destacam o engajamento estudantil e a contribuição do projeto para a formação técnica, promovendo o princípio da dependência entre ensino, pesquisa e extensão por meio da aplicação de conhecimentos multidisciplinares em atividades colaborativas.

Palavras-chave: Minifoguete; Rojão; Oficina; Foguete educacional; Ciência e tecnologia

Introdução

O ensino de ciências e tecnologias enfrenta desafios relacionados à motivação e à compreensão de conteúdos abstratos por parte dos estudantes. Nesse contexto, projetos interdisciplinares que unem teoria e prática tornam-se fundamentais. O Grupo de Foguetes do IFSC câmpus Gaspar (GFIG), criado em 2019, surgiu com a proposta de participar de competições e promover o desenvolvimento técnico e científico dos alunos

¹ Estudante do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas do IFSC – Câmpus Gaspar, helena.w2005@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do curso Técnico Integrado em Química do IFSC – Câmpus Gaspar, julia.ks2009@aluno.ifsc.edu.br.

³ Estudante do curso Técnico Integrado em Química do IFSC – Câmpus Gaspar, julia.w23@aluno.ifsc.edu.br

⁴ Servidor da área de Física do IFSC – Câmpus Gaspar, mauricio.justino@ifsc.edu.br.

⁵ Servidor da área de Informática do IFSC – Câmpus Gaspar, leonardo.rauta@ifsc.edu.br.

⁶ Servidor da área de Informática do IFSC – Câmpus Gaspar, romulo.beninca@ifsc.edu.br.

por meio da construção de foguetes. A proposta do projeto Minion-1 é inserir os estudantes em atividades práticas, desde o planejamento até o lançamento, estimulando o interesse pela engenharia e demais áreas das ciências exatas. O objetivo do trabalho é relatar o desenvolvimento e a aplicação do foguete Minion-1, destacando a contribuição do projeto para a formação dos participantes e para a promoção do princípio da dependência entre ensino, pesquisa e extensão.

Fundamentação teórica/Descrição do público envolvido

O público envolvido no projeto é composto por estudantes dos cursos técnicos integrados em Química e Informática do IFSC câmpus Gaspar, os quais participam ativamente das atividades de construção, testes e oficinas. Além disso, o GFIG realiza oficinas abertas à comunidade e a alunos do ensino fundamental e médio, promovendo atividades práticas com foguetes PET e modelos simplificados como o Minion-1. Essas ações de extensão têm como foco proporcionar o acesso ao conhecimento científico e o estímulo ao protagonismo estudantil.

Procedimentos metodológicos

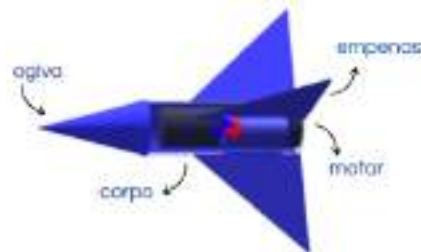
O projeto teve início com o planejamento do foguete, utilizando o software OpenRocket. O OpenRocket é um simulador de modelo de foguete gratuito e completo que permite que você projete e simule seus foguetes antes de construí-los e lançá-los (OpenRocket, s.d). Após o desenvolvimento inicial do projeto, visando facilitar sua aplicação em oficinas educativas, o GFIG optou por um modelo de estrutura simples, leve e de fácil replicação, utilizando papel como material de construção.

O foguete Minion-1, projeto apresentado na Figura 1, foi confeccionado com ogiva, corpo, quatro empenas e motor do tipo rojão, todos adaptados para garantir estabilidade e segurança durante o voo. Com dimensões de 8,5 cm de comprimento e 1,5 cm de diâmetro, o modelo demonstrou excelente desempenho nos testes, alcançando um apogeu de aproximadamente 64 metros e tempo de voo estimado em 13,8 segundos.

Todo o processo de montagem e lançamento seguiu os padrões de segurança e as diretrizes técnicas estabelecidas pelo grupo, garantindo confiabilidade e eficiência no uso educacional. O modelo Minion-1 foi testado em múltiplas oficinas promovidas pelo grupo,

com estudantes de diferentes níveis participando da construção e lançamento. Todas as etapas foram supervisionadas por membros do grupo com maior experiência, estimulando a aprendizagem entre pares e o desenvolvimento de competências técnicas e sociais.

Figura 1 – Projeto do foguete Minion-1 em visão 3D



Fonte: Autores (2025).

Resultados e discussões

Os testes realizados com o Minion-1 (Figura 2) mostraram que o projeto é eficaz como ferramenta didática. O foguete atingiu um apogeu de 64 metros e um tempo de voo estimado de 13,8 segundos, demonstrando desempenho adequado para oficinas educativas. A estrutura leve e o design simples permitiram sua replicação por estudantes com pouco ou nenhum conhecimento prévio em aerodinâmica. Além dos resultados técnicos, o projeto contribuiu significativamente para o engajamento dos estudantes nas áreas de ciências e engenharia, promovendo a interdisciplinaridade e o trabalho colaborativo. O modelo serviu como ponto de partida para discussões sobre física, matemática e tecnologia, além de reforçar a importância da experimentação no processo de aprendizagem.

Figura 2 – Minifoguete Minion-1



Fonte: Autores (2025).

Considerações finais

Os objetivos propostos foram plenamente alcançados, com o desenvolvimento de um foguete funcional, seguro e adequado para fins educativos. A participação dos estudantes em todo o processo fortaleceu sua formação técnica e humana, estimulando o interesse por áreas científicas e tecnológicas. As principais dificuldades enfrentadas foram relacionadas à escolha de materiais e à otimização do projeto, superadas por meio da pesquisa e da troca de experiências entre os integrantes. O projeto Minion-1 se consolidou como exemplo da dependência entre ensino, pesquisa e extensão, demonstrando que práticas educativas interdisciplinares podem ser eficazes e inspiradoras. O grupo vislumbra a continuidade e ampliação dessas atividades, com o desenvolvimento de novos modelos e oficinas voltadas à comunidade.

Referência ao fomento recebido

Os autores agradecem o apoio recebido pelos editais EDITAL N°29/2024/PROPII/GAS e Chamada Pública Interna No 01/2025 - Apoio À Participação Em Eventos Por Discentes Do Câmpus Gaspar do IFSC.

Referências

OPENROCKET. Open-source model rocket simulation software. **OpenRocket**, s.d. Disponível em: <https://openrocket.info/> . Acesso em: 28 abr. 2025.

CORRÊA, A.C.L.; ZUCHI, E.L.; FISCHER, M.J.; BATSCHAUER, D.V.; RIBEIRO, M.M.; RAUTA, L.R.P.; JUSTINO, M.. Desenvolvimento de foguetes de baixa altitude para auxiliar no ensino. **Anais do XII Computer On The Beach** - Cotb '21, [S.L.], p. 547-550, 29 abr. 2021. Universidade do Vale do Itajaí. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14210/cotb.v12.p547-550>. Acesso em: 30 abr. 2025.

KNOP, G. N.; PEREIRA, H. W. O.; DIAS, V. M.; RAUTA, L; JUSTINO, M. S.; BENINCA, R. A.; Análise da eficiência de propelentes sólidos quanta à variação de combustível e oxidante da mistura. **Sepei 2024** - Seminário de Ensino, Pesquisa, Extensão e Inovação do IFSC, São Miguel do Oeste/SC, 2024. Disponível em: <https://ifsc.edu.br/documents/d/sepei/anais-sepei2024-pdf> (página 1434 – 1438). Acesso em: 30 abr. 2025.

DESENVOLVIMENTO DE UM MINI FOGUETE DE BAIXO CUSTO

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: V. MÜLLER¹; G. KNOP². L. RAUTA³; M. JUSTINO⁴; R. BENINCA⁵.

EDITAL N°29/2024/PROPP/IGAS

Projeto de Pesquisa

Resumo:

Este trabalho apresenta o desenvolvimento do minifoguete Mürguem, idealizado com foco em baixo custo e alto potencial educativo. O foguete foi projetado para competir na categoria T do Festival Baranoff de Foguetemodelismo, com o objetivo de atingir o tempo de voo mais próximo possível de 15 segundos. O projeto integrou conceitos práticos de STEAM, desde a modelagem digital no OpenRocket até a construção física com materiais acessíveis, como papel 3mg e peças impressas em 3D. Impulsionado por um motor C6, o Mürguem realizou um voo estável e seguro, reforçando seu potencial como ferramenta pedagógica e científica.

Palavras-chave: STEAM; foguetemodelismo; motor C6; T20; ensino prático.

Introdução

O avanço da educação nas áreas de ciência e tecnologia tem impulsionado diversos projetos práticos que tornam o aprendizado mais atrativo aos alunos, dentre esses, os minifoguetes. Os minifoguetes são exemplares menores de foguetes reais

¹Estudante do Curso Técnico Integrado em Química do IFSC - Câmpus Gaspar, vitorhuغو.muller78@gmail.com

²Estudante do Curso Técnico Integrado em Química do IFSC - Câmpus Gaspar, guilhermeknop26@gmail.com

³Servidor da área de Informática do IFSC – Câmpus Gaspar, leonardo.rauta@ifsc.edu.br

⁴Servidor da área de Física do IFSC – Câmpus Gaspar, mauricio.justino@ifsc.edu.br

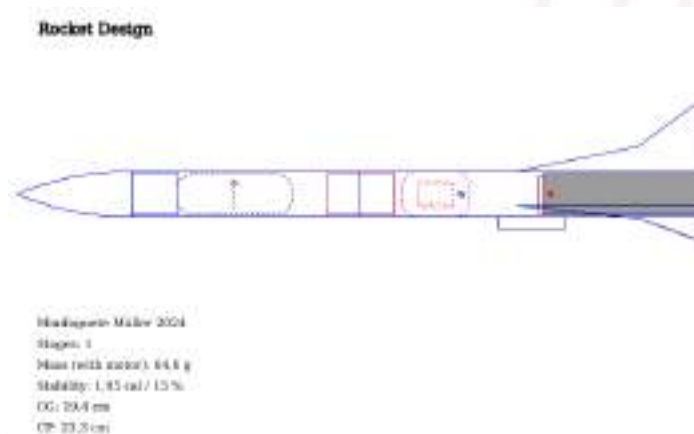
⁵Servidor da área de Informática do IFSC – Câmpus Gaspar, romulo.beninca@ifsc.edu.br

construídos geralmente por estudantes ou entusiastas aeroespaciais que buscam pôr em prática toda a atividade teórica aprendida. Com o apoio do IFSC, esse projeto teve o presente objetivo de construir o foguete, demonstrar os princípios fundamentais da física de foguetes, como aerodinâmica, estabilidade e propulsão, por meio de uma experiência prática e segura com o lançamento dele no Festival BARANOFF.

Fundamentação teórica OU Descrição do público envolvido

Minifoguetes são foguetes REAIS de pequeno porte. Exceto os materiais usados em sua estrutura, um minifoguete é exatamente igual a um foguete real de grande porte, do tipo chamado de sondagem, porém em escala reduzida (MARCHI, 2018). Eles seguem os mesmos fundamentos da física clássica, com destaque para a Terceira Lei de Newton, estabilidade aerodinâmica e propulsão. A estabilidade é obtida ao garantir que o centro de gravidade (CG) esteja à frente do centro de pressão (CP), como mostrado na Figura 1, pois isso garante um voo retilíneo.

Figura 1 - Visão lateral do foguete em 2D



Fonte: OpenRocket

A modelagem e simulação do Mürguem foram realizadas no OpenRocket, que permitiu estimar altitude, velocidade, tempo de queima e desempenho do sistema de

recuperação. O motor utilizado foi o C6, de fabricação nacional, ideal para voos prolongados e adequado para a categoria T15, por apresentar tempo de queima e retardo compatíveis com a meta da competição.

Procedimentos metodológicos

O projeto foi desenvolvido em três etapas principais: simulação, construção e lançamento. Na simulação, o software OpenRocket foi utilizado para definir o comprimento do corpo, perfil das aletas, tipo de ogiva, motor e distribuição de massa. A figura 2 apresenta o modelo 3D do minifoguete.

Figura 2 - Modelo 3D do foguete



Fonte: OpenRocket

A ogiva foi impressa em PLA utilizando tecnologia de impressão 3D. As aletas e o corpo do foguete foram produzidos com papel 3mg, por serem materiais leves, acessíveis e com boa resistência. O motor C6 foi fixado com uma trava de arame, garantindo segurança e facilidade de substituição. Para o lançamento, utilizou-se uma haste metálica e um sistema de ignição com skib, em um campo aberto com condições ideais para observação e recuperação do foguete.

Resultados e discussões

Como mostra a figura 3, o Mürguem foi lançado no Festival Baranoff de Foguetemodelismo, em Curitiba, no mês de março de 2025. Durante o lançamento, apresentou excelente estabilidade, trajetória reta, entretanto a ejeção do paraquedas não foi realizada. O tempo de voo foi de 7,54 segundos, ficando abaixo do tempo-alvo por 7,46 segundos, conforme aferido visualmente e confirmado por cronometragem.

A altura alcançada foi estimada em cerca de 100 metros, coerente com as características do motor C6. Apesar da boa performance, observou-se que o sistema de amortecimento na descida pode ser otimizado para reduzir o impacto no solo e evitar danos estruturais em versões futuras.

Figura 3 - Imagem do Minifoguete na Base de Lançamento



Fonte: Autores

O foguete cumpriu seu papel não apenas como participante da competição, mas também como ferramenta de aprendizado, reforçando seu uso em eventos educacionais e exposições científicas.

Considerações finais

O desenvolvimento do Mürguem proporcionou uma rica experiência de aprendizagem, reunindo conhecimentos técnicos, trabalho em equipe e aplicação prática da teoria. A participação no Festival Baranoff permitiu validar o projeto e evidenciar sua viabilidade como recurso pedagógico para o ensino de ciências e tecnologia em escolas públicas.

Para os próximos passos, pretende-se incorporar sensores embarcados, explorar variações no projeto das aletas e testar diferentes configurações de motores da classe C, buscando maior controle do tempo de voo e da estabilidade.

Referência ao fomento recebido

Os autores agradecem o apoio recebido pelos editais EDITAL N°29/2024/PROPP/IGAS e Chamada Pública Interna No 01/2025 - Apoio À Participação Em Eventos Por Discentes Do Câmpus Gaspar do IFSC.

Referências

OPENROCKET. Open-source model rocket simulation software. OpenRocket, s.d. Disponível em: <https://openrocket.info/>. Acesso em: 06 maio 2025.

MARCHI, A. R. *Foguetes e minifoguetes*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Engenharia Mecânica, 2018. Disponível em: http://ftp.demec.ufpr.br/foguete/Divulgacao/2018_Foguetes_e_Minifoguetes_Marchi.pdf. Acesso em: 06 maio 2025

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA WEB PARA GESTÃO DE REQUERIMENTOS DE ALUNOS DO IFSC - CAMPUS CAÇADOR

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: B. MAZZOTTI¹; T. C. DUTRA²; E. G. VILLAR³

Resumo: A gestão dos dados de requerimentos de discentes é importante no processo administrativo de uma instituição de ensino. Com o cenário de crescente volume de dados e a necessidade de ampliar a segurança e assertividade em relação a estes dados, surge a necessidade da informatização por meio de sistemas dedicados a esta tarefa. Para essa finalidade são utilizados Sistemas de Informação Gerenciais (SIGs), que auxiliam no processamento destes dados e na transformação destes em informações confiáveis para melhor tomada de decisão por parte das instituições. A solução apresentada neste trabalho busca substituir a atual ferramenta de requerimentos dos discentes, por um sistema web dedicado a isso. Como contribuição, o sistema desenvolvido nesta pesquisa visa melhorar o fluxo de trabalho dos docentes encarregados na análise das requisições e a satisfação dos discentes que utilizam a ferramenta, tornando-a mais segura, intuitiva e moderna em relação ao modelo atual utilizado no IFSC Campus Caçador..

Palavras-chave: sistemas de informação gerenciais; gestão de requerimentos; aplicações web; proteção e segurança de dados.

Introdução

O atual método de registro, consulta e resposta dos requerimentos diversos dos alunos do IFSC - Câmpus Caçador baseia-se na utilização de formulários e planilhas, o que apresenta uma série de ineficiências, tais como: a elevada chance de erros de preenchimento dos dados, a dificuldade de consulta e rastreabilidade da situação dos requerimentos e a falta de um sistema de notificações automatizado. Tais problemas resultam em atrasos nas respostas aos estudantes, insatisfação dos estudantes e aumento da carga de trabalho dos servidores que realizam a análise dos requerimentos, comprometendo a eficiência administrativa do campus.

Em uma instituição com grande volume de dados como IFSC - Câmpus Caçador, é necessário que esses sejam controlados e tratados de forma moderna e segura. Com a utilização do atual método de registro por meio de planilhas eletrônicas, os dados estão expostos a problemas de segurança, como a alteração errada de um dado e a falta de

¹ Discente do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação - IFSC, Câmpus Caçador, brunomazzotti502@gmail.com

² Servidora - Professor EBTT - Área Informática - IFSC, Câmpus Caçador, taynara.dutra@ifsc.edu.br

³ Servidor - Professor EBTT - Área Administração - IFSC, Câmpus Caçador, eduardo.villar@ifsc.edu.br

rastreabilidade sobre o autor das alterações, bem como o eventual retrabalho de modificação destes dados.

Conforme definem Yu e Sousa (2011), um SIG é responsável pela transformação dos dados nele inseridos, em informações embasadas e consolidadas, para serem utilizadas no processo de tomada de decisão da instituição.

O objetivo principal deste trabalho consiste em desenvolver um *software web* para otimizar e melhorar o processo de gerenciamento de requisições para estudantes do IFSC - Câmpus Caçador. Com a nova ferramenta, espera-se reduzir o tempo de resposta, aumentar a satisfação dos alunos, garantir maior segurança de informação e otimizar o trabalho dos servidores

Fundamentação teórica

Um Sistema de Informações Gerenciais (SIG) pode ser caracterizado como o processo de transformação de dados em informação a fim de serem utilizados na tomada de decisão da instituição (Oliveira, 2018). O SIG é responsável pela gestão e apresentação destes dados e, neste contexto, ele opera como uma ferramenta administrativa de significativo auxílio a uma instituição ou empresa (Oliveira, 2018).

As aplicações *web* são programas de *software* acessados via navegadores de internet, que podem ser utilizadas em variados contextos, desde *sites* de notícias e *blogs*, até sistemas com maior complexidade como plataformas de *e-commerce* e redes sociais. Segundo Sommerville (2015), estão entre as vantagens do uso de aplicações *web*, a versatilidade e a capacidade de processamento de qualquer lugar em dispositivo com uma conexão com a internet.

Nas instituições de ensino há diversos dados e informações que precisam ser utilizados, desde notas de alunos e faltas a solicitações de trancamento de matrícula e ajustes de grade curricular, que devem ser tratadas e gerenciadas de maneira a garantir a eficiência administrativa e a segurança da informação.

Procedimentos metodológicos

Neste trabalho é utilizada uma abordagem qualitativa de caráter descritivo, em que se busca compreender profundamente o fenômeno estudado, por meio da descrição das experiências, percepções e significados atribuídos pelos participantes, no contexto do trabalho, sendo docentes e alunos do IFSC Câmpus Caçador. Também, se refere a uma

pesquisa-ação, ao buscar, além da compreensão do fato estudado, uma transformação na situação social que permeia o estudo e busca soluções para os problemas apresentados pelos participantes (Gerhardt; Silveira, 2009).

Quanto à metodologia adotada para o desenvolvimento da aplicação *web* foi adotado o modelo *Lean Start-up* com as etapas de desenvolvimento da aplicação baseadas na estrutura *Minimal Viable Product* (MVP). A utilização do *Lean Startup*, segundo Ries (2011), busca um desenvolvimento rápido da aplicação, por meio de três etapas em um ciclo, este ciclo pode se repetir diversas vezes até a conclusão do projeto.

A primeira etapa sendo o levantamento dos requisitos, o design da aplicação, e a criação de um aplicativo com mínimas funcionalidades. Seguindo para a segunda etapa, a realização de testes com o produto desenvolvido, e a terceira etapa sendo medir a eficácia da aplicação em relação à proposta do projeto junto aos usuários.

O levantamento de dados referente a satisfação e utilização da atual ferramenta de gestão de requerimentos pelos discentes e docentes do campus se dará em duas etapas. A primeira etapa foi realizada com os docentes do campus, por meio de entrevistas semiestruturadas e a segunda etapa de levantamento com os discentes via questionário estruturado. As entrevistas foram utilizadas para identificar as necessidades dos usuários e para posterior avaliação da aplicação.

Para análise, utilizou-se estatísticas descritivas para a análise dos dados advindos dos questionários aplicados com os discentes, e análise de conteúdo temática das entrevistas semiestruturadas realizadas com docentes, coordenadores de curso e o diretor de ensino, pesquisa e extensão do Campus.

Resultados e discussões

Após a coleta de dados, foi realizada uma análise do conteúdo adquirido por meio das respostas dos participantes. Essa análise permitiu identificar padrões e tendências referentes a utilização da ferramenta de gestão de requerimentos, além de gargalos e oportunidades de melhoria.

Por meio da categorização das respostas, separação entre pontos considerados positivos ou negativos e sugestões de melhorias da aplicação, foi possível compreender a percepção dos discentes e coordenadores de curso em relação à ferramenta atual, quais funcionalidades consideram úteis e quais dificuldades enfrentam em sua utilização.

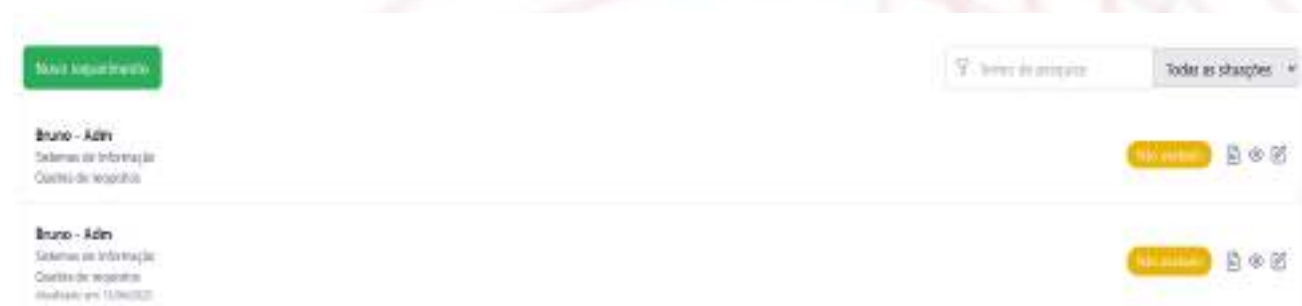
Em termos de funcionalidades, a aplicação desenvolvida nesta pesquisa permite o cadastro e autenticação de usuários, cadastro de requerimento, visualização e alteração de requerimentos, visualização de solicitações realizadas (discente); visualização e administração de requerimentos (docente-coordenador). A aplicação também permite gerar um relatório, visualização em PDF dos dados do requerimento, e realização de devolutivas por docentes, o ato de deferir ou indeferir um requerimento, registro de data e hora das modificações.

Com base nos relatos das entrevistas com os docentes foi possível levantar a necessidade da limitação de visualização dos requerimentos somente aos docentes responsáveis pelo curso ao qual o requerimento foi cadastrado. Também há a possibilidade de alterar um requerimento, indisponível no método atual, antes que esse seja avaliado. Um tema recorrente nas entrevistas foi a necessidade de melhorar a visualização e consulta dos requerimentos por parte dos discentes, além de uma indicação visual sobre os documentos necessários para cada tipo de requerimento.

A segurança da informação, um ponto crítico no método atual, será aprimorada na presente aplicação pela utilização do banco de dados relacional *Postgres* e a utilização de criptografia de senhas e autenticação *JWT*.

Para os docentes, o aplicativo melhora a visualização dos registros e o processo de resposta devido à customização dos dados e documentos necessários por tipo de solicitação e uma interface mais intuitiva. Para os discentes, a aplicação sugerida melhora a interface tanto para o preenchimento dos requerimentos quanto para a consulta da situação destes, o que torna o processo mais claro e garante a inclusão dos dados e documentos necessários por meio de validações no formulário. Uma seção da interface de consulta de requerimentos pelo discente pode ser visualizada na Figura 1.

Figura 1 – Tela de visualização de requerimentos



Considerações finais

Com base nos resultados e discussões apresentados, os objetivos do projeto foram parcialmente alcançados. A aplicação *web* encontra-se em desenvolvimento e oferecerá um aprimoramento do processo atual e novas funcionalidades para a gestão de requerimentos, com base nos requisitos funcionais e não funcionais levantados.

O uso da *Lean Startup*, demonstrou ser um método eficaz para o projeto, pois permitiu entregas incrementais e ajustes com base nas necessidades dos usuários. A pesquisa qualitativa, por entrevistas e questionários, forneceu percepções sobre a satisfação e as dificuldades dos docentes e discentes com a ferramenta atual, direcionando o desenvolvimento da nova aplicação.

O trabalho contribuiu para a formação profissional dos envolvidos, e proporcionou experiência prática no desenvolvimento de sistemas *web*, gestão de projetos e análise de dados. As principais dificuldades envolveram o levantamento dos requisitos da aplicação e a transformação dos dados dos questionários em funcionalidades. Possíveis projeções futuras são a integração com sistemas acadêmicos já utilizados pelo campus e a expansão das funcionalidades do sistema.

Referências

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (org.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GONÇALVES, G. R. B. **Sistemas de informações**. Porto Alegre: Sagah, 2017. 44 p. *E-book*. ISBN 9788595022270.

OLIVEIRA, D. P. R. **Sistemas de informações gerenciais: estratégias, táticas e operacionais**. 17. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2018. 26 p. *E-book*. ISBN 9788597015447.

RIES, E. **The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses**. New York: Crown Business, 2011. ISBN 978-0-307-88791-7.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. 10. ed. São Paulo: Pearson, 2015.

YU, A. S. O.; SOUSA, W. H. **Tomada de decisão nas organizações**. Rio de Janeiro: Saraiva, 2011. *E-book*. ISBN 978852126237.

DESIGN DE INTERFACE PARA PLATAFORMA DE GESTÃO DE INFORMAÇÕES PARA O CUIDADO DE IDOSOS

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: L. A. SALVES¹; G. MARREIROS²; R. A. PISTORELLO³.

Edital Propicie 22/2024
Projeto de Pesquisa e Extensão

Resumo:

O aumento da população idosa e a demanda por estratégias eficazes de monitorização da saúde impulsionam o desenvolvimento de soluções tecnológicas para apoio aos cuidadores. Este projeto apresenta o um protótipo de interface web para profissionais de saúde, visando a gestão de informações de idosos em instituições de longa permanência e em domicílios. A solução integra dados de dispositivos vestíveis, permitindo o acompanhamento em tempo real de sinais vitais, medicação e eventos críticos. A metodologia envolveu definição de fluxos de usuário, hierarquização das informações e aplicação de princípios de design centrado no usuário, priorizando clareza e usabilidade. Como resultado, foi desenvolvido um protótipo funcional que organiza os dados de maneira intuitiva, possibilitando a visualização por diferentes recortes temporais e alertando automaticamente sobre alterações relevantes. Embora não tenha sido validado em ambiente real, retorno positivo da instituição, reforçando sua pertinência retorno positivo da instituição. O trabalho destaca a importância da articulação entre pesquisa e extensão no desenvolvimento de tecnologias voltadas à melhoria do cuidado a idosos.

Palavras-chave: monitoramento remoto; interface; usabilidade; idosos; gestão; design.

Introdução

O envelhecimento populacional é uma tendência global que gera demanda por soluções tecnológicas voltadas ao cuidado de idosos Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), estima-se que até 2050 a população mundial com 60 anos ou mais alcance 2 bilhões de pessoas (WHO, 2021). Nesse cenário, o desenvolvimento de sistemas que facilitem o monitoramento da saúde dos idosos torna-se essencial para garantir sua qualidade de vida e segurança. Dispositivos vestíveis, como pulseiras de monitoramento, vêm sendo amplamente utilizados para rastrear sinais vitais, detectar quedas e monitorar

¹Estudante do curso de Bacharelado em Design do Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus Florianópolis, luiza.as16@ifsc.aluno.edu.br.

²Professora do Instituto Superior de Engenharia do Porto, orientadora do projeto, mgt@isep.ipp.pt.

³Professor do curso de Bacharelado em Design do Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus Florianópolis, roberto.pistorello@ifsc.edu.br.

padrões de sono, oferecendo dados valiosos para o acompanhamento remoto (Silva et al., 2021). No entanto, a eficácia desses sistemas depende diretamente da clareza com que as informações são apresentadas aos cuidadores.

O projeto RM4Health, no qual este trabalho está inserido, visa acelerar a inovação em dispositivos de monitorização da saúde, desenvolvendo plataformas tecnológicas abertas que permitam acompanhar alterações em sinais vitais com maior rapidez e menor custo. O RM4Health visa estimular a criação de soluções que favoreçam a detecção precoce de eventos críticos e a promoção de estados de saúde estáveis. (Misericórdia de Vagos, 2024)

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de um protótipo de interface web para profissionais de saúde da Santa Casa da Misericórdia do Porto, instituição de longa permanência para idosos, de modo a centralizar e organizar dados das pulseiras de monitoramento utilizadas pelos residentes. A plataforma foi projetada para atender tanto pacientes residentes no lar quanto aqueles sob cuidado domiciliar supervisionados.

A equipe de desenvolvimento do projeto foi composta por estudantes do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), com colaboração da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto (FMUP) e da Santa Casa da Misericórdia do Porto, além do IFSC.

Além da contribuição técnica e acadêmica, este projeto reforça a articulação entre pesquisa e extensão, ao propor uma solução real para uma instituição parceira voltada ao bem-estar social.

Fundamentação teórica e descrição do público envolvido

O projeto foi embasado nos princípios do design centrado no ser humano (Norman, 2013), priorizando usabilidade e clareza na apresentação de dados em contextos sensíveis. Estudos de Kushniruk e Borycki (2006) reforçaram a importância de avaliações de usabilidade em sistemas clínicos, enquanto Plaisant (2004) destacou a necessidade de visualizações intuitivas para facilitar a interpretação rápida de informações.

O público-alvo abrange cuidadores e profissionais técnicos da Santa Casa da Misericórdia do Porto, que necessitam de ferramentas simples, claras e funcionais para a tomada de decisões rápidas no monitoramento de sinais vitais, gestão de medicamentos e resposta a eventos críticos.

Procedimentos metodológicos

Foram analisados artigos acadêmicos e estudos de caso sobre uso de dispositivos vestíveis em contextos de cuidado com idosos. A partir dessas referências, foram definidos os principais módulos da plataforma e elaborado o “user flow” no programa Figma, descrevendo a jornada do usuário dentro do sistema. Foram realizadas pesquisas sobre aplicativos de saúde como referência para o leiaute de apresentação das informações. Com base nesse fluxo, criou-se o protótipo da interface da plataforma, com decisões de design moldadas progressivamente em reuniões de alinhamento da equipe interdisciplinar e atualização das necessidades do projeto.

Resultados e discussões

O resultado do trabalho foi a criação de um protótipo funcional de interface para o monitoramento de idosos (Figura 1). A paleta de cores escolhida foi pensada para destacar informações prioritárias e minimizar distrações. Já a tipografia Open Sans foi adotada pela sua legibilidade e versatilidade em ambientes digitais. Tais decisões refletem princípios de design centrado no usuário, usabilidade e acessibilidade.

Figura 1 – Telas do protótipo: a) Dashboard Inicial; e b) Perfil detalhado do utente.



Fonte: os autores.

A tela de dashboard inicial (Figura 1a) atua como um painel de controle central e reúne, de forma condensada, os principais dados de saúde dos idosos monitorados. Optou-se por um layout em blocos que organiza as informações em categorias visuais

claras: alertas de urgência e status da bateria da pulseira. A escolha do uso de cores contrastantes — como vermelho para emergências — facilita a leitura rápida em situações críticas.

A tela de perfil detalhado (Figura 1b) foi projetada para oferecer uma visualização completa das condições de saúde de cada idoso, com destaque para a aba Visão Geral, posicionada como a principal seção por concentrar os dados mais relevantes. Nela, os cuidadores acessam rapidamente informações organizadas em gráficos dispostos em blocos hierárquicos, como pressão arterial, frequência cardíaca, saturação de oxigênio, temperatura corporal e qualidade do sono. A decisão de incluir indicadores gráficos com cores progressivas (como gradientes para representar qualidade do sono ou intensidade de sintomas) foi baseada em estudos como o de Pleasant (2004), que destaca a importância de visualizações claras e intuitivas em contextos clínicos, visando facilitar a leitura de dados complexos e promover decisões rápidas e informadas.

Além da visualização em tempo real, a interface permite que os dados sejam acessados conforme diferentes recortes temporais — por dia, semana ou mês — possibilitando o acompanhamento da evolução dos indicadores de saúde ao longo do tempo. Essa funcionalidade contribui para a construção de um histórico clínico visual do paciente, oferecendo suporte à identificação de padrões e permitindo antecipar possíveis situações de risco. Esse recurso está especialmente presente na aba Comparativos, que facilita a análise cruzada entre diferentes períodos, auxiliando os cuidadores na tomada de decisões mais informadas e na prevenção de urgências médicas.

A interface também inclui abas para acompanhamento da medicação e acesso a dados cadastrais e informações do paciente. Um menu flutuante de alertas de urgência, presente em todas as telas, garante visibilidade imediata para situações críticas, reforçando a proposta de um sistema centrado na agilidade, clareza e apoio à tomada de decisões em contextos de cuidado contínuo.

Considerações finais

O projeto teve o objetivo de desenvolver uma interface acessível e eficaz para o monitoramento de idosos, com foco na clareza visual e no suporte à tomada de decisão por parte dos cuidadores. A atividade aplicou, na prática, conhecimentos em design centrado no usuário, usabilidade e visualização de dados.

Embora não implementado, o protótipo foi parcialmente validado com representantes da Santa Casa. A experiência contribuiu de forma significativa para a formação profissional, evidenciando a relevância de integrar pesquisa e extensão no desenvolvimento de soluções voltadas ao bem-estar social.

Referência ao fomento recebido

Os autores agradecem: ao IFSC pelo Edital Propicie 22/2024 cujo fomento viabilizou o intercâmbio; ao Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), em Portugal, onde foram realizadas as atividades práticas do projeto.

Referências

WHO. **World report on ageing and health**. Geneva: World Health Organization, 2021. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565042>. Acesso em: 28 abr. 2025.

SILVA, J. A.; LIMA, R. T.; OLIVEIRA, F. M. Tecnologias vestíveis aplicadas à saúde do idoso: uma revisão integrativa. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p. 1–12, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-22562021024.200180>.

PLAISANT, C. The challenge of information visualization evaluation. In: **Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces**. New York: ACM Press, 2004. p. 109–116. DOI: <https://doi.org/10.1145/989863.989880>.

KUSHNIRUK, A. W.; BORYCKI, E. M. Human–Computer Interaction in Healthcare. In: Shortliffe, E. H.; Cimino, J. J. (Eds.). **Biomedical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine**. New York: Springer, 2006. p. 119–148.

NORMAN, D. A. **O design do dia a dia**. Rio de Janeiro: Rocco, 2013.

MISERICÓRDIA DE VAGOS. RM4Health. Disponível em: <https://www.misericordiadevagos.pt/rm4health/>. Acesso em: 29 abr. 2025.

DISPOSITIVO DIDÁTICO PARA MEDIÇÃO DAS FORÇAS DE REAÇÃO EM UMA VIGA: UM CASO DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: G.E.DETTENBORN¹; F.L.STADTLOBER²; B.FERRARI³; O.GOBBO JUNIOR⁴.

Projeto de Ensino

Resumo:

Este artigo apresenta um projeto realizado com a metodologia ativa de Aprendizagem Baseada em Projetos para desenvolver um experimento prático de análise de forças de reação nos apoios de uma viga. Desenvolvido por alunos do curso de Engenharia de Controle e Automação do IFSC campus Chapecó, a solução integrou conhecimentos de diversas áreas: estática, projeto em software CAD, instrumentação com células de carga e programação de Arduino. O dispositivo permitiu validar conceitos teóricos através de experimentos práticos, comparando os resultados analíticos com os experimentais.

Palavras-chave: aprendizagem baseada em projetos; estática; Arduino; impressão 3D, *Project Based Learning*.

Introdução

No contexto educacional atual, a integração de metodologias ativas de aprendizagem tem se mostrado eficaz para o desenvolvimento de competências técnicas. No Brasil, a Resolução CNE/CES nº 2, de 24 de abril de 2019, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia (DCN's da Engenharia), estabelece que “deve ser estimulado o uso de metodologias para aprendizagem ativa, como forma de promover uma educação mais centrada no aluno.” Uma dessas metodologias é a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), também conhecida como *Project Based Learning* (PBL).

Segundo Bender (2014), a ABP caracteriza-se por utilizar projetos baseados em uma questão, tarefa ou problema desafiador, que exigem dos estudantes um processo investigativo para sua resolução. Em complemento, Masson *et al.* (2012) afirmam que

¹ Estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Santa Catarina, campus Chapecó, gabriel.ed2003@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Santa Catarina, campus Chapecó, fabio_ls11@aluno.ifsc.edu.br.

³ Estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Santa Catarina, campus Chapecó, brunoferrari240@gmail.com.

⁴ Docente da área mecânica do Instituto Federal de Santa Catarina, campus Chapecó, otavio.gobbo@ifsc.edu.br.

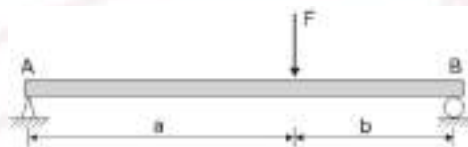
abordagens de ensino baseadas em projetos promovem maior engajamento dos estudantes, e citam como características principais desta metodologia: a centralidade no aluno; o desenvolvimento em grupo tutoriais; e o fato de ser um processo ativo, cooperativo, integrado e interdisciplinar.

Indo de encontro com as DCN's da Engenharia, o presente trabalho apresenta o resultado de um projeto realizado através da ABP, dentro da unidade curricular de Mecânica dos Sólidos do curso superior de Engenharia de Controle e Automação do IFSC campus Chapecó. Nesse contexto, a proposta orientada pelo docente aos alunos foi o desenvolvimento de um dispositivo didático para comprovar experimentalmente as forças de reação nos apoios de uma viga, submetida a forças externas. A solução desenvolvida pelos alunos envolveu a prática de conhecimentos interdisciplinares, iniciando com o projeto em um software CAD, e seguindo com processos acessíveis de fabricação como a manufatura aditiva, também conhecida como impressão 3D, e a aplicação de células de carga através do uso de Arduino, necessitando para isso da sua programação.

Fundamentação teórica

O conceito de forças de reação está relacionado à Terceira Lei de Newton, que estabelece que para toda ação há sempre uma reação igual e oposta. Este princípio permite que um corpo permaneça em equilíbrio estático. Assim sendo, as forças aplicadas a esse corpo irão gerar tensões e deformações, área de estudo da mecânica dos sólidos. Segundo Hibbeler (2016), para um corpo permanecer em equilíbrio estático, a soma de todas as forças e momentos atuantes deve ser igual a zero. Esta condição permite determinar as forças de reação nos apoios de estruturas, como em uma viga apresentada na Figura 1.

Figura 1 - Exemplo de uma viga com dois pontos de apoios e uma força externa concentrada.



Fonte: Os autores.

Outra alternativa para a descoberta das reações nos apoios, além da analítica, é por meio experimental, e uma das soluções mais viáveis se dá com o uso de células de cargas e Arduino. Segundo Ripka e Tipek (2013), as células de carga são transdutores que convertem uma força aplicada em um sinal elétrico mensurável, sendo o tipo baseado em *strain gauge* o mais utilizado devido à sua precisão e confiabilidade. Entretanto, a variação

de resistência causada pela deformação do *strain gauge* geram sinais na ordem de milivolts que precisam ser condicionados antes de serem processados por um microcontrolador. Para superar esta limitação, utiliza-se o módulo HX711, um conversor analógico-digital de 24 bits com amplificador integrado, que permite detectar variações mínimas de tensão, viabilizando as medições. Alguns trabalhos já utilizaram solução similar para experimentos que exigiam a medição de força, como de Moura *et al.* (2020) que criaram um protótipo de um dinamômetro de baixo custo para medição de força muscular e Conceição *et al.* (2023) que utilizaram impressora 3D e Arduino para criar módulos experimentais.

Procedimentos metodológicos

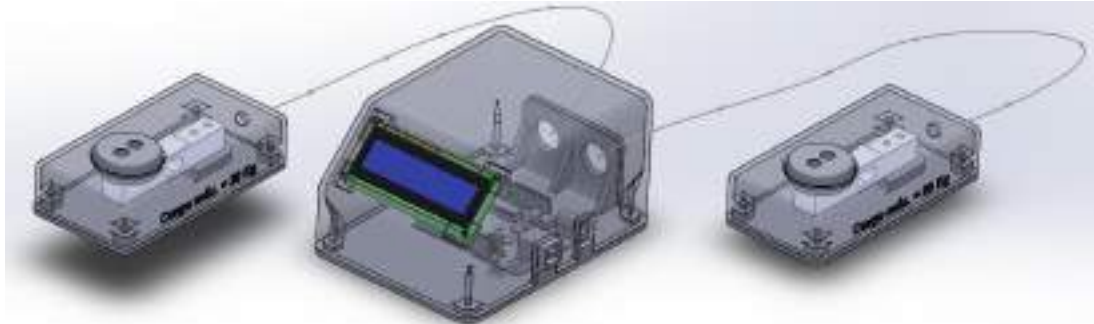
As primeiras atividades do projeto foram o levantamento das necessidades, e na sequência, uma pesquisa relacionada a aplicação de células de cargas na medição de forças utilizando o Arduino. Na sequência, o projeto conceitual foi elaborado, definindo como seria desenvolvida a solução, bem como o arranjo dos componentes. Por fim, o projeto foi desenhado no software SolidWorks, permitindo seu detalhamento e a sequência de procedimentos da fase de fabricação.

Para a fabricação, os componentes de carenagem e estruturas onde não haveria esforços foram produzidos através da manufatura aditiva (impressão 3D) com o material PLA, entretanto, para evitar a deformação da base da célula de carga quando aplicada a força, esta foi fabricada através de uma chapa de aço SAE 1020 cortada por eletroerosão a fio. Para desempenhar a função da viga utilizada nos experimentos foi utilizado um tubo retangular de 40 x 40mm. Já para os pesos foram utilizadas quatro chapas de aço SAE 1020 de 180mm x 70mm x 1/2". Para a eletrônica foram utilizadas duas células de carga com capacidade de 20Kg e dimensões de 12,7x12,7x81mm, dois módulos HX711, um Arduino e um display LCD de 16 colunas e 2 linhas. Para ser possível a desmontagem do conjunto, separando as células de carga do dispositivo central onde fica localizado o Arduino, foram utilizados conectores circulares GX16 (Mike) de 4 vias e cabos blindados.

Resultados e discussões

O projeto foi realizado com um dispositivo central armazenando o Arduino e o display LCD para leitura das forças. Nesse dispositivo são ligados dois módulos com as células de carga para serem os pontos de apoios. A Figura 2 apresenta o projeto no SolidWorks.

Figura 2 - Projeto desenvolvido no software SolidWorks.



Fonte: Os autores.

Já a Figura 3 apresenta o projeto construído, destacando na Figura 3(b) os conectores circulares utilizados para ligação dos módulos, e na Figura 3(c) todo o conjunto utilizado para um experimento, incluindo o tubo quadrado como viga e as chapas de aço para aplicação da força.

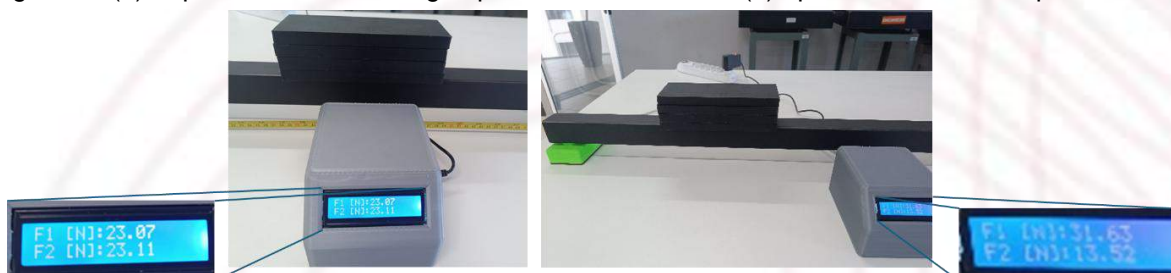
Figura 3 - (a) Projeto construído, (b) conectores utilizados e (c) dispositivo montado para um experimento.



Fonte: Os autores.

Para validação do experimento, as chapas foram posicionadas no centro da viga de 1m, realizando uma força de 46N. As reações obtidas foram de ~23N em cada apoio. Após deslocar as chapas para uma distância de 30cm de um dos apoios, obteve-se reações de 31,63N e 13,52N. Calculando analiticamente, os valores precisos dessas reações seriam 32,2N e 13,8N. O erro entre os valores obtidos pelos cálculos analíticos e aqueles obtidos pelos experimentos atingiram valor máximo de 2%, mas não prejudicou a interpretação dos resultados e a possibilidade de relacionar a teoria com a prática.

Figura 4 - (a) Experimento com a carga aplicada centralizada e (b) aplicada a 30cm do apoio 1.



Fonte: Os autores.

Considerações finais

O presente projeto conseguiu integrar teoria e prática de forma interdisciplinar cumprindo os objetivos da metodologia de aprendizagem baseada em projetos. O desenvolvimento do dispositivo didático, com custo total de R\$300, proporcionou o desenvolvimento de competências técnicas e transversais, além de unir sobretudo o ensino e a pesquisa. Como desdobramento, o projeto demonstrou ainda a possibilidade de aplicação dos mesmos recursos para a construção futura de projetos de instrumentação para outras estruturas e com baixo custo, colaborando com o ensino da estática e da mecânica dos sólidos.

Referências

BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Porto Alegre: Penso, 2014.

CONCEIÇÃO, W. A. S. et al. Utilização de impressão 3d e Arduino no desenvolvimento de módulos experimentais. In: **III Web Encontro de Engenharia Química**. Anais do III Web Encontro de Engenharia Química. 2023.

DE MOURA, Marciel Bezerra; et al. Protótipo de um dinamômetro de baixo custo para medição de força muscular. **Revista Eletrônica de Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica**, v. 2, n. 1, p. 161-172, 2020.

HIBBELER, R. C. **Estática: Mecânica para Engenharia**. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

MASSON, T. J.; MIRANDA, L. F.; MUNHOZ JR, A. H.; CASTANHEIRA, A. M. P. Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos (PBL). In: **XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE)**, Belém, 2012.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Resolução no 2, de 24 de abril de 2019. Institui as diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em engenharia. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 43, 26 abr. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/resolucoes/resolucoes-cne-ces-2019>. Acesso em: 29 abr. 2025.

RIPKA, P.; TIPEK, A. **Modern Sensors Handbook**. London: ISTE Ltd., 2013.

DISPOSITIVO PARA CARACTERIZAÇÃO DE SENSORES DE PRESSÃO A PARTIR DA APLICAÇÃO DE UMA FORÇA MENSURADA COM DINAMÔMETRO

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: G. MARCH¹; B. MARCON²; M. A. SALVADOR³

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
EDITAL 01/2024/COPI/JGS – RAU

Resumo:

Sensores que variam suas características elétricas em resposta à força aplicada desempenham um papel fundamental em diversas áreas, como sistemas de pesagem, medição de deformação e até na saúde, por exemplo, no monitoramento da pisada de uma pessoa. Para desenvolver esses dispositivos, é necessário passar por várias etapas, sendo que a primeira, foco deste trabalho, consiste na criação de um equipamento capaz de realizar ensaios de caracterização. Este dispositivo aplica forças conhecidas, mensuradas por um dinamômetro, aos sensores em teste. O protótipo desenvolvido tem capacidade de mensurar a força aplicada no sensor sob teste numa faixa de 0,5 a 30 kgf. Os ensaios realizados possibilitaram a análise da resposta de sensores em diferentes bases de apoio.

Palavras-chave: Dinamômetro; Ensaio de Força; Pressão Plantar; Sensores de Pressão.

Introdução

A interação entre os pés de um indivíduo e uma superfície permite a quantificação de diversos parâmetros biomecânicos da marcha, pois considerando a medida da força de reação do solo e a área de contato do pé com a superfície é possível mensurar a distribuição da carga durante a marcha, conhecida como pressão plantar, conforme Franco (2016). Neste sentido, existem diferentes tipos de sensores capazes de variar suas características elétricas em função da ação de uma força aplicada. No entanto, a validação dos valores mensurados caracteriza-se como um desafio, já que a obtenção de um equipamento específico para este tipo de medição nem sempre é de fácil acesso. Desta forma, considerando que a medida de pressão plantar está relacionada à força aplicada em uma área determinada, este trabalho consiste no desenvolvimento de um dispositivo de referência, empregando um dinamômetro para medição de forças de compressão, viabilizando ensaios de caracterização de diferentes sensores.

¹ Estudante de Eng. Mecânica do IFSC Jaraguá do Sul - Rau, e-mail Gilbem@gmail.com.

² Estudante de Eng. Elétrica do IFSC Jaraguá do Sul - Rau, e-mail brunomarcon05@gmail.com.

³ Docente da área de Elétrica do IFSC Jaraguá do Sul - Rau, e-mail marcos.salvador@ifsc.edu.br.

Fundamentação teórica

A avaliação da pressão plantar pode contribuir para o estabelecimento da relação entre a estrutura do pé e a sua função, fatores como a espessura dos tecidos moles, comprimento relativo do metatarso e a configuração da medial arco longitudinal do pé podem causar aumento de tal pressão de acordo com Cavanagh et al. (1997). No entanto, essas avaliações demandam equipamentos de monitoramento equipados com sensores de pressão, sendo que cada tipo de sensor, necessita de estratégias e circuitos específicos para realização da adequação ou condicionamento de sua resposta a níveis adequados para o devido processamento e exibição dos dados mensurados. Neste contexto, os sensores capacitivos, por exemplo, são formados por placas paralelas e podem mensurar o quanto uma placa se aproxima de outra, alterando o valor da capacitância e tendo sua resposta expressa como um valor de tensão elétrica. Os sensores resistivos, por sua vez, respondem à pressão com uma variação da resistência elétrica e são amplamente utilizados por oferecerem boa sensibilidade, entretanto podem ser sensíveis ao posicionamento, exigindo cuidados para evitar deslizamento e garantir resultados confiáveis. Adicionalmente, os piezoelétricos geram uma tensão elétrica em resposta à pressão, e são sensíveis a deformações mecânicas e também podem ser afetados por interferências elétricas externas devido à sua alta impedância (Vieira, 2018). Pode-se perceber que as respostas dos sensores são expressas por meio da variação de diferentes grandezas elétricas, como capacitância, tensão e resistência. Logo, a caracterização de cada tipo de sensor consiste numa tarefa importante que antecede a etapa de projeto dos circuitos eletrônicos de condicionamento desses sinais elétricos.

Procedimentos metodológicos

O desenvolvimento do dispositivo para caracterização de sensores de força foi iniciado a partir da definição do valor limite de 300 N ou 30 kgf de força de compressão, com base nos parâmetros de sensibilidade máxima dos sensores mais acessíveis no mercado nacional. Em seguida foi realizado um *BrainStorm* para definição das medidas, formato e material a ser utilizado na construção do protótipo. A partir do esboço inicial, foi realizado o projeto mecânico para dimensionamento da estrutura, especificação dos componentes, modelagem 3D e detalhamento dos desenhos para produção. A figura 1 apresenta a modelagem 3D do dispositivo. Após aquisição dos materiais e realização da

usinagem das peças, foi efetuada a montagem, originando o protótipo apresentado na figura 2. O equipamento construído possui dois dinamômetros intercambiáveis, que podem ser instalados facilmente por meio de quatro parafusos allen, um dinamômetro com faixa de medição de até 10 kgf e outro que mede até 30 kgf. Com a etapa de construção concluída, foram iniciados os ensaios de caracterização de um sensor resistivo FSR (do inglês, *Force Sensing Resistors*), série 400, de formato circular com diâmetro de 12,7 mm (INTERLINK ELECTRONICS, 2025). A figura 3 ilustra de forma simplificada o arranjo do ensaio, com o dinamômetro registrando 0,5 kgf e o multímetro mensurando 106,8 k Ω .

Figura 1 – Projeto 3D

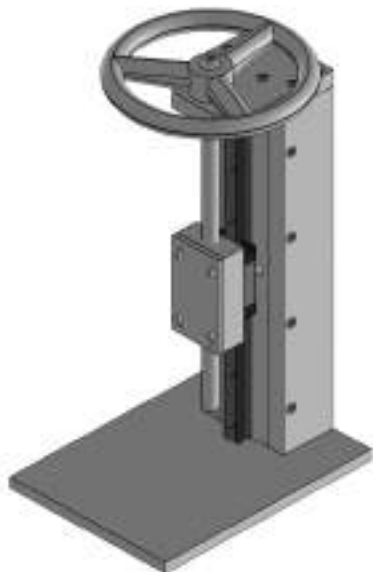


Figura 2 – Protótipo



Figura 3 – Arranjo de ensaio



Inicialmente, o sensor FSR foi posicionado sobre um retângulo de borracha, em cima da base de alumínio da plataforma do dispositivo. Em seguida, os terminais do sensor foram conectados às ponteiros de um multímetro para medir sua resistência elétrica. Com o dinamômetro ligado, iniciou-se a sequência de obtenção de dados a partir da movimentação do manípulo do dispositivo construído, visando aplicar forças conhecidas na faixa de 0,5 a 10 kgf, com incrementos regulares de 0,5 kgf. Para cada incremento efetuado, a intensidade da força aplicada e a resistência elétrica resultante foram anotados com base nos valores apresentados nos visores do dinamômetro e do multímetro, respectivamente. Como pode ser observado nos registros da Tabela 1, um segundo ensaio foi realizado repetindo as mesmas forças, mas desta vez aplicadas no sensor sobre uma superfície mais rígida, ou seja, posicionado diretamente em contato com a base de alumínio.

Resultados e discussões

Os dados da Tabela 1 e dos Gráficos 1 e 2 demonstram como a resistência elétrica varia em função da força aplicada ao sensor FSR, instalado em superfícies de borracha e alumínio. Os resultados indicam que a flexibilidade da superfície influencia na resposta do sensor, pois pode facilitar ou dificultar sua deformação durante a aplicação da força.

Tabela 1 – Dados do ensaio de caracterização do FSR sobre base de borracha e de alumínio

Força (kgf)	Resistência (k Ω) - Borracha	Resistência (k Ω) - Alumínio
0,5	106,8	4210
1	96,9	1532
1,5	82,8	1043
2	78,8	875
2,5	75,6	775
3	72,6	682
3,5	56,8	616
4	55,3	565
4,5	53,5	525
5	50,23	90
5,5	48,6	86,9
6	47,29	84,4
6,5	46,56	83,3
7	45,52	82,3
7,5	45,22	81,7
8	42,72	81,2
8,5	42,37	79,8
9	41,94	79,2
9,5	42,37	79
10	42,6	78,7

Gráfico 1 – Caracterização na base de borracha

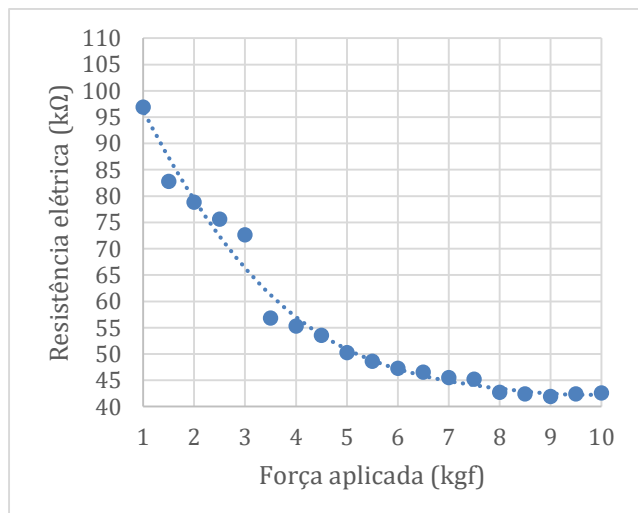
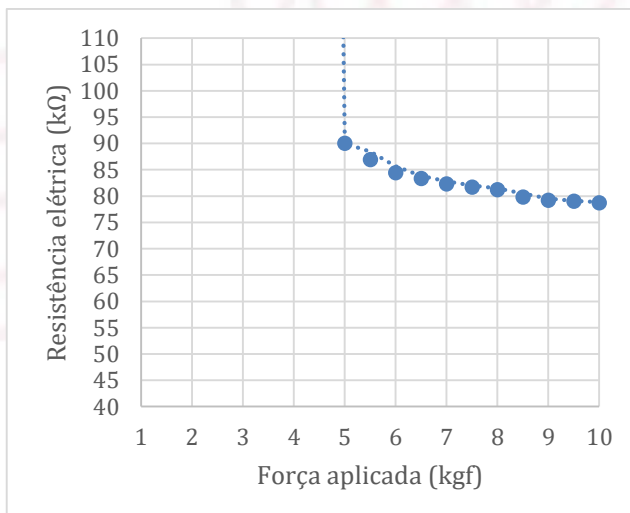


Gráfico 2 – Caracterização na base de alumínio



A fixação do sensor diretamente na base de alumínio resulta em valores de resistência maiores. Por isso, o gráfico 2 mostra apenas os valores para forças inferiores a 5 kgf, que se enquadram melhor à escala gráfica adotada.

Considerações finais

Os resultados obtidos com o projeto demonstram o sucesso na construção do dispositivo para viabilizar testes de aplicação de forças conhecidas em sensores sob ensaio, e também apresentam sua aplicação na caracterização de sensores de pressão, instalados em diferentes bases de apoio. Conhecer o comportamento dos sensores previamente testados pode auxiliar significativamente no desenvolvimento dos circuitos dos equipamentos que os empregam. Por fim, a experiência obtida com o desenvolvimento desse tipo de trabalho contribui com o desenvolvimento de habilidades e competências de toda equipe de execução e deve possibilitar a criação de novas propostas de projeto.

Referência ao fomento recebido

Os autores agradecem o fomento obtido junto ao EDITAL 01/2024/COPI/JGS – RAU, de apoio às atividades de pesquisa no câmpus Jaraguá do Sul – Rau.

Referências

Cavanagh, P. R.; Morag, E.; Boulton, A. J. M.; Young, M. J.; Deffner, K. T.; Pammer, S. “*The relationship of static foot structure to dynamic foot function*”, *Journal of Biomechanics*, vol. 30, no. 3, pp. 243–250, Mar 1997.

Franco, P. S. **Análise da variabilidade e repetibilidade da pressão plantar durante a marcha de crianças, adultos e idosos**. 2016. 63 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Educação Física e desportos, Rio Grande do Sul, 2016.

INTERLINK ELECTRONICS. **FSR Integration Guide and Evaluation Parts Catalog with Suggested Electrical Interface**. Disponível em: https://cdn.sparkfun.com/assets/e/3/b/3/8/force_sensing_resistor_guide.pdf. Acesso em: 20 mar. 2025.

Vieira, Mário Elias Marinho. **Dispositivo para auxílio de identificação do tipo de pisada baseada em sensores piezoelétricos e redes neurais artificiais**. 2018. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrônica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2018.

Esteira Transportadora Modular em 3D

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: O. GUARACHI¹; V. F. DE BORBA²

PET Mecatrônica
Projeto de Pesquisa

Resumo:

As esteiras transportadoras são elementos fundamentais na manufatura, pois facilitam o transporte contínuo e eficiente de materiais, reduzindo o tempo de produção, minimizando esforços manuais e aumentando a segurança no ambiente industrial. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma esteira transportadora proposta pelo PET (Programa de Educação Tutorial), com o objetivo de auxiliar em aulas práticas que simulem sistemas de manufatura. O projeto busca uma estrutura de fácil montagem, utilizando majoritariamente materiais disponibilizados pelo curso. A abordagem adotada inclui a otimização do modelo da esteira e dos parâmetros de fabricação, empregando impressão 3D (tecnologia FDM). A metodologia segue um processo de projeto iterativo, visando o desenvolvimento de uma esteira reconfigurável e integrável a outros projetos, como equipamentos e linhas de produção desenvolvidos no curso de Engenharia Mecatrônica. Como principal resultado obtido até o momento, destaca-se a construção de um protótipo funcional de 1 metro de comprimento, com controle de sentido e velocidade. Ainda há oportunidades de melhorias, como a implementação de controle de distância percorrida e realização de testes da robustez do sistema.

Palavras-chave: Esteira transportadora; Projeto reconfigurável; Sistema de transporte; Engenharia Mecatrônica.

Introdução

Na indústria moderna, sistemas de transporte automatizados, como as esteiras transportadoras, desempenham um papel essencial na logística e na manufatura, garantindo agilidade, precisão e redução de custos. A demanda crescente por flexibilidade impulsiona o uso de esteiras modulares, que permitem reconfigurações rápidas sem grandes alterações estruturais. Trabalhos como o de Sint (2021) demonstram a viabilidade técnica e os ganhos proporcionados por soluções automatizadas.

Diante desse cenário, este projeto propõe o desenvolvimento de uma esteira modular e reconfigurável, majoritariamente fabricada por impressão 3D (FDM) e perfis estruturais de alumínio, para uso didático no curso de Engenharia Mecatrônica. O equipamento foi idealizado para ser funcional, acessível e integrável a outros projetos.

¹ Estudante do curso de engenharia mecatrônica do IFSC / Florianópolis, oliver.pg@aluno.ifsc.edu.br.

² Docente do curso de engenharia mecatrônica do IFSC / Florianópolis, vitor.borba@ifsc.edu.br.

Desenvolvido por um aluno do curso de Engenharia Mecatrônica no âmbito do PET, o projeto tem caráter didático e será utilizado em aulas práticas. No campo da extensão, destaca-se a proposta de ser uma solução de fácil construção, com materiais acessíveis, permitindo sua replicação por outras instituições. Assim, o projeto reforça a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão ao oferecer uma ferramenta educativa funcional, acessível e alinhada às necessidades da formação profissional.

Fundamentação teórica

As esteiras transportadoras são amplamente utilizadas na indústria para movimentar insumos, peças e produtos ao longo das linhas de produção, oferecendo agilidade, precisão e redução de custos operacionais. Elas se apresentam em diversos tipos, cada um voltado para necessidades específicas: as esteiras de roletes, que reduzem o atrito em cargas mais pesadas; as de correia plana, comuns em linhas de montagem e transporte interno; as modulares, feitas com peças intertravadas, ideais para curvas e aplicações com maior resistência; as com taliscas, que evitam o deslizamento em planos inclinados; e as sanitárias, voltadas a ambientes com exigência de higiene, como o setor alimentício (SINT, 2021).

Neste projeto, optou-se por uma esteira modular com correia contínua, por sua facilidade de montagem, flexibilidade e adequação a ambientes didáticos. O projeto baseia-se em conceitos de automação industrial, fabricação digital (impressão 3D FDM) e controle com microcontroladores como Arduino e ESP32. Foram utilizadas como referência o estudo de Ambrósio et al. (2024) sobre sistemas com velocidade adaptável e o projeto open source *ButtalaBuild – The POOP delivery system* (MakerWorld, 2024), que inspirou soluções estruturais e funcionais da esteira.

Procedimentos metodológicos

O desenvolvimento da esteira transportadora foi inspirado em projetos comerciais e independentes, visando uma estrutura compacta, funcional e de fácil replicação, utilizando materiais de custo reduzido e amplamente disponíveis. Para o desenvolvimento do sistema, foram empregados o **SolidWorks** (modelagem 3D), **Cura 3D** (fatiamento para impressão FDM) e **Arduino IDE** (programação do sistema embarcado).

A metodologia, baseada em Ambrósio E.M. et al. (2024), foi dividida em cinco etapas: levantamento de referencial teórico, desenvolvimento do modelo CAD reconfigurável, testes de bancada, verificação dos resultados com ajustes de estrutura e controle, e, por fim, implementação em ambiente simulado de manufatura.

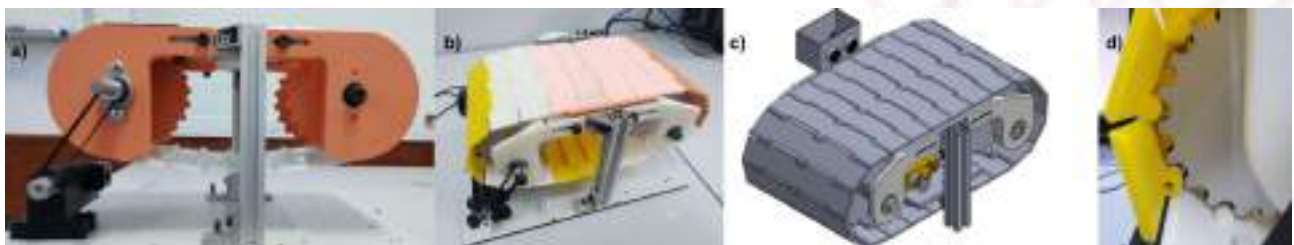
Essa abordagem resultou na criação de um protótipo funcional e proporcionou o desenvolvimento de habilidades em metodologias de projeto, CAD/CAE, eletrônica embarcada e impressão 3D. O projeto contribui para o ambiente educacional ao oferecer uma solução prática e acessível para o ensino de automação industrial.

Resultados e discussões

Embora o desenvolvimento da esteira transportadora parecesse inicialmente simples, o projeto apresentou desafios significativos. As maiores dificuldades envolveram a definição dos materiais, o método de montagem e o sistema de controle.

A partir da definição inicial do projeto e da revisão bibliográfica, foi possível estabelecer uma abordagem mais estruturada para o desenvolvimento da esteira. Na sequência, iniciou-se a construção do modelo, com foco na criação dos elos da correia já acoplados em 3D, o que facilitou a montagem e reduziu a necessidade de ajustes manuais. Foram realizados aprimoramentos dimensionais e estruturais para garantir maior estabilidade ao sistema e viabilizar sua aplicação em ambiente didático.

Figura 1 – Vista lateral (a), primeiro modelo físico (b), montagem no software (c) e detalhe da engrenagem do eixo (d).



Fonte: Autor (2024).

Como mostrado na Figura 1, o protótipo inicial foi construído com 30 cm de comprimento. Durante a montagem, surgiram falhas, como a inviabilidade de posicionar o motor entre as correias devido ao tamanho reduzido e a falta de rigidez na fixação dos eixos de alumínio, o que exigiu a instalação da estrutura sobre uma base de MDF. Os elos

da correia, inicialmente impressos em PLA, apresentaram fragilidade nas conexões e geravam ruído excessivo durante o funcionamento. Como solução, adotou-se o acoplamento direto das peças em 3D e a troca do material por PETG, que possui melhor resistência mecânica e térmica, resultando em maior durabilidade, menor ruído e maior estabilidade do sistema, corrigindo as falhas observadas no primeiro modelo.

Em paralelo ao desenvolvimento mecânico, foi trabalhado o sistema de controle. Inicialmente, utilizou-se um Arduino Uno com um driver para motor de passo e um LCD Shield como interface. Porém, devido ao uso de um redutor planetário no motor exigir maior frequência de operação, o Arduino não atendeu às necessidades e foi substituído por um ESP32, que possui maior capacidade de processamento e geração de sinais PWM. A Figura 2 apresenta ambas as soluções desenvolvidas.

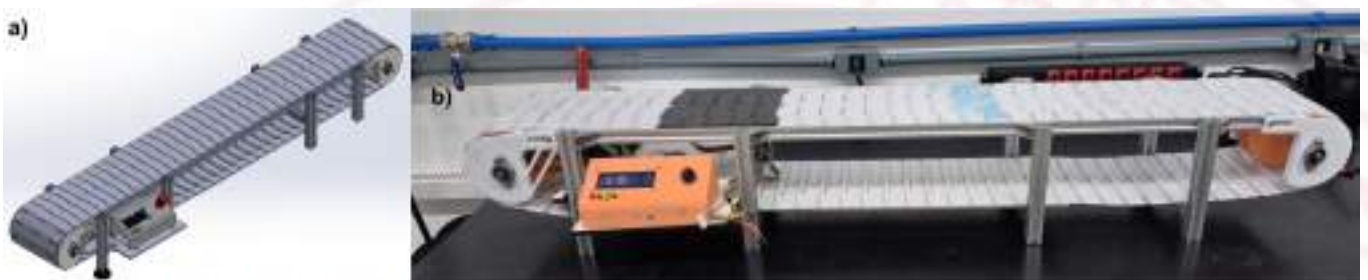
Figura 2 – Controle com arduino uno em (a) e controle com a ESP32 em (b)



Fonte: Autor (2024).

Após realizados os ajustes necessários para o correto funcionamento da esteira, foi construído um segundo modelo, desta vez com 1 metro de comprimento, no qual as melhorias identificadas anteriormente foram implementadas com sucesso como mostrado na figura 3. O protótipo funcional carece ainda de implementação em ambiente simulado.

Figura 3 – Modelo CAD da esteira (a) e esteira física montada (b)



Fonte: Autor (2024).

Considerações finais

Os objetivos propostos para o desenvolvimento da esteira transportadora foram alcançados com sucesso. A esteira construída é funcional, modular e controlada por um sistema baseado em ESP32, operando com controle de sentido e velocidade.

O projeto permitiu o aprofundamento de conhecimentos em mecânica, eletrônica e programação, fortalecendo a integração entre teoria e prática. A esteira será utilizada ainda neste semestre em aulas práticas de Engenharia Mecatrônica, com a previsão de montagem de novas unidades para ampliar sua aplicação didática.

Foram identificadas possíveis melhorias, como a implementação de controle de posição. Assim, o projeto reforça a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, abrindo novas oportunidades para o aprimoramento técnico e a inovação acadêmica.

Referência ao fomento recebido

O projeto contou com apoio institucional do Programa de Educação Tutorial (PET) do IFSC – Câmpus Florianópolis, que proporcionou orientações acadêmicas e suporte para o desenvolvimento das atividades.

Referências

SINT, Thant Htet. *Design and Implementation of Automatic Omnidirectional Conveyor Belt System*. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecatrônica) – University of Wolverhampton, 2021. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/381008250>. Acesso em: 22 abr. 2025.

Ambrósio E.M; *et al.* Estudo de técnicas e parâmetros de sistema com velocidade adaptável para esteira transportadora industrial. Anais da I Conferência Connect Tech. Local: SBCOpenLib, 2024.

BUTTALABUILD. *The POOP delivery system*. MakerWorld, 2024. Disponível em: <https://makerworld.com/en/models/437897?from=search#profileId-343727>. Acesso em: 09 maio 2024.

Estudo de Campo para o desenvolvimento de embalagem para alimentos ultracongelados para crianças em fase de introdução alimentar

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: L. AGUIAR¹; R. de O. BUGLIANI².

PET Design
Projeto de Pesquisa

Resumo:

Diante do aumento no consumo de refeições congeladas e da escassez de opções para crianças de 6 meses a 2 anos, este estudo busca subsidiar o desenvolvimento de uma embalagem para um novo produto da empresa Maria Nuts to Go. Por meio de um estudo de campo, foram mapeadas as formas de exposição e as características visuais e estruturais de embalagens de refeições congeladas para micro-ondas e alimentos prontos voltados a essa faixa etária. Observou-se que refeições congeladas são expostas em freezers, com embalagens padronizadas e foco na rotulagem superior, enquanto alimentos infantis apresentam maior apelo visual, com cores vibrantes, ilustrações lúdicas e destaque para aspectos de saudabilidade. Não foram encontrados produtos com o mesmo perfil da proposta da empresa, indicando um nicho inexplorado. O estudo apontou tendências e lacunas importantes para orientar o projeto da nova embalagem, unindo elementos visuais e estruturais dos dois segmentos analisados.

Palavras-chave: Design; embalagem; congelados; alimentação infantil.

Introdução

O Guia Alimentar para a população brasileira (BRASIL, 2014), define que a boa alimentação é aquela baseada em comida caseira, livre ou com menor quantidade de insumos artificiais em sua composição. Essa mesma proposta alimentar deve ser seguida pelas crianças, como aponta o documento complementar, o Guia Alimentar para crianças brasileiras menores de 2 anos (BRASIL, 2019), porém respeitando as devidas restrições de cada fase do desenvolvimento delas. Em contramão, a indústria dos congelados vem demarcando um aumento expressivo de consumidores no Brasil, representando hábitos e valores que conversam com necessidades da sociedade atual (FEDDERN, FERNANDES, SANDI; 2021).

¹Estudante do curso Design de Produto do Instituto Federal de Santa Catarina, luisa.a@aluno.ifsc.edu.br

² Professora do Instituto Federal de Santa Catarina, raquelbugliani@ifsc.edu.br

Neste contexto, e valendo-se da escassez de produtos congelados saudáveis para crianças em fase de introdução alimentar, a empresa Maria Nuts To Go, pretende ampliar seu rol de produtos com refeições ultra congeladas para crianças entre 6 meses e 2 anos, proposta para a qual será projetada uma embalagem. Para tal, o objetivo do estudo aqui descrito é realizar um estudo de campo em pontos de auto venda de refeições prontas congeladas para preparo em micro-ondas, e de alimentos prontos para crianças entre 6 meses e 2 anos, em busca do reconhecimento da linguagem visual das embalagens e da sua forma de exposição.

Fundamentação teórica

Segundo Rodrigues Júnior (2016), o crescimento no consumo de alimentos congelados exige embalagens mais eficientes, capazes de preservar as propriedades nutricionais e sensoriais dos produtos frente a fatores externos como luz, ar e umidade. Essas embalagens devem também resistir a variações térmicas, impedir a formação de cristais de gelo e permitir o aquecimento em fornos ou micro-ondas. Além da função protetora, cumprem papel comunicativo e mercadológico, informando sobre preparo, qualidade e marca. A eficácia depende ainda de boas condições de estocagem e de um design funcional, que alie proteção, praticidade e baixo custo.

Especificamente no caso de produtos infantis, Ugalde (2021) aponta que para além dos requisitos técnicos, as embalagens devem atrair tanto as crianças quanto seus responsáveis, usando elementos visuais como personagens, cores vibrantes e celebridades. Alegações de saúde também influenciam a percepção dos consumidores, mesmo em produtos ultraprocessados, o que pode gerar distorções. Enquanto isso, alimentos realmente saudáveis muitas vezes falham em se comunicar com o público infantil. Diante do avanço da obesidade infantil, Ugalde (2021) destaca a necessidade de embalagens que tornem os alimentos saudáveis mais atrativos para as crianças, incentivando hábitos alimentares mais equilibrados desde cedo.

Procedimentos metodológicos

O estudo de campo é uma fase do método de desenvolvimento de embalagens de Mestriner (1999) que consiste na observação in loco de produtos similares e concorrentes e seu posicionamento nos pontos de venda. Para tal, foram visitados 9 estabelecimentos comerciais na cidade de Florianópolis - SC, todos varejistas, sendo 4 supermercados de

grande porte, 4 de médio porte e 1 farmácia. Os locais foram selecionados por conveniência e julgamento e precisam conter refeições prontas congeladas e/ou opções de comida pronta para crianças menores de 2 anos. As visitas foram realizadas nos dias 27 e 28 de abril de 2025. Ainda, como recorte da análise, foram observadas as embalagens que demonstravam similaridade com o produto em desenvolvimento pela empresa Maria Nuts to Go, ou seja, embalagens capazes de comportar alimentos cremosos ou líquidos, sendo portanto desconsiderados hambúrgueres, pizzas ou correlatos. Já no mapeamento executado nas refeições especificamente infantis, o principal foco não foi o estrutural da embalagem, mas sim os elementos de linguagem visual que a compõem.

Resultados e discussões

A apresentação dos resultados foi dividida entre refeições congeladas para micro-ondas e alimentos prontos para crianças de 6 meses a 2 anos. As embalagens de congelados, encontradas em freezers horizontais ou verticais, estavam por muitas vezes, principalmente em estabelecimentos menores, expostas ao lado de outros produtos congelados. Nos horizontais, a face superior – principal área de rotulagem – fica voltada para cima. Já nos verticais, essa face pode ficar lateralizada, dificultando a visualização. As embalagens variam entre formatos retangulares e cilindros baixos, com predominância do uso da face superior como painel principal.

Figura 1 – Exemplo de disposição em gôndolas



Fonte: Autoria própria (2025).

Em sua maioria, tratam-se de embalagens com duas camadas sendo a embalagem primária, que entra em contato direto com o alimento, recipientes plásticos ou de papel impermeabilizados selados com filme plástico próprios para microondas. Envoltos por

embalagens secundárias de papel com a rotulagem. Algumas marcas menores usam bandejas com visor e filme termoencolhível. As marcas maiores tendem a usar paletas de cores que seguem o padrão da marca, sem transparência, explorando imagens atrativas (*appetite appeal*) e indicações sobre o preparo na parte frontal.

Figura 2 – Comida pronta para crianças na faixa etária de 6 meses a 2 anos.



Fonte: Autoria própria (2025).

No caso das refeições infantis, alguns estabelecimentos não ofereciam produtos específicos para a faixa etária analisada. Destaca-se a ausência de uma marca tradicional de papinhas, citada por Rissotti, Serafim e Fernandes (2015), que retirou seus produtos do mercado. Estruturalmente, essas embalagens priorizam o manuseio fácil e a autonomia da criança. Visualmente, prevalecem cores vibrantes ligadas ao sabor, além de imagens de frutas e vegetais, muitas vezes personificadas ou acompanhadas de mascotes. Uma marca, no entanto, utiliza potes de vidro com design simplificado e cores suaves. Informações frequentes incluem faixa etária, ingredientes destacados e apelos de saudabilidade como “sem açúcar”, “orgânico” e “sem conservantes”.

Considerações finais

A visita nos pontos de venda permitiu uma maior compreensão sobre as embalagens de ambas as categorias de produto, sendo um conhecimento agregador para o desenvolvimento de uma embalagem que deverá abarcar ambos os universos. Mesmo que em uma parte dos locais visitados não houvesse ambos os tipos de produtos, a inexistência de comidas prontas, congeladas, para crianças em fase de introdução alimentar, revelou uma oportunidade mercadológica e uma liberdade criativa para o desenvolvimento da embalagem, uma vez que não há padrão estrutural e nem de linguagem visual pré-estabelecidos.

Referência ao fomento recebido

Este artigo contém parte de uma pesquisa realizada no Programa PET Design. Agradecimentos à Secretaria de Ensino Superior (SESu) e ao Ministério da Educação (MEC) pelo apoio concedido.

Referências

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável. 2. ed. Brasília: MS, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Guia alimentar para crianças brasileiras menores de 2 anos. Brasília, DF, 2019.

FEDDERN, Vivian; FERNANDES, Munz Alice; SANDI, Jarbas Ari. Produtos congelados e prontos para o consumo: uma nova tendência alimentar. *Revista Avicultura Industrial*, v. 1311, n. 112, p. 20–24, jan. 2021. Disponível em: <https://agrimidia.com.br>. Acesso em: abr. 2025.

MESTRINER, Fabio. *Design de embalagem: curso básico*. São Paulo: Pearson Education, 1999.

RISSOTTI, Michelli Christine de Godoy; SERAFIM, Marcos Antônio; FERNANDES, Fabiane Rodrigues. Criação de embalagem de produto alimentício destinado à nutrição infantil de crianças da primeira infância utilizando-se de conceitos de gestão de design. *Blucher Design Proceedings*, v. 2, n. 1, p. 1638–1649, 2015. Acesso em: abr. 2025.

RODRIGUES JUNIOR, Harry. Manual para o desenvolvimento de embalagens de alimentos preparados congelados. 2016. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica e de Materiais) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1834> Acesso em: abr. 2025

UGALDE, Rita de Cássia de Mello. *A influência das embalagens de alimentos e do marketing direcionadas ao público infantil: uma revisão sistemática*. 2022. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) – Universidade Federal do Pampa, Campus Itaqui, Itaqui, 2022. Disponível em: <https://repositorio.unipampa.edu.br/jspui/handle/riu/7302>. Acesso em: abr. 2025.

ESTUDO E DESENVOLVIMENTO DE UMA MÁQUINA CNC VERTICAL

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: P. REGINATTO¹; M. MIOTTO²; D. BELLE³; P. PRESTES⁴; J. FACCIN⁵.

Projeto de Pesquisa

Resumo:

O projeto visa pesquisar os limites de aplicabilidade de uma máquina com controle numérico computadorizado (CNC) de 3 eixos que esteja disposta na vertical e que seja guiada e sustentada por cabos. Para isso, pretende-se projetar e construir um protótipo de pequeno porte, mas totalmente funcional, e assim explorar as possibilidades e limitações dessa máquina, avaliando quais os tipos de materiais que se poderá marcar e cortar com eficiência. Durante os testes também serão levados em consideração a velocidade de trabalho, a precisão, o acabamento e o custo, justamente para se obter as informações necessárias para se realizar uma exploração crítica com as vantagens e desvantagens desse tipo de máquina para os mais diversos tipos de aplicabilidade, definindo a quais nichos ela consegue satisfazer de melhor forma as necessidades dos trabalhadores, tanto para serviços residenciais mais simples como para trabalhos de nível industrial.

Palavras-chave: Máquina CNC; router; maker; automatização.

Introdução

As máquinas CNC estão cada vez mais ocupando o seu espaço na indústria, substituindo diversas atividades de produção que antes eram realizadas de forma manual. Entre os problemas dessas máquinas pode-se citar: o custo de aquisição (devido a quantidade de peças e mecanismos utilizados durante a fabricação) e o espaço ocupado dentro da fábrica (muitas vezes exigindo uma sala especial só para se alocar a máquina). A proposta dessa pesquisa é desenvolver uma nova forma de construção desse tipo de máquina, com custo de fabricação reduzido, substituindo parte do mecanismo correias de sustentação para a movimentação do trenó onde será fixada a ferramenta de corte ou marcação. Outra solução dessa proposta é a redução da ocupação espacial horizontal,

¹ Servidor, Paulo Ricardo Alves Reginatto, CT em Eletromecânica do IFSC-SMO, paulo.reginatto@ifsc.edu.br

² Servidor, Maicon Miotto, CT em Eletromecânica do IFSC-SMO, maicon.miotto@ifsc.edu.br

³ Servidor, Diogo Belle, CT em Eletromecânica do IFSC-SMO, diogo.belle@ifsc.edu.br

⁴ Estudante, Pedro Augusto Matiolo Prestes, CTI em eletromecânica do IFSC-SMO, pedro.am2007@aluno.ifsc.edu.br

⁵ Estudante, João Victor Soares Faccin, CTI em eletromecânica do IFSC-SMO, joao.vf2007@aluno.ifsc.edu.br

dispondo todo o equipamento na vertical, utilizando própria gravidade para os movimentos de cima par baixo.

Durante o projeto pretende-se pesquisar quais as possíveis ferramentas ou tecnologias podem ser utilizadas para corte e marcação. Dentre as possibilidades pode-se ambicionar o corte e marcação a laser (ou com fresas) de diversos materiais, como: MDF, borracha, acrílico, polímeros, chapas de metal, etc.

Todas essas possibilidades serão estudadas, pesquisadas e testadas pelos alunos, sempre levando em conta os aspectos financeiros, a agilidade e a qualidade do produto final. Com isso pretende-se desenvolver nos discentes também atributos profissionais, como: empreendedorismo, desenvolvimento de produto, criação, cultura maker, robótica, automação e processos industriais, indo além dos conhecimentos técnicos básicos do curso de eletromecânica.

Com a validação de funcionamento desse protótipo, poderemos propor a construção de máquinas de maior porte e mais robustas, seguindo o mesmo modelo, ampliando sua aplicabilidade para os mais diversos tipos de serviço, podendo também ser utilizada por trabalhadores externos a instituição.

Fundamentação teórica

Uma máquina CNC (Comando Numérico Computadorizado) é um sistema de automação industrial baseado em princípios de controle de movimento, mecânica de precisão e programação computacional (VALENTINI, 2012). Seu funcionamento é sustentado pela interpretação de códigos computacionais, que traduzem projetos digitais em comandos para atuadores (ex. motor de passo), garantindo precisão na usinagem (PLATT, 2016). A estrutura mecânica, composta por eixos lineares (X, Y, Z) e sistemas de transmissão (ex. correias dentadas), assegura movimentos suaves e repetíveis. Além disso, a integração entre hardware (ex. ESP32) e software permite a fabricação de peças complexas em materiais como metais, plásticos e madeira (DINIZ, 2014).

Este trabalho fundamenta-se nesses conceitos para desenvolver uma CNC com uma nova topologia, mas acessível, explorando sua aplicabilidade em prototipagem rápida e manufatura de pequena escala, alinhando-se às tendências de automação e democratização da tecnologia.

Procedimentos metodológicos

O desenvolvimento da pesquisa é focado nos discentes, dividindo-se em: estudo e pesquisa de materiais e componentes, projeto, construção e teste de viabilidade, possibilidades e limites do protótipo. Durante as etapas será aplicada a teoria de aprendizagem de Ausubel (MOREIRA, 2011) onde os alunos poderão unir as novas informações com conceitos pré-existentes em sua rede de conhecimento e também, durante a os testes, a teoria da tentativa e erro, onde será exigido o máximo desempenho do protótipo e a avaliação crítica dos discentes com relação aos resultados obtidos.

Durante a pesquisa e projeto os discentes deverão estudar e definir quais são os tipos de estruturas mecânicas que melhor se alinhem com os objetivos da máquina. Aqui devem ser considerados diversos fatores, como: o esforço mecânico, o peso e o custo. A definição do melhor material e como ele será utilizado é parte crucial da pesquisa pois servirá como base de sustentação da máquina (GROOVER, 2016). Nessa etapa também é necessário o dimensionamento da fonte, da fiação elétrica, proteção, dos motores e das correias, além do desenho técnico com a localização de todos os componentes.

Durante a construção os alunos devem utilizar todos os conhecimentos e técnicas aprendidas durante o curso de eletromecânica. Diversas partes estrutura de sustentação e fixação deverão ser usinadas e soldadas, conforme o projeto. Os materiais elétricos e eletrônicos deverão ser alocados conforme as normas de segurança. Com toda estrutura pronta pode-se partir para a programação do microcontrolador (ESP32) que fará o controle dos motores e movimento do trenó.

Na etapa final será testado o funcionamento e os limites do protótipo, avaliando toda a conjuntura de possibilidades de ferramentas e materiais. Como metodologia de teste, propõe-se que realize inicialmente as tarefas mais simples, com ferramentas e materiais que exijam pouco dos motores e assim se avance aos poucos para materiais menos maleáveis.

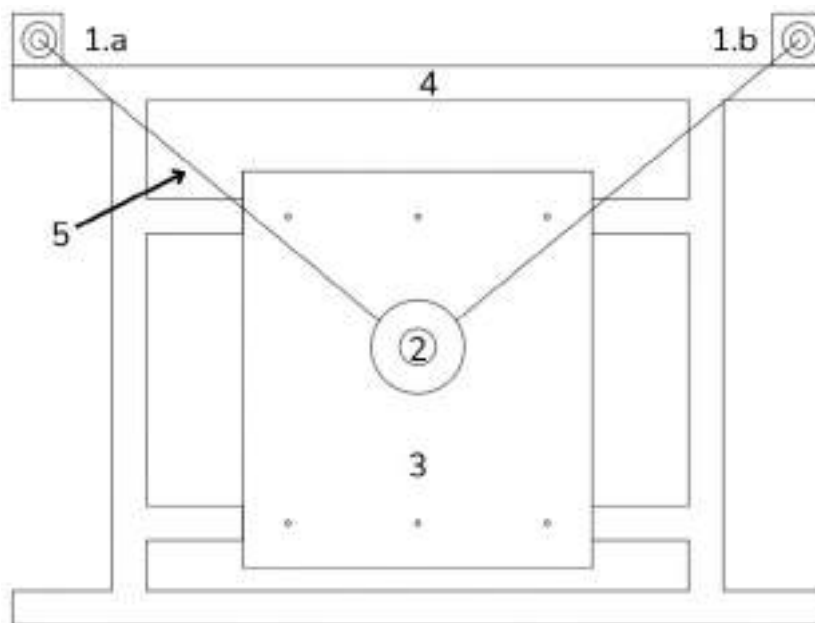
Depois de testadas possibilidades da máquina, pretende-se realizar uma abordagem geral de toda a pesquisa, avaliando o custo e as diversas operações, definindo assim seus aspectos positivos e negativos, focando nos pontos onde a máquina poderia se inserir de melhor forma considerando tanto serviços residenciais mais simples como trabalhos de nível industrial.

A etapa final determinará todos os pontos negativos e positivos desse tipo de máquina e quais são os projetos futuros, já que as possibilidades podem ser ampliadas com o aumento da potência dos motores e da estrutura de sustentação.

Resultados e discussões

Como esse trabalho ainda está em fase embrionária, não temos ainda resultados práticos. Um esboço de como ficarão dispostos cada um dos componentes foi realizado, como mostra a figura 1.

Figura 1 – Vista frontal do protótipo



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Onde:

- **1. Motores de passo:** responsáveis por mover o trenó, puxando ou soltando as correias.
- **2. Trenó:** onde será fixada de ferramenta (módulo laser, tupa ou spindle). A sustentação e movimentação do trenó é realizada pelas correias.
- **3. Matéria prima:** Material que será cortado, perfurado ou marcado (madeira, acrílico, chapas metálicas, etc.)
- **4. Estrutura mecânica:** base metálica de fixação de sustentação de todos os componentes.
- **5. Correia:** Elemento que transmite o movimento dado pelos motores de passo para o trenó.

Assim que for finalizada a montagem básica, o objetivo é ajustar o movimento do trenó e realizar um corte em uma chapa de MDF de 3mm com um módulo laser. Sequencialmente serão realizados testes mais pesados.

Considerações finais

Durante o projeto, construção, ajustes e testes do protótipo espera-se que os discentes, além de colocarem em prática toda a base dos conhecimentos adquiridos durante o curso de eletromecânica, ainda adquiram experiência em desenvolvimento de produto e metodologia de pesquisa. Acredita-se que esse aprendizado servirá como base para a evolução profissional e criação de novos equipamentos com esse tipo de princípio de funcionamento.

Em caso de êxito em algumas aplicabilidades, podemos futuramente expandir o uso desse protótipo e transformar em uma máquina operacional que poderá ser utilizada pela sociedade externa ao IFSC.

Referências

VALENTINI, Sérgio Luiz. **Comando Numérico Computadorizado: Programação e Operação de Máquinas CNC**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2012.

MOREIRA, Marco Antonio. **A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel**. São Paulo: Centauro Editora, 2011.

PLATT, Charles. **Eletrônica para makers: um manual prático para o novo entusiasta de eletrônica**. São Paulo: Novatec, 2016.

DINIZ, Anselmo Eduardo; MARCONDES, Francisco Carlos; COPPINI, Nivaldo Lemos. **Tecnologia da usinagem dos materiais**. 9. ed. São Paulo: Artliber, 2014.

GROOVER, Mikell P. **Fundamentos de Manufatura Moderna: Tecnologia e Processos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

ESTUDO SOBRE INSERÇÃO DE UMA FONTE SECUNDÁRIA DE ENERGIA EM DRONES DE COMPETIÇÃO

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: F. SILVEIRA¹; G. OLIVERA²; L. SEBASTIÃO³.

Resumo:

No contexto de competições de drones, há a necessidade de criação de estratégias de voo por parte das equipes, tendo em vista o objetivo de cada prova. Como o tempo de janela de voo para cada equipe é limitado, isso significa que a equipe deve otimizar o tempo para maximizar sua pontuação. A problemática que motiva este trabalho se caracteriza na preparação da aeronave após a troca da bateria, o que pode levar até minutos, visto que neste processo existe a inevitável desconexão dos componentes de comunicação. Neste trabalho serão abordadas três propostas de metodologia para inserção de uma fonte secundária de energia em drones de competição: inserção de um supercapacitor, bateria secundária temporária e ligação paralela de baterias. Sendo que o método que mais se destacou foi o da bateria secundária temporária.

Palavras-chave: drone; competição; bateria; super-capacitor; .

Introdução

A proposta de desenvolver soluções para a troca rápida de bateria sem desligar os equipamentos eletrônicos embarcados surgiu a partir da observação por parte de discentes e docentes de que, durante as competições organizadas pelo IFSC Câmpus Florianópolis (IFSC, 2024), as equipes perdiam um tempo considerável ao reiniciar todo o sistema eletrônico do drone após a troca de bateria. Para quantificar esta problemática coletou-se dois dados de controle, o tempo médio necessário para rearmar o drone após a troca da bateria chamado: tempo de rearme (TR) e o peso do drone original. Neste teste utilizou-se um drone quadrotor com massa total de 1418g e foram realizadas quatro medições sem a utilização de GPS e com a utilização do GPS, onde encontrou-se um tempo de rearme médio de 23s e 58s respectivamente. Motivados por esse desafio,

¹ Felipe Alves da Silveira estudante do curso engenharia elétrica do Instituto Federal de Santa Catarina campus Florianópolis, felipe.ads@aluno.ifsc.edu.br.

² Gabriel da Silva Oliveira estudante do curso engenharia elétrica do Instituto Federal de Santa Catarina campus Florianópolis, gabriel.so2001@aluno.ifsc.edu.br.

³ Leandro de Medeiros Sebastião professor do departamento de eletrotécnica do Instituto Federal de Santa Catarina, e-mail para contato: leandro.medeiros@ifsc.edu.br.

definiram-se os objetivos do projeto, estudando três possíveis alternativas técnicas para minimizar o problema.

O Laboratório de Drones do IFSC Câmpus Florianópolis - LabDrones foi utilizado como ambiente de desenvolvimento e testes, contando com o apoio da equipe de competição interna “Os Novatos”, que cedeu um drone de competição como bancada experimental.

Fundamentação teórica

Para a proposta atual pretende-se solucionar os problemas decorrentes do desligamento do drone durante a troca de bateria e para isso seguem as seguintes propostas:

O primeiro método testado foi a inserção do supercapacitor na saída *main out* da controladora de voo *Pixhawk*. A ideia por trás dessa solução, é que o capacitor seria acoplado no drone permanentemente, permitindo que durante a troca de bateria houvesse tempo necessário para desconectar a bateria principal gasta e conectar a nova sem o desligamento da controladora. De acordo com os manuais da controladora, ela pode ser alimentada com a faixa de tensão de 5V até 7,4V pela *main out* (ArduPilot, 2025).

O segundo método testado foi a conexão temporária de uma bateria de “bolso” na *main out* da controladora de voo *PixHawk*. A perspectiva dessa bateria de bolso, é que ela fosse transportada pelo responsável pela troca das baterias principais, e quando fosse realizada a troca, esta seria conectada na *main out* da *Pixhawk*, permitindo que a controladora permanecesse ligada durante a troca de baterias, dessa forma nenhum peso seria adicionado ao drone mantendo assim suas características originais. Ambos os métodos são ilustrados na figura 1.

Figura 1 - Método super - capacitor e bateria temporária



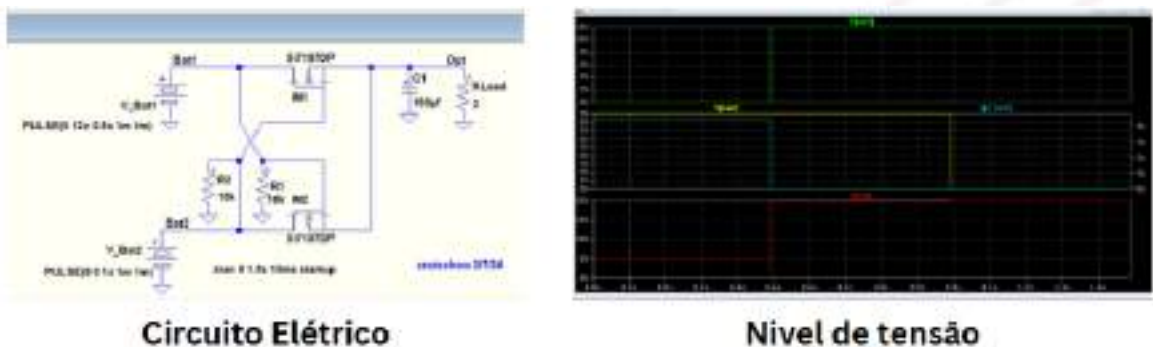
Método Super- Capacitor



Método Bateria temporária

O terceiro método foi avaliado apenas em simulações, ele se refere a ligação paralelo de duas baterias com tensões diferentes, controlado por circuito eletrônico, método conhecido como *hot swap* (troca “quente”). As baterias não podem atuar juntas já que possuirão tensão diferentes, devido a descarga em voo, isso ocasionaria um curto circuito ou faiscamento intenso, podendo causar danos. Desta forma foi buscado um circuito eletrônico capaz de fazer essa troca. Por meio do fórum do *ArduPilot*, um usuário chamado *Carl Rutschow* forneceu a ideia de um circuito eletrônico simples para *Hot Swap* (RUTSCHOW, 2024), utilizou-se esta ideia como protótipo para o circuito a ser desenvolvido e testado em ambiente controlado, pois sua falha no drone pode acarretar em acidentes, como a queda do drone.

Figura 2 - Teste de *hot swap*



Fonte: Carl Rutschow (2024,online).

Procedimentos metodológicos

Em ambientes controlados de laboratório foram conduzidos os seguintes procedimentos:

- Método Super-capacitor: escolheu-se um capacitor 1F de 5,5V, depois de serem feitas as conexões necessárias nos terminais do capacitor, este foi conectado na *saída main out* e foram realizados testes para coleta de dados.
- Método de Bateria em paralelo/*hotswap*: Não foram feitos testes experimentais, apenas simulações em *software*.
- Método de Bateria de bolso: Neste teste adaptou-se uma bateria LiPo 7,4V de aproximadamente 2600 mAh para o bolso, depois de serem feitas as adaptações necessárias foram realizados os testes.

Ao aplicar as soluções desenvolvidas, os mesmos dados foram novamente coletados, possibilitando a comparação direta dos resultados. Com base nesses dados, foi possível avaliar o tempo ganho e o impacto no peso total do drone.

Resultados e discussões

Após a coleta dos dados, houve a discussão dos resultados, sendo realizada em conjunto com os membros da equipe “Os Novatos” e o professor coordenador da equipe. Embora todos os métodos tenham levado o TR a zero, determinou-se que o método com maior eficiência é o da bateria de bolso, visto que seu tempo de desarme (tempo suficiente para o desarme do drone antes da troca da bateria principal) foi elevado, não acrescenta peso ao drone necessita de baixo tempo para conexão (tempo para aplicar o método) e mantém os eletrônicos alimentados .

Quadro 1: Resultados obtidos dos métodos

Método	Tempo de desarme	Peso adicionado (g)	Tempo inativo(s)
Super-capacitor	4	15	0
Baterias em paralelo	tempo da bateria principal	27 ³	0
Bateria de bolso	5400	0	5

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Considerações finais

Ao final do estudo sobre métodos para manter os componentes eletrônicos ligados durante a troca de bateria, concluiu-se que todos os procedimentos são funcionais, com destaque para o uso da "bateria de bolso", por ser menos perigoso. A atividade proporcionou um aprendizado significativo sobre alternativas de alimentação da controladora de voo *PixHawk*. O estudo incentivou desenvolvimento de soluções práticas e contribuindo para a formação técnica dos envolvidos. Apesar de algumas dificuldades, relacionadas a encontrar a documentação para o estudo, os resultados alcançados demonstraram a efetividade dos métodos propostos. Os esforços para integrar ensino e

³ Foi realizada a estimativa dos componentes necessários para a instalação da bateria secundária.

pesquisa foram bem-sucedidas, e a equipe projeta ampliar essa integração em futuras iniciativas.

Referência ao fomento recebido

Este trabalho foi viabilizado com apoio do Câmpus Florianópolis do IFSC, com a viabilização de espaço físico para as atividades do Laboratório de Drones e destaque para o DAE (Departamento Acadêmico de Eletrotécnica) que fornece a infraestrutura complementar do laboratório. Registra-se também o apoio da FEESC (Fundação Stemmer para Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação), por meio do edital “Conexões para Inovar”, que contemplou a equipe de drones do Câmpus Florianópolis nos anos de 2024 e 2025;

Referências

ArduPilot. **Powering the PixHawk**. ArduPilot, 2024. Disponível em:

<<https://ardupilot.org/copter/docs/common-powering-the-pixhawk.html>>. Acesso em: 7 de abr. de 2025.

IFSC. **Regulamento Competição de Drones IFSC Câmpus Florianópolis 2024**.

Florianópolis: IFSC, 2024. Disponível em:

<https://drive.google.com/file/d/14-Zpn_keK0xSTiHvYBS_luffaR2sKWuS/view>. Acesso em: 24 abr. 2025

RUTSCHOW, C. **Swapping batteries on drone**, ArduPilot, 2024. Disponível em:

<<https://discuss.ardupilot.org/t/hot-swapping-batteries-on-drone/108622>>. Acesso em: 7 de abr. de 2025.

Field Oriented Control aplicado a um Motor Síncrono de Ímãs Permanentes

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: D. S. Saes¹; M. S. Ortmann²; R. Brito³.

Resumo:

A evolução tecnológica nas áreas de máquinas elétricas e eletrônica de potência tem proporcionado algumas mudanças nas indústrias. Neste contexto, destaca-se a utilização dos motores síncronos de ímãs permanentes, os PMSMs, principalmente em substituição aos motores de indução nos veículos elétricos. Esta mudança, no entanto, tem sido possível graças às técnicas de controle cada vez mais eficientes. Em aplicações de mobilidade elétrica, o controle vetorial apresenta resultados melhores e mais precisos em comparação ao controle escalar. Dentre os métodos de controle vetorial aplicados, o *Field Oriented Control* (FOC) e o *Direct Torque Control* (DTC) possuem o maior destaque. Mesmo tendo princípios de funcionamento distintos, ambas as técnicas objetivam o controle de torque eletromagnético e fluxo de forma independente. Neste documento será apresentado um estudo da técnica de controle FOC em um motor síncrono de ímãs permanentes, validado por meio de simulações numéricas.

Palavras-chave: Controle vetorial de um PMSM; FOC aplicado ao PMSM; controle de motor síncrono de ímãs permanentes.

Introdução

Os avanços tecnológicos em materiais ferromagnéticos, eletrônica de potência e técnicas de controle têm permitido o acionamento mais eficiente de máquinas elétricas em corrente alternada, especialmente em aplicações industriais com necessidade de variação de velocidade. Nesse contexto, as máquinas síncronas de ímãs permanentes (PMSM) vêm sendo amplamente utilizadas na tração de veículos híbridos e elétricos, substituindo as máquinas de indução devido à sua alta eficiência e densidade de potência. Entre as estratégias de controle mais eficazes estão o *Field Oriented Control* (FOC) e o *Direct Torque Control* (DTC), ambos voltados ao controle independente de fluxo e torque. Este trabalho adota a técnica FOC, que utiliza transformações de Clarke e Park para converter o sistema de coordenadas estacionário (abc) em rotativo (dq), facilitando o controle do motor PMSM (MORIMOTO, 2007).

¹ Estudante do curso de Engenharia Elétrica do IFSC – Campus Florianópolis/Mestrando do curso de Sistemas Elétricos de Energia no Instituto Superior de Engenharia do Porto, danilo.ss05@aluno.ifsc.edu.br.

² Docente, Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, Engenharia Elétrica do IFSC – Campus Florianópolis, marcio.ortmann@ifsc.edu.br.

³ Docente, Departamento de Engenharia Eletrotécnica no Instituto Superior de Engenharia do Porto, rmb@isep.ipp.pt.

Fundamentação teórica

Como o próprio nome sugere, o PMSM se diferencia de um motor síncrono convencional, principalmente, pela utilização de ímãs permanentes ao invés de um enrolamento de campo, ou excitação (JORDÃO, 2013). Considerando o sistema abc , as tensões dos enrolamentos do estator do motor síncrono de ímãs permanentes são dadas por (1), em que v_x , i_x , R_x e ψ_x , com $x = (a, b, c)$, são as tensões, correntes, resistências elétrica e fluxos, respectivamente, em cada enrolamento.

$$v_a = R_a i_a + \frac{d\psi_a}{dt}, \quad v_b = R_b i_b + \frac{d\psi_b}{dt}, \quad v_c = R_c i_c + \frac{d\psi_c}{dt} \quad (1)$$

No entanto, por meio das Transformadas de Clarke e Park, é possível passar estas equações (e suas variáveis) do sistema abc , cujos eixos são estacionários e, por isso, as grandezas variam no tempo, para o sistema dq , em que seus eixos giram na mesma velocidade elétrica síncrona ω_e do motor. Por este motivo, as grandezas tornam-se constantes no tempo (em regime permanente). Logo, as tensões v_d e v_q serão dadas por (2), em que i_d e i_q são as correntes, L_d e L_q as indutâncias, sendo que os subscritos d e q denotam as respectivas grandezas de eixos direto e em quadratura, respectivamente. Ainda, $R_s = R_{a,b,c}$ e ψ_f é o fluxo dos ímãs permanentes.

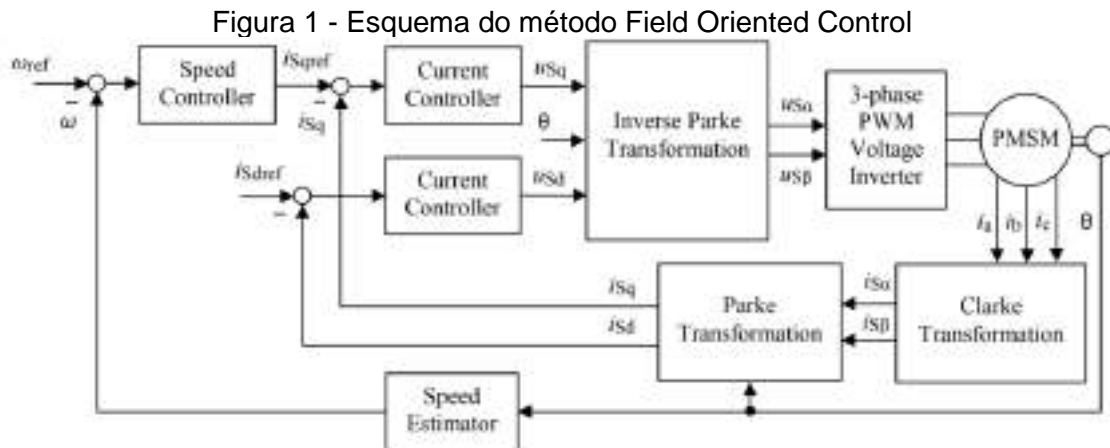
$$v_d = R_s i_d - \omega_e (L_q i_q) + \frac{d}{dt} (L_d i_d + \psi_f), \quad v_q = R_s i_q + \omega_e (L_d i_d + \psi_f) + \frac{d}{dt} (L_q i_q) \quad (2)$$

O torque eletromagnético T_e da máquina é dado por (3), em que pp é o número de pares de polos do motor.

$$T_e = \frac{3}{2} pp (i_q \psi_f) + \frac{3}{2} pp (L_d - L_q) i_d i_q \quad (3)$$

O Controle Orientado de Campo, do inglês, *Field Oriented Control* (FOC) é uma técnica de controle vetorial amplamente utilizada no controle de motores de corrente alternada. Inicialmente, foi concebido para aplicação em motores de indução, mas, posteriormente, foi modificado para ser implementado nos motores síncronos de ímãs permanentes. A base do método FOC é o controle independente de fluxo e torque eletromagnético, fundamentado na mudança de coordenadas abc para dq mencionada anteriormente (KOLANO, 2023). A Figura 1 apresenta o esquema de utilização do método FOC. Vale mencionar que o *Field Oriented Control* pode ser implementado com sensor (encoder) no rotor ou sem, para que possa ser conhecida a sua posição e velocidade. No caso em que este sensor não é utilizado, tem-se o *Sensorless Field Oriented Control*, e

neste cenário a posição do rotor já não é determinada de forma direta, mas passa a ser estimada, bem como a velocidade elétrica. Para este fim existem técnicas já consolidadas, sendo que a adotada neste trabalho foi a chamada *Synchronous Reference Frame - Phase-Locked Loop* (SRF-PLL). Para isso é necessário um auxílio na partida do motor e, portanto, optou-se por fazer a partida em rampa, utilizando a técnica V/f (SÁ, 2012).



Fonte: BIDA; SAMOKHVALOV; AL-MAHTURI (2018).

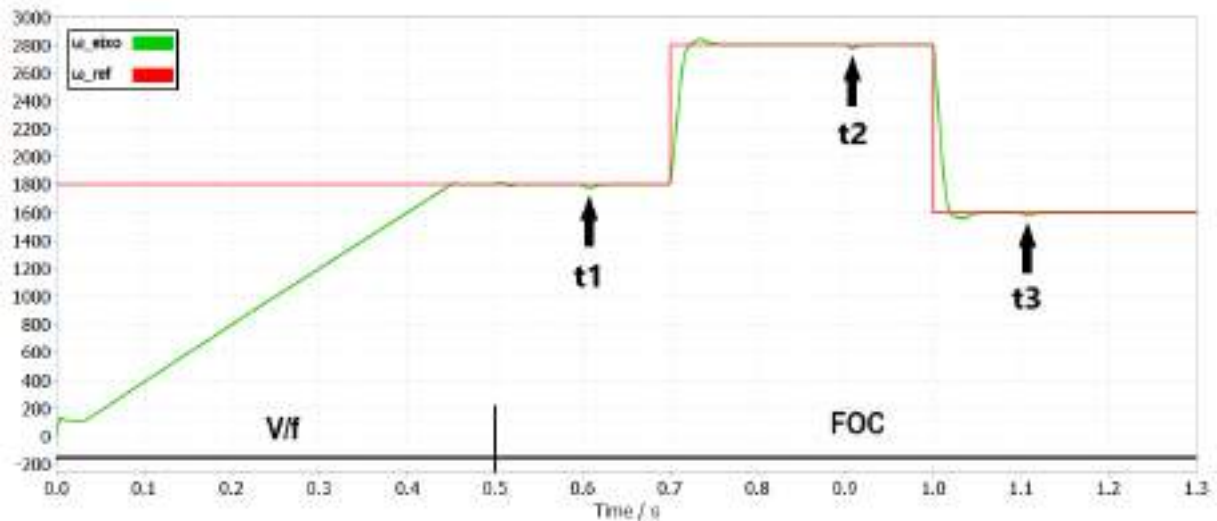
Procedimentos metodológicos

Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os tópicos fundamentais para o controle FOC. Finalizada esta etapa, foram realizados ensaios em um motor síncrono de ímãs permanentes (Nanotec DB43C048030-A, 48 V, 138 W) para determinar os parâmetros que seriam utilizados no controle, tais como fluxo dos ímãs, resistência e indutância elétricas. Posteriormente, estes valores foram aplicados em uma simulação numérica, no *software* PLECS, por meio do qual foram validados os conceitos estudados. O principal objetivo era analisar a resposta do motor em meio à variação de torque em seu eixo.

Resultados e discussões

Com relação à resposta do motor, a aplicação de torque em seu eixo foi feita em três momentos diferentes, sendo eles $t_1 = 0,6 s$, $t_2 = 0,9 s$ e $t_3 = 1,1 s$, em cada um desses instantes o aumento foi de $0,01 N.m$, e em $t = 0,7 s$ e $t = 1,0 s$ ocorrem alterações na referência de velocidade do motor. Além disso, como mencionado anteriormente, a partida do motor deu-se com técnica escalar V/f, e em $t = 0,5 s$ foi feita a transição para o controle FOC. A Figura 2 mostra a velocidade do eixo e sua referência (ambas em *rpm*), com detalhes nos momentos de aplicação de torque.

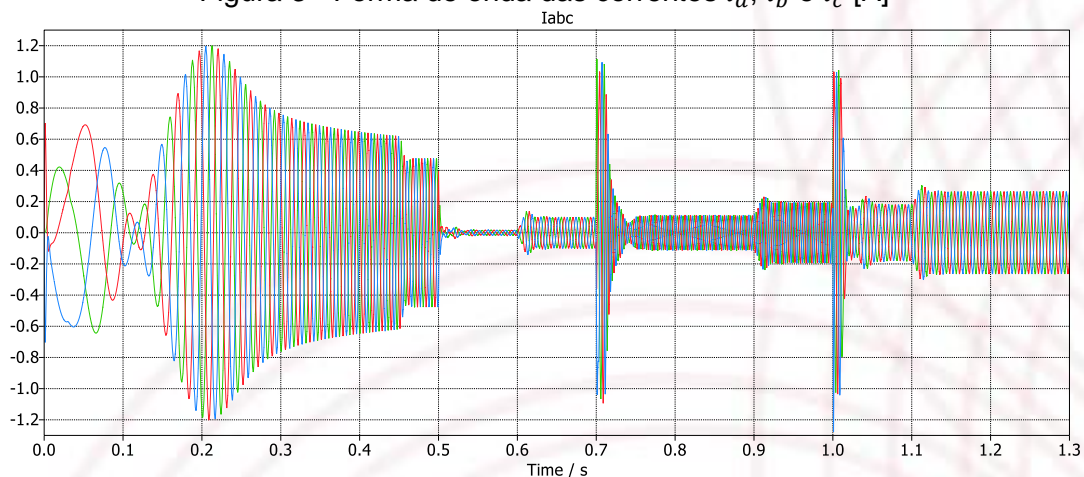
Figura 2 - Comparação da velocidade no eixo do motor com a velocidade de referência (ambas em rpm)



Fonte: Elaboração do autor.

Além desta análise, também é interessante observar a evolução da corrente elétrica das fases do estator, principalmente antes e depois da transição de V/f para FOC. A Figura 3, então, contém as formas de onda das correntes i_a , i_b e i_c . Percebe-se que houve uma grande diminuição no valor das correntes a partir de $t = 0,5 s$. Não obstante, apresenta acréscimos nos instantes em que é aplicado torque em seu eixo, e há picos nos instantes em que a referência de velocidade muda. Ou seja, o controle FOC proporcionou um consumo menor de corrente elétrica, o que pode ser traduzido, ainda, em menores perdas no sistema.

Figura 3 - Forma de onda das correntes i_a , i_b e i_c [A]

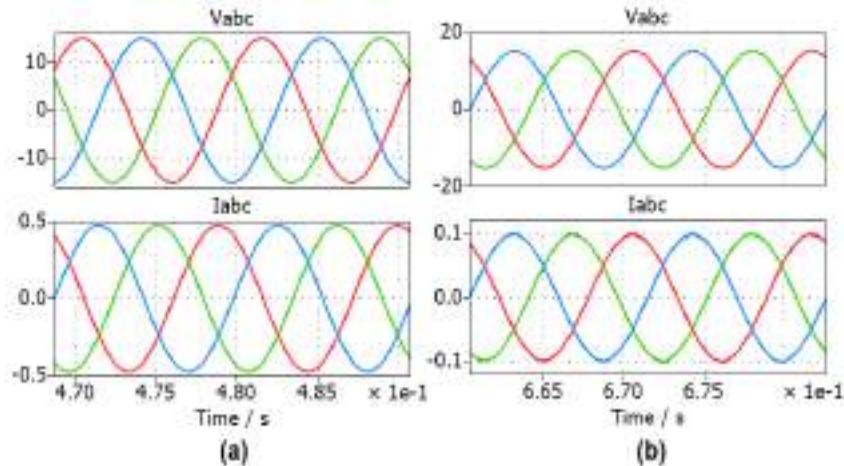


Fonte: Elaboração do autor.

Por fim, podem ser analisadas as correntes juntamente às tensões v_a , v_b e v_c , pois pode-se identificar que no período em que o motor é acionado em V/f, existe uma

defasagem entre a tensão e a corrente. No entanto, a partir do momento em que o controle FOC é utilizado, esta defasagem é, praticamente, inexistente. Isto pode ser visto na Figura 4 (foi utilizado um filtro de média móvel para obter a forma de onda das tensões e correntes).

Figura 4 - Forma de onda das tensões e correntes do motor: (a) V/f; (b) FOC



Fonte: Elaboração do autor.

Considerações finais

Portanto, observa-se que o método *Field Oriented Control* proporcionou uma boa resposta dinâmica ao motor, relativamente rápida e amortecida no que diz respeito às variações de velocidade. Comparado ao controle escalar V/f, notou-se uma considerável redução no consumo de corrente elétrica, o que resulta em menores perdas tanto ao circuito interno do motor, quanto ao circuito do conversor (aumentando a eficiência do sistema). Além disso, na última análise pôde-se identificar a diminuição praticamente total da defasagem entre tensão e corrente do motor quando o controle FOC passa a ser utilizado.

Referências

- JORDÃO, R. **Máquinas Síncronas**, 2ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2013.
- KOLANO, K. New method of vector control in PMSM motors. **IEEE Access**, p. 1–1, 2023.
- MORIMOTO, S. Trend of permanent magnet synchronous machines. **IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering**, v. 2, n. 2, p. 101–108, mar. 2007.
- SÁ, T. O. **Traction Control in Electric Vehicles**. Dissertação de Mestrado — Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP): [s.n.].
- BIDA, V. M.; SAMOKHVALOV, D. V.; AL-MAHTURI, F. SH. **PMSM vector control techniques — A survey**. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/8317164>>. Acesso em: 6 mar. 2025.

Foguete GG rocket

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: G. N. KNOP¹; T. L. MELLO², L. M. FERMINO³, M. da S. JUSTINO⁴; L. R. P. RAUTA⁵; R. A. BENINCA⁶

EDITAL N°29/2024/PROPI/GAS
Projeto de Pesquisa

Resumo:

O foguete GG rocket foi desenvolvido pelo grupo de foguetes do ifsc - gaspar (GFIG), com o objetivo de participar do Festival Baranoff de foguetemodelismo na categoria T10 (10s de voo), foi idealizado com o software de simulação OpenRocket, e construído a partir deste projeto. Foi lançado 22/02/2025, realizando um voo de 6,03s e conquistando a terceira posição. Este trabalho visa apresentar o projeto desenvolvido e discutir os resultados obtidos com esse projeto.

Palavras-chave: foguete; foguetemodelismo; competição; gg-rocket; motor.

Introdução

O foguete GG Rocket foi um minifoguete desenvolvido pela equipe GFIG com o objetivo de participar do Festival Baranoff de foguetemodelismo, evento promovido anualmente pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Este festival tem como propósito incentivar a aplicação prática dos conhecimentos de engenharia, física e aerodinâmica por meio do desenvolvimento e lançamento de minifoguetes, dentro de categorias previamente definidas.

O GG Rocket foi projetado especificamente para competir na categoria T10, a qual impõe restrições relacionadas ao tempo de voo, tamanho e dimensões do foguete. Para garantir precisão e segurança em seu desenvolvimento, o projeto foi inteiramente elaborado no software de simulação OpenRocket, uma ferramenta amplamente utilizada no meio acadêmico para modelagem e análise de desempenho de foguetes.

¹Estudante do Curso Técnico Integrado em Química do IFSC - Câmpus Gaspar, guilhermeknop26@gmail.com.

²Estudante do Curso Técnico Integrado em Química do IFSC - Câmpus Gaspar, luizathamilly@gmail.com.

³Estudante do Curso Técnico Integrado em Química do IFSC - Câmpus Gaspar, munizferminolaura@gmail.com.

⁴Servidor da área de Física do IFSC – Câmpus Gaspar, mauricio.justino@ifsc.edu.br.

⁵Servidor da área de Informática do IFSC – Câmpus Gaspar, leonardo.rauta@ifsc.edu.br.

⁶Servidor da área de Informática do IFSC – Câmpus Gaspar, romulo.beninca@ifsc.edu.br.

O foguete foi equipado com um motor B6-4, de fabricação nacional pela empresa Bandeirante, o qual oferece uma combinação adequada de empuxo e tempo de queima para atender às exigências da competição. O desenvolvimento do GG Rocket envolveu diferentes etapas, desde o planejamento estrutural até a análise de voo, proporcionando à equipe uma experiência em projetos de engenharia aeroespacial em pequena escala.

Fundamentação teórica

O desenvolvimento de foguetes experimentais, como os minifoguetes utilizados em competições acadêmicas, exige conhecimentos teóricos multidisciplinares, especialmente nas áreas de aerodinâmica, física, engenharia de materiais e sistemas de propulsão. O projeto do minifoguete GG rocket baseia-se nos princípios fundamentais da dinâmica de voo, especialmente nas leis do movimento de Newton: Ação e Reação.

A simulação computacional tem papel central no processo de concepção e otimização do foguete. O software OpenRocket é amplamente utilizado no meio educacional por oferecer uma plataforma gratuita e acessível capaz de simular diversos parâmetros do voo, como estabilidade, aceleração, altitude máxima, tempo de queima e recuperação por paraquedas. Ele permite modelar com precisão a geometria do foguete, selecionar motores compatíveis e prever o comportamento dinâmico ao longo de todas as fases do voo.

Um dos conceitos centrais na modelagem é a estabilidade do foguete, determinada pela relação entre o centro de gravidade (CG) e o centro de pressão (CP). Para que o foguete seja considerado estável, o CG deve estar à frente do CP em pelo menos uma a duas vezes o diâmetro do corpo do foguete. Essa configuração assegura que o foguete mantenha a trajetória retilínea durante a fase de propulsão e subida.

Além disso, os dados de empuxo do motor são incorporados à simulação, permitindo analisar a curva de aceleração e o comportamento do foguete. O motor B6-4, por exemplo, oferece um empuxo médio adequado para modelos leves e conta com um atraso de 4 segundos antes da ejeção do sistema de recuperação, tempo crucial para garantir que o foguete atinja seu apogeu antes da abertura do paraquedas.

Procedimentos metodológicos

A metodologia adotada para a realização deste projeto baseou-se nas diretrizes estabelecidas pelo regulamento da competição, que define como desafio principal a

construção de um minifoguete utilizando motor comercial com classificação até B, cujo tempo de voo deve ser o mais próximo possível de 10 segundos. Para alcançar esse objetivo, inicialmente foi realizada uma etapa de planejamento e simulação do modelo por meio do software OpenRocket, durante essa fase, foram definidos os principais parâmetros do minifoguete, como dimensões do corpo tipo e posicionamento das aletas, massa total, distribuição de peso e escolha do motor adequado. Através das simulações, foi possível prever o comportamento do foguete durante o voo e realizar ajustes finos no projeto antes da construção física. A Tabela 1 apresenta os dados de uma simulação de voo realizada no OpenRocket

Tabela 1 – Dados simulados

nome	motor	apogeu	tempo de voo
padrão OpenR.	B6-4	88,7m	9,23s
0°	B6-4	89,4m	9,21s
5°	B6-4	87,2m	9,04s
10°	B6-4	83,4m	8,79s

Com base no modelo validado nas simulações, partiu-se para a fase de construção do minifoguete, respeitando as especificações estabelecidas no projeto virtual. Foram utilizados materiais de acordo com os requisitos de segurança e desempenho exigidos para esse tipo de competição, garantindo a fidelidade entre o modelo simulado e o protótipo real. Essa abordagem metodológica permitiu otimizar o desempenho do minifoguete e aumentar as chances de atingir o tempo-alvo de 10 segundos de voo. A Figura 2 apresenta a representação virtual do foguete projetado.

Figura 2 – Modelo 3D do foguete



Fonte: OpenRocket

Resultados e discussões

O lançamento do minifoguete ocorreu durante o evento oficial da competição (Figura 3), sendo realizado com sucesso logo na primeira tentativa. O veículo apresentou estabilidade durante a fase de ascensão, conforme previsto nas simulações realizadas. O sistema de ejeção do paraquedas foi corretamente acionado no apogeu do voo, demonstrando o funcionamento eficiente do mecanismo de recuperação.

No entanto, apesar da ejeção ter ocorrido conforme o planejado, o impacto com o solo resultou na separação do corpo do minifoguete em duas partes. Esse dano estrutural sugere que o sistema de recuperação, embora funcional, pode ter tido falhas na absorção de impacto, possivelmente devido à escolha dos materiais ou ao dimensionamento do paraquedas. Essa ocorrência será analisada em etapas futuras do projeto, visando melhorias na resistência mecânica e na eficácia da desaceleração do pouso.

Figura 3 – Foguete na base de lançamento



Fonte: Autoria própria

Com relação ao tempo de voo, o minifoguete permaneceu no ar por aproximadamente 6,03 segundos, o que representa uma diferença de 3,97 segundos a menos em relação ao tempo-alvo de 10 segundos estipulado pela competição. Esse resultado indica que, embora o foguete tenha cumprido os requisitos básicos de voo e recuperação, ajustes adicionais são necessários para otimizar a performance e prolongar o tempo em voo, como a utilização de motores com maior impulso ou ajustes na massa e aerodinâmica do foguete.

Apesar dessas limitações, o desempenho do projeto foi satisfatório dentro do contexto da competição, resultando na classificação da equipe na 3ª posição geral. Esse resultado demonstra a eficácia do planejamento e da execução do projeto, além de evidenciar o potencial de melhorias que podem ser implementadas nas próximas versões do minifoguete.

Considerações finais

Conclui-se que o objetivo de planejar, construir e lançar um foguete para o Festival Baranoff de foguetemodelismo foi alcançado. Essa experiência reforçou o conhecimento da equipe em diversas áreas, tanto na parte técnica (planejamento, construção, lançamento e etc.) tanto na parte de conhecer novas equipes, pessoas e espaços. O aprendizado obtido com esta experiência será fundamental para o aprimoramento técnico da equipe e para a evolução dos futuros protótipos. Pretende-se continuar participando de competições, tanto o festival baranoff de foguetemodelismo, tanto outras competições como o festival felix de foguetemodelismo, da LASC (Latin American Space Challenge) e OBAFOG (Olimpíada Brasileira de Foguetes).

Referência ao fomento recebido

Os autores agradecem o apoio recebido pelos editais EDITAL N°29/2024/PROPPI/GAS e Chamada Pública Interna No 01/2025 - Apoio À Participação Em Eventos Por Discentes Do Câmpus Gaspar do IFSC.

Referências

OPENROCKET. *Open-source model rocket simulation software*. **OpenRocket**, s.d. Disponível em: <https://openrocket.info/>. Acesso em: 28 abr. 2025.

CORRÊA, A.C.L.; ZUCHI, E.L.; FISCHER, M.J.; BATSCHAUER, D.V.; RIBEIRO, M.M.; RAUTA, L.R.P.; JUSTINO, M.. Desenvolvimento de foguetes de baixa altitude para auxiliar no ensino. Anais do XII Computer On The Beach - Cotb '21, [S.L.], p. 547-550, 29 abr. 2021. Universidade do Vale do Itajaí. <http://dx.doi.org/10.14210/cotb.v12.p547-550>

KNOP, G. N.; PEREIRA, H. W. O.; DIAS, V. M.; RAUTA, L; JUSTINO, M. S.; BENINCA, R. A.; Análise da eficiência de propelentes sólidos quanta à variação de combustível e oxidante da mistura. Sepei 2024 - Seminário de Ensino, Pesquisa, Extensão e Inovação do IFSC, São Miguel do Oeste/SC, 2024.

IFSCGuru: Sistema Inteligente de Recomendação para Condições de Surfe

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

**Autores: V.H. GIESE¹; L.A.B. MARTINS¹; M.V. HOFFMANN¹; L.P. HUNT¹;
J.H. QUOOS²; T. L.PAES³.**

Projeto de Ensino e Pesquisa

Resumo:

O projeto IFSCGuru propõe o desenvolvimento de uma plataforma digital gratuita voltada a surfistas das cidades de Garopaba e Imbituba, no litoral sul de Santa Catarina. A ferramenta tem como objetivo fornecer recomendações personalizadas de praias para a prática do surfe, com base em dados meteoceanográficos em tempo real, como direção e intensidade dos ventos, maré, swell e altura das ondas, obtidos por meio de APIs e sensores locais. O sistema considera o perfil do usuário — nível de experiência, características físicas e preferências — para oferecer sugestões adequadas e alertas de segurança, como os períodos de interdição das praias em função da pesca artesanal da tainha. A metodologia envolve a construção de uma base de dados georreferenciada, a integração de dados meteorológicos e ambientais, e o desenvolvimento de um aplicativo web responsivo utilizando Flutter e Dart. Atualmente em fase de desenvolvimento, a plataforma será interativa e acessível, integrando tecnologia, cultura surfista, conservação ambiental e conhecimento tradicional. O projeto representa uma iniciativa de ensino, pesquisa e extensão do IFSC Câmpus Garopaba, conectando ciência, território e práticas locais de forma inovadora, sustentável e socialmente comprometida.

Palavras-chave: Surfe; Sensoriamento Remoto; Plataforma Web; Dados Ambientais; Sustentabilidade Costeira.

Introdução

Garopaba e Imbituba, municípios litorâneos do sul de Santa Catarina, são reconhecidos como principais pólos da prática do surfe, destacando-se por suas formações geomorfológicas únicas e pela intensa movimentação turística voltada aos esportes náuticos. Com 19 praias de características distintas, essas localidades fazem parte da Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca (APABF), região de relevante valor ecológico e social. No entanto, embora possuam potencial para o ecoturismo e esportes,

¹ Estudante do Curso Técnico Integrado em Informática
[vitor.g2007|lucas.am2007|murilo.vh2007|luc.p09]@aluno.ifsc.edu.br.

² Servidor [Garopaba/ Geografia] do Instituto Federal de Santa Catarina, joao.quoos@ifsc.edu.br.

³ Servidor [Garopaba/ Informática] do Instituto Federal de Santa Catarina, thiago.paes@ifsc.edu.br.

enfrentam uma lacuna na oferta de informações meteoceanográficas específicas e atualizadas para cada praia — o que dificulta a tomada de decisões seguras e eficientes por parte dos surfistas.

A partir dessa realidade e da vocação esportiva e ambiental da região, o projeto IFSCGuru propõe o desenvolvimento de uma plataforma digital que forneça, em tempo real, recomendações personalizadas sobre as condições do mar nas praias de Garopaba e Imbituba. O sistema utilizará dados meteorológicos de fontes como o WindGuru e CPTEC-INPE, e integrará perfis personalizados dos usuários, considerando variáveis como nível de experiência, porte físico e preferências individuais. Além disso, o IFSCGuru alertará sobre possíveis riscos, como restrições relacionadas à pesca artesanal da tainha, promovendo segurança.

O objetivo geral do projeto é planejar, prototipar e desenvolver um sítio *web* bem adaptado ao fornecimento de informações úteis para a tomada de decisão quanto à prática de surfe nas regiões de Garopaba e Imbituba, por meio de informações meteoceanográficas detalhadas e atualizadas. A proposta nasceu no IFSC Câmpus Garopaba e reflete o compromisso institucional com o desenvolvimento regional por meio da integração entre ensino, pesquisa e extensão. A plataforma é fruto de um projeto colaborativo entre estudantes e docentes, unindo áreas como geografia, meteorologia, informática e esportes. Ao conectar ciência e práticas locais, o IFSCGuru representa uma inovação tecnológica com potencial de fortalecer a cultura surfista da região, promover o uso sustentável do território e consolidar o IFSC como agente ativo na transformação social e educacional do litoral catarinense.

Fundamentação teórica

O projeto IFSCGuru está ancorado em uma relação direta entre o conhecimento científico, a tecnologia e a realidade socioambiental de Garopaba e Imbituba, municípios com forte vocação para o turismo e os esportes náuticos. O surfe, além de seu valor esportivo, cultural e econômico, está intimamente ligado à geografia local. Segundo Ab'Saber (2006), a região se caracteriza por praias sincopadas, promontórios e campos de dunas, formando um patrimônio geomorfológico singular que favorece práticas como o surfe, windsurf e kitesurf. Essa riqueza natural, protegida parcialmente pela APA da Baleia

Franca, exige uma abordagem sustentável e integrada ao uso do território, especialmente em momentos de sobreposição de atividades, como na safra da tainha.

Entretanto, a ausência de dados meteoceanográficos locais em escala detalhada tem dificultado a prática segura e eficiente do surfe. As plataformas disponíveis atualmente apresentam informações genéricas e de baixa precisão regional, baseadas em estações distantes como Florianópolis ou Laguna (INMET, 2024), o que limita a confiabilidade das previsões para cada praia. Além disso, essas ferramentas ignoram fatores locais essenciais, como relevo submarino, orientação de *swell* e restrições sazonais de uso das praias.

Nesse contexto, a proposta do IFSCGuru busca preencher essa lacuna ao oferecer um sistema web gratuito, com previsões personalizadas baseadas em modelos globais, integrando variáveis como maré, vento, altura das ondas e perfil do usuário. A fundamentação teórica do projeto também se apoia em estudos sobre a história do surfe, que mostram sua transformação de prática ancestral havaiana em fenômeno cultural global (RONDINELLI, 2024), e nas discussões sobre igualdade de gênero no esporte, inclusão e representatividade (MONTEIRO, 2017).

Por fim, o IFSCGuru se posiciona como uma ferramenta inovadora, que utiliza tecnologias como APIs meteorológicas, sensoriamento remoto e inteligência artificial para democratizar o acesso à informação e promover a segurança e o desenvolvimento do surfe de forma sustentável e acessível. Ao fazer isso, conecta os pilares do ensino, da pesquisa e da extensão, atuando diretamente na valorização do território e no apoio à comunidade surfista local.

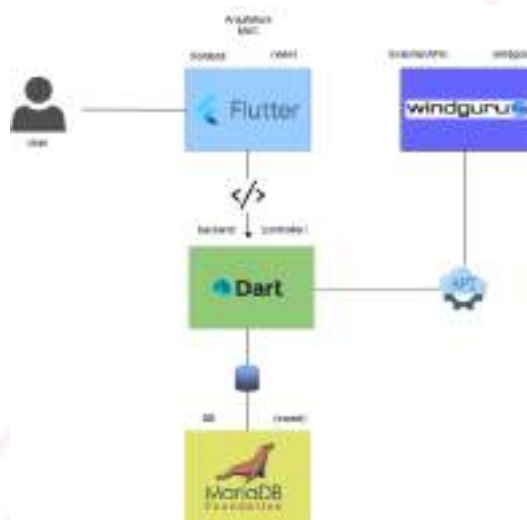
Procedimentos metodológicos

Para o desenvolvimento do sistema IFSCGuru, a metodologia envolve: (i) revisão bibliográfica sobre as condições do surfe em Garopaba e Imbituba, períodos de pesca artesanal e tecnologias *web*; (ii) elaboração de base cartográfica com dados de localização, orientação, batimetria e morfodinâmica das praias; (iii) integração de dados meteoceanográficos via APIs e sensores locais; (iv) organização das informações em banco de dados com atualização contínua; (v) desenvolvimento do aplicativo web Flutter.

Resultados e discussões

Até o momento, o projeto avançou em diversas frentes que sustentam a implementação da plataforma proposta. Foram concluídas as etapas de levantamento bibliográfico e construção da base cartográfica das praias da região, contendo dados de batimetria, orientação litorânea e áreas de sobreposição com atividades pesqueiras artesanais. No que se refere à integração com dados externos, foram realizados testes preliminares de coleta e tratamento de dados meteoceanográficos via APIs do Windguru, com sucesso na obtenção de variáveis como vento, *swell* e maré em tempo real. Essa etapa possibilitou a validação parcial da viabilidade técnica do sistema de ingestão de dados, que servirá de base para a geração de recomendações futuras. Paralelamente, foi iniciado o processo de prototipação da aplicação *web* em Flutter e Dart, com o desenvolvimento da arquitetura baseada no padrão Model-View-Controller (MVC). A Figura 1 apresenta o modelo estrutural da arquitetura do sistema, destacando a divisão entre interface (*View*), lógica de aplicação (*Controller*) e banco de dados (*Model*), além das conexões com APIs externas como Windguru e CPTEC-INPE.

Figura 1 – Arquitetura do sistema IFSCGuru.



Fonte: Desenvolvida pelos autores (2025).

Os próximos passos incluem o refinamento da interface gráfica, a implementação de filtros por perfil de usuário e o cruzamento com dados sobre a safra da tainha. Tais funcionalidades visam tornar o IFSCGuru não apenas um instrumento técnico de apoio ao

surfe, mas uma ferramenta de educação ambiental e integração comunitária.

Considerações finais

O projeto IFSCGuru representa uma iniciativa estratégica do IFSC Garopaba, ao conectar ciência, inovação e saberes tradicionais em benefício do território e da segurança de seus usuários. A plataforma digital proposta oferece uma resposta concreta à demanda por informações de qualidade sobre o mar, considerando aspectos técnicos, ambientais e sociais. Além de fortalecer a cultura surfista e o uso sustentável do litoral, o projeto amplia o protagonismo do IFSC como instituição comprometida com a transformação social, tecnológica e ecológica da região.

Referências

- BRASIL. Decreto Federal de criação da Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca. Brasília, 14/09/2000.
- COSTA, V. F. *Turismo arqueológico e desenvolvimento sustentável...* Blumenau: FURB, 2016.
- HALLAL, G. P. *Avaliação espaço-temporal das relações entre o crescimento urbano e a dinâmica ecossistêmica...* FURG, 2017.
- HORN FILHO, N. O. *Aspectos físicos das praias oceânicas de Santa Catarina*. UFSC, 2022.
- INMET. *Instituto Nacional de Meteorologia*. Disponível em: <https://mapas.inmet.gov.br/>.
- MONTEIRO, L. A. *Mulheres no surfe: protagonismo e desafios*. Revista Corpo e Movimento, 2017.
- RONDINELLI, J. *História do surfe: das origens ao Brasil contemporâneo*. Revista Surf & Cultura, 2024.

IMPLEMENTAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA PROGRAMAÇÃO DE UM DRONE DE COMPETIÇÃO

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: G. FERTIG.¹; G. MACEDO².

Projeto de Pesquisa

Resumo:

Este projeto tem como objetivo desenvolver uma rede neural integrada a um sistema de visão computacional embarcado em drone, para reconhecer alvos específicos de forma autônoma, com aplicação em competições e atividades educacionais. A proposta foi realizada no laboratório de drones do IFSC, por meio da integração entre inteligência artificial e controle de voo autônomo. A linguagem utilizada foi Python, devido à sua compatibilidade com ferramentas de IA. Para o reconhecimento dos alvos, foi utilizado o modelo pré-treinado YOLOv8, adaptado a partir de um *dataset* composto por mais de mil imagens reais anotadas na plataforma Roboflow. O treinamento inicial foi feito na própria plataforma, com melhorias progressivas no *dataset*, e a versão final foi treinada localmente, contornando limitações de desempenho em plataformas gratuitas em nuvem. O sistema foi integrado ao drone e testado em simulações, obtendo uma alta taxa de precisão na detecção das caixas da arena. Como resultado, foi possível estabelecer um fluxo funcional de reconhecimento visual acoplado à navegação autônoma do drone, cumprindo os objetivos propostos.

Palavras-chave: Reconhecimento de objetos; Drones; Inteligência artificial; Visão computacional; YOLOv8.

Introdução

Com o avanço da tecnologia, a aplicação de inteligência artificial (IA) em projetos educacionais e de pesquisa tem se tornado cada vez mais acessível e desafiadora. Segundo Priscila Braz (2024), a IA permite que os professores economizem tempo ao automatizar tarefas repetitivas, desenvolve a criatividade através da robótica e ajuda a aumentar a inclusão. O uso de IA pode contribuir diretamente para a criação de sistemas mais autônomos e eficientes. Este trabalho surgiu a partir da preparação para a Competição Brasileira de Robótica (CBR), que propõe diferentes desafios para drones

¹ Estudante do curso Técnico em Eletrônica do Instituto Federal de Santa Catarina campus Florianópolis, e-mail para contato: gabrielli.f@aluno.ifsc.edu.br.

² Servidor docente do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica do Instituto Federal de Santa Catarina campus Florianópolis, e-mail para contato: gabriel.macedo@ifsc.edu.br.

autônomos. Um desses desafios exige que o drone identifique e se direcione até uma estante contendo 16 caixas pretas, com códigos de barra colados em suas faces, e realize a leitura dos códigos de forma autônoma.

Diante disso, a proposta foi desenvolver uma rede neural capaz de realizar esse reconhecimento, integrando visão computacional e controle de voo autônomo. Segundo Pereira (2025), "a visão computacional é uma das áreas mais promissoras da Inteligência Artificial", pois permite que sistemas automatizados interpretem o mundo visual por meio de algoritmos de aprendizado de máquina. Essa integração permite que o drone reconheça padrões visuais complexos, como a posição e o conteúdo de código de barras das caixas, tomando decisões em tempo real, com base nas imagens capturadas. O projeto envolve diversas etapas, desde o treinamento da rede com imagens reais até a programação do comportamento do drone durante a navegação e leitura dos códigos.

O projeto evidencia a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão ao unir o aprendizado técnico dos pesquisadores com a aplicação prática em laboratório e a futura disponibilização do resultado para a comunidade, promovendo impacto educacional e social.

Fundamentação teórica

O desenvolvimento deste trabalho combinou materiais teóricos e práticos, utilizando como base o repositório de projetos anteriores da equipe e as documentações oficiais das ferramentas aplicadas. Para a detecção das caixas, foi utilizado o modelo YOLOv8, conhecido pela alta eficiência e velocidade em tarefas de detecção de objetos. O Roboflow foi empregado para a anotação e organização do *dataset*, facilitando a preparação das imagens. A plataforma Ultralytics, responsável pelo desenvolvimento do YOLOv8, foi utilizada para o treinamento e ajuste da rede. Já o OpenCV auxiliou no processamento das imagens captadas pelo drone. Essas ferramentas foram escolhidas por sua robustez, ampla documentação e compatibilidade com projetos de visão computacional educacionais. Além disso, foram utilizados recursos de inteligência artificial para auxílio no *debugging* e conteúdos complementares para aprofundar o conhecimento em IA, visão computacional e robótica.

Procedimentos metodológicos

O desenvolvimento deste projeto se deu de forma prática e investigativa, em ambiente escolar, dentro do laboratório de drones do IFSC, como parte das pesquisas da equipe de drones IFSC campus Florianópolis. Para implementar o objetivo proposto, foi empregada a integração entre visão computacional e controle autônomo de um drone, utilizando a inteligência artificial como ferramenta principal. Para realizar o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizadas diversas documentações oficiais correspondentes às tecnologias empregadas, assim como demais materiais disponíveis na rede. O drone utilizado no projeto foi construído a partir de um frame comercial, com uma controladora Pixhawk integrada à uma Raspberry Pi 4 e comunicação via protocolo MAVLink.

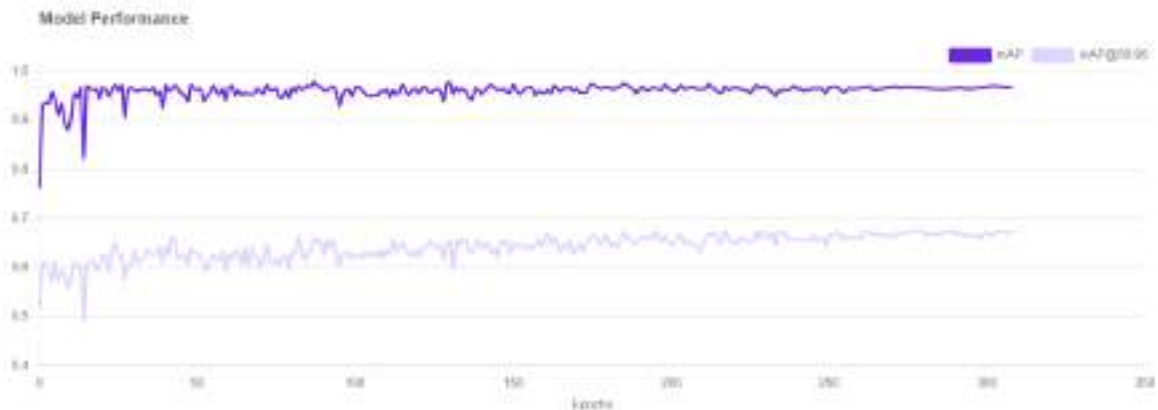
Para o treinamento da rede neural, optou-se por utilizar o modelo YOLOv8, que oferece alto desempenho em tarefas de detecção de objetos e já vem com pesos pré-treinados, facilitando o processo de adaptação ao *dataset* específico do projeto, em conjunto com a linguagem de programação Python, amplamente utilizada para IA.

A primeira etapa do treinamento foi feita na plataforma Roboflow, que, por funcionar em nuvem, permitiu uma iteração rápida na construção e aprimoramento do *dataset*. Foram utilizadas mais de 1000 imagens reais, captadas durante testes e anotadas na própria plataforma. Com os resultados preliminares satisfatórios, tentou-se realizar o treinamento no Google Colab, mas as limitações do plano gratuito inviabilizaram o processo, sendo então executado localmente. O Roboflow foi utilizado tanto para anotação quanto para organização do *dataset*, sendo amplamente adotado em projetos educacionais por sua interface intuitiva e compatibilidade com diferentes *frameworks*.

Resultados e discussões

A rede neural baseada no modelo YOLOv8 foi treinada com sucesso para reconhecer visualmente as caixas da arena, cumprindo o objetivo proposto de integrar visão computacional à navegação autônoma do drone. Na figura 1, observa-se uma representação do avanço da acurácia do modelo em função das iterações (épocas) do treinamento, assim como imagens reais capturadas com a detecção da rede na figura 2.

Figura 1 – Gráfico de performance do modelo em função do treinamento.



Fonte: Métricas disponibilizadas pelo RoboFlow.

Figura 2 – Resultados capturados pela rede neural treinada.



Fonte: elaborada pelos autores.

Ademais, foram obtidas as seguintes métricas finais de precisão, sendo: mAP@50 de 96,6% (média de acertos ao detectar objetos com pelo menos 50% de sobreposição com a posição real); Precision de 96,9% (das previsões feitas como "positivas", quantas estavam certas. Evita falsos positivos) e Recall de 96,9% (das itens que deveriam ser detectadas, quantas a rede realmente encontrou. Evita falsos negativos).

Como resultado do projeto, foi desenvolvido um sistema funcional de visão computacional embarcada, cuja aplicação pode ser replicada e aperfeiçoada por outros grupos educacionais.

Considerações finais

O objetivo do projeto foi alcançado com sucesso. A rede neural desenvolvida apresentou alta acurácia no reconhecimento das caixas e foi embarcada no sistema do drone, permitindo sua utilização em conjunto com o código de navegação autônoma. As

principais dificuldades enfrentadas foram as limitações de *hardware* e a falta de um espaço adequado que simulasse a arena da competição. Ainda assim, o processo trouxe aprendizados significativos, como o domínio de ferramentas de IA, visão computacional e desenvolvimento de sistemas embarcados, contribuindo diretamente para formação técnica dos pesquisadores e ampliando o interesse pela área.

Além dos resultados alcançados, o projeto demonstrou de forma clara a integração entre ensino, pesquisa e extensão. O desenvolvimento ocorreu em ambiente educativo, promovendo aprendizado prático e aprofundado em tecnologias emergentes, enquanto a pesquisa contribuiu para o avanço técnico na área de drones autônomos.

Referência ao fomento recebido

Este trabalho foi viabilizado com apoio do Câmpus Florianópolis do IFSC, com a viabilização de espaço físico para as atividades do Laboratório de Drones e destaque para o DAE (Departamento Acadêmico de Eletrotécnica) que fornece a infraestrutura complementar ao laboratório. Registra-se também o apoio da FEESC (Fundação Stemmer para Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação), por meio do edital “Conexões para Inovar”, que contemplou a equipe de drones do Câmpus Florianópolis nos anos de 2024 e 2025.

Referências

BRAZ, P. O Impacto do uso da inteligência artificial no contexto educacional. **Revista Tópicos**, v. 2, n. 8, p. 1–15, 18 abr. 2024.

PEREIRA, T. **O Que é Visão Computacional? - Data Science Academy**. Disponível em: <https://blog.dsacademy.com.br/o-que-e-visao_computacional>. Acesso em: 21 abr. 2025.

Desenvolvimento de uma Impressora 3D de baixo custo para aplicações didáticas em Engenharia Eletrônica

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: J. MACHADO¹; G. KNOP²; V. MÜLLER³; R. BENINCA⁴; L. RAUTA⁵; M. JUSTINO⁶.

EDITAL Nº 14/2023/PROPI/DAE
Edital de Ensino nº 02/2023/Câmpus Gaspar

Resumo:

Este artigo apresenta o desenvolvimento de uma impressora 3D de baixo custo, com apoio do IFSC, destinada ao uso didático em escolas técnicas e instituições públicas de ensino. O projeto adota a cinemática Core XY devido à sua alta eficiência e precisão, envolvendo a modelagem detalhada da impressora em software CAD e a construção da estrutura com suportes para guias lineares. A metodologia abrange todas as etapas, desde a seleção da cinemática até a montagem final do equipamento. Como resultado, foi criada uma impressora voltada para o ensino de conceitos de manufatura aditiva, mecânica, eletrônica e modelagem 3D, a ser utilizada em oficinas e palestras voltadas a alunos do IFSC e sua comunidade externa promovendo um desenvolvimento de educação técnica.

Palavras-chave: Impressora 3D; CoreXY; CAD; Manufatura Aditiva; Educação Técnica.

Introdução

Desde os anos 1980, a impressão 3D vem se expandindo graças à sua capacidade de fabricar objetos por adição de material, com base em projetos CAD. Embora os custos tenham diminuído com o tempo, o acesso a essa tecnologia ainda é limitado em instituições públicas (Zaparolli 2019). Com apoio do IFSC, este projeto propõe a construção de uma impressora 3D de baixo custo com fins didáticos, visando ensinar conceitos de mecânica, eletrônica e modelagem 3D a estudantes, por meio de oficinas e palestras.

¹egresso do CTI Química do IFSC - Câmpus Gaspar, email: jaison.tm2006@aluno.ifsc.edu.br.

²estudante do CTI Química do IFSC - Câmpus Gaspar, email: guilherme.n26@aluno.ifsc.edu.br.

³estudante do CTI Química do IFSC - Câmpus Gaspar, email: vitorhugo.muller78@gmail.com

⁴coordenador do projeto e professor do IFSC – Câmpus Gaspar, e-mail: romulo.beninca@ifsc.edu.br

⁵professor do IFSC – Câmpus Gaspar, e-mail: leonardo.rauta@ifsc.edu.br

⁶professor do IFSC – Câmpus Gaspar, e-mail: mauricio.justino@ifsc.edu.br

Fundamentação teórica

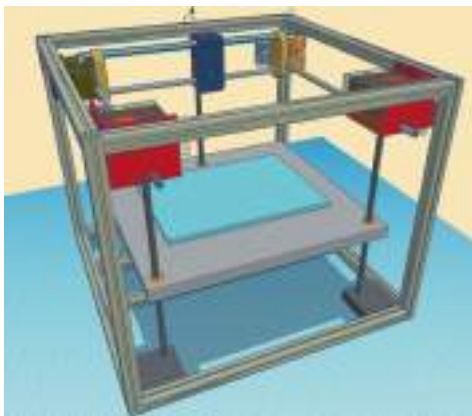
A impressora 3D funciona pela adição de material em camadas até formar o objeto final, diferenciando-se das máquinas CNC, que removem material de um bloco sólido. Segundo Azevedo (2013), ambas têm funcionamento semelhante, mas utilizam ferramentas distintas. Recentemente, o avanço tecnológico e a alta demanda têm impulsionado a oferta de impressoras 3D de baixo custo no mercado.

A cinemática define o tipo de movimentação da impressora 3D nos eixos X, Y e Z. Neste projeto, foi adotada a configuração CoreXY, onde o cabeçote se move nos eixos X e Y, e a mesa no eixo Z.

Procedimentos metodológicos

Antes da construção da impressora, foram analisados diversos modelos de cinemática, sendo escolhida a configuração CoreXY por sua eficiência e precisão, destacando-se pelo movimento simultâneo dos motores e o controle preciso do cabeçote. Após isso, foi desenvolvido um modelo 3D da máquina utilizando o TinkerCad (Figura 1), possibilitando mensurar as dimensões adequadas para as peças como as estruturas de alumínio, motores de passo, polias e guias lineares (Figura 2).

Figura 1 -Projeto da Impressora



Fonte: Própria Autoria

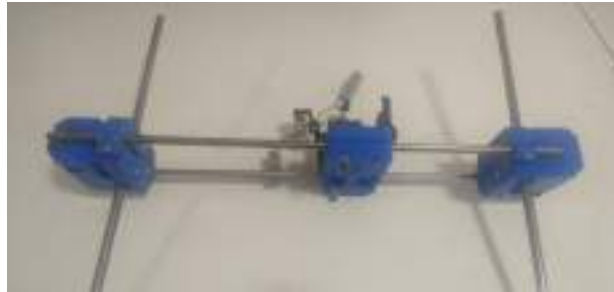
Figura 2 - Estrutura de Alumínio Estrutural



Fonte: Própria Autoria

Com base no modelo 3D, foi iniciado a construção do suporte para as guias lineares dos eixos X e Y, permitindo a movimentação no plano XY. As peças foram impressas e em conjunto com rolamentos lineares resultando na peça apresentada na Figura 3.

Figura 3 - Carros do eixo X e Y junto às guias lineares



Fonte: Própria Autoria

Com a movimentação dos carros nos eixos X e Y sobre as guias lineares, foi necessário modificar o método de fixação desses componentes na estrutura da impressora. Os suportes originalmente projetados não ofereceram a firmeza necessária para um bom funcionamento da máquina, os suportes podem ser vistos nas Figuras 4 e 5.

Figura 4 - Suporte do eixo Y



Fonte: Própria Autoria

Figura 5 - Suporte fixado na estrutura



Fonte: Própria Autoria

Foram adquiridos suportes específicos para a fixação dos motores de passo, que foram parafusados diretamente na estrutura de alumínio estrutural da impressora. Essa fixação garantiu o alinhamento adequado das polias inseridas aos motores com as duas polias instaladas nos suportes do eixo Y, assegurando um funcionamento preciso do sistema do eixo.

Para o eixo Z, foi utilizada uma mesa de alumínio com dimensões de 30x30x2 mm, na qual foram feitos três furos para a instalação de castanhas compatíveis com barras

roscadas do tipo Tr8 com passo de 2 mm. Esses furos foram posicionados de forma a formar um triângulo isósceles com lados de 36x38x36 mm. A elevação da mesa é realizada por meio de três barras roscadas conectadas a motores de passo individuais, cujos movimentos são sincronizados para garantir a subida e descida uniforme da mesa.

Com a conclusão da montagem mecânica da impressora, iniciou-se a etapa da parte eletrônica. Foram utilizadas três placas principais: um Arduino Mega, uma placa SKR e uma Raspberry Pi. Esses dispositivos foram conectados aos diversos componentes da impressora, como motores de passo, sensores e extrusor. O controle dos parâmetros da máquina foi realizado por meio do firmware Marlin 2, instalado na placa controladora. Para permitir o gerenciamento remoto e facilitar o envio de arquivos e o monitoramento do processo de impressão, foi utilizado o software OctoPrint instalado na Raspberry Pi, possibilitando o controle da impressora via rede.

Resultados e discussões

Os resultados deste trabalho foram alcançados parcialmente. A impressora 3D foi montada com sucesso e demonstrou capacidade para realizar impressões de boa qualidade. No entanto, não foi possível realizar todos os testes planejados com diferentes tipos de filamento. Ainda existem possibilidades de aprimoramento do equipamento, tanto no software quanto no hardware, com base em testes futuros.

Um dos principais resultados do projeto foi o aprendizado prático dos alunos, que se familiarizaram com os componentes e o funcionamento de impressoras 3D, especialmente com a cinemática CoreXY, desenvolvendo conhecimentos tanto mecânicos quanto eletrônicos.

Os alunos empregaram softwares CAD para projetar e imprimir peças, resolvendo falhas mecânicas da impressora. Ao final do projeto, realizaram oficinas sobre impressão 3D e modelagem, demonstrando domínio técnico e desenvolvendo habilidades de comunicação e oratória.

Considerações finais

Com o encerramento do projeto, os objetivos propostos foram em grande parte alcançados. Os alunos envolvidos demonstraram um notável crescimento em seus conhecimentos sobre impressão 3D, além de apresentarem maior proatividade e autonomia na realização de atividades técnicas. A impressora 3D desenvolvida está em funcionamento e foi capaz de realizar impressões com até 4 horas de duração mostrando boa eficiência.

Apesar do desempenho satisfatório, a máquina ainda necessita de ajustes para atingir uma performance ideal. Entre os pontos de melhoria estão o reforço dos suportes do extrusor, visando uma dissipação térmica mais eficiente, e o aprimoramento do movimento do eixo Z, para garantir maior estabilidade e precisão durante a impressão.

Durante o desenvolvimento do projeto, foram realizadas oficinas de introdução à impressão 3D e modelagem CAD. Embora a impressora construída ainda não estivesse finalizada no momento dessas atividades, os alunos conduziram as oficinas com excelência, utilizando as impressoras do grupo FIG e demonstrando domínio dos conteúdos abordados, além de habilidades sólidas de comunicação e trabalho em equipe.

Referência ao fomento recebido

Projeto financiado e apoiado pelos editais Edital 14/2023/PROPPI/DAE – Pesquisa como Princípio Educativo e Edital de Ensino nº 02/2023 – Apoio a Projetos de Ensino – Câmpus Gaspar.

Referências

AZEVEDO, Fábio Mariotto De. **Estudo e projeto de melhoria em máquina de impressão 3D**. 2013. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013. Disponível em: <http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180450/tce-16012014-152931/?&lang=br>.

Acesso em: 20 maio. 2024

DOMINGOS ZAPAROLLI. O avanço da impressão 3D. Revista Pesquisa Fapesp. Tecnologia Engenharia. Vol. 276, p. 60-65, Acesso em: 24 maio. 2024.

INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE SOLDAGEM NA QUALIDADE DE REVESTIMENTOS DUROS DE FECRC-NB UTILIZANDO O PROCESSO FCAW

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: E. SANTOS¹; J. DALPONTE²; S. dos SANTOS²; G. CARLINI³; M. FONTANIVE³; F. COLAÇO³.

Projeto de Pesquisa EDITAL Nº 02/2024/PROPII/UNIVERSAL

Resumo:

Este trabalho tem como objetivo otimizar os parâmetros de soldagem no processo FCAW para aplicar revestimento duro da liga FeCrC-Nb, amplamente usada contra desgaste e abrasão. Utilizando metodologia de superfície de resposta (DOE), analisou-se o impacto da corrente, tensão e velocidade de soldagem na geometria do cordão e na diluição. Os resultados indicaram que altas correntes aumentam a penetração e a diluição, enquanto velocidades mais altas reduzem esses efeitos. As condições ideais — 27,5 V, 140 A e 23 cm/min — proporcionaram revestimentos com baixa diluição e boa integridade. Modelos empíricos validados foram obtidos via software Minitab.

Palavras-chave: FCAW (Flux-Cored Arc Welding); Otimização (DOE); Revestimento Duro; Fe-Cr- C; Diluição.

Introdução

O desgaste abrasivo é um dos principais fatores que comprometem a vida útil de componentes mecânicos, resultando em perda de material, falhas operacionais e altos custos com reposição e parada de máquinas. Para mitigar esses problemas, técnicas como o hardfacing têm sido amplamente utilizadas, destacando-se o processo FCAW (Flux-Cored Arc Welding) pela sua alta produtividade, versatilidade e custo competitivo, especialmente em setores como o sucroalcooleiro. Ligas duras como FeCrC-Nb, aplicadas por esse processo, oferecem elevada resistência ao desgaste, sobretudo quando a diluição é controlada, preservando a composição química do revestimento. A eficácia desse processo, no entanto, depende da correta seleção de parâmetros como corrente, tensão e velocidade de soldagem. Nesse contexto, a metodologia DOE (Design of Experiments) surge como

¹ Estudante do curso de bacharelado em engenharia mecânica do IFSC - Câmpus Jaraguá do Sul - Rau.

² Estudante do curso bacharelado em engenharia mecânica do IFSC – Campus Jaraguá do Sul – Rau.

³ Professor de fabricação mecânica do IFSC - Câmpus Jaraguá do Sul - RAU, fernandogruber@ifsc.edu.br.

ferramenta essencial para analisar e otimizar esses parâmetros, reduzindo o tempo e os custos dos experimentos. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo otimizar os parâmetros do processo FCAW para aplicação de revestimentos com arames tubulares de FeCrC-Nb, visando à máxima resistência ao desgaste e à melhoria da confiabilidade e durabilidade dos componentes industriais submetidos a condições severas de trabalho.

Procedimentos metodológicos

Foram realizados cordões de solda para avaliar a geometria e a diluição dos depósitos, visando aplicações com alta resistência à abrasão. Utilizou-se uma fonte de soldagem SUMIG Halk300 com manipulador de tocha. O arame tubular foi o UTP AF LEDURIT 68, com composição: 3,41% C, 1,05% Si, 0,228% Mn, 17,88% Cr, 3,06% Nb e balanço em Fe. As chapas de base foram em aço AISI 1020 (100x150x6 mm) com proteção gasosa Ar+CO₂ a 18 L/min.

Ensaio preliminares determinaram os limites dos parâmetros: corrente entre 80 e 200 A, tensão entre 25 e 30 V e velocidade entre 19 e 27 cm/min. O planejamento experimental seguiu o método de Superfície de Resposta (DOE) via software Minitab®, com três variáveis em cinco níveis, segundo projeto composto central. As variáveis consideradas foram corrente, tensão e velocidade de soldagem, com distância do bico de 18 mm e ângulo de 90°.

O modelo matemático utilizado incluiu termos lineares, quadráticos e de interação, representado pelo polinômio: $Y = b_0 + b_1.V + b_2.I + b_3.V_{sol} + b_{11}.V^2 + b_{22}.I^2 + b_{33}.V_{sol}^2 + b_{12}.V.I + b_{13}.V.V_{sol} + b_{23}.I.V_{sol}$ (Equação 1).

Vinte condições experimentais foram testadas com três cordões por chapa. Uma amostra de cada cordão foi seccionada com corte abrasivo. As amostras foram embutidas em resina e submetidas a preparação metalográfica com lixamento (#80 a #600), polimento com pasta diamantada e ataque com nital 3%. As seções reveladas foram analisadas em estereoscópio STEMI-2000 com câmera ZEISS (ampliação 6,5x). As imagens obtidas foram processadas com o software Image-Pro, permitindo medir largura do cordão, altura do reforço, profundidade de penetração e áreas correspondentes. A diluição foi calculada como a proporção entre a área de penetração e a área total do cordão.

Com base nas análises geométricas e nos dados de diluição, os resultados foram realimentados no Minitab para a geração de modelos empíricos e identificação das

melhores condições de processo. A metodologia permitiu avaliar a qualidade superficial, aderência e continuidade dos cordões, permitindo otimizar os parâmetros para maior resistência ao desgaste e melhor desempenho dos revestimentos.

Resultados e discussões

Os resultados foram organizados a partir da matriz experimental, contendo os valores médios dos parâmetros de soldagem e suas respectivas respostas geométricas.

Tabela 1 - Desenvolvimento do experimento e respostas de geometria e diluição.

Ensaio	Tensão (V)	Corrente (A)	Velocidade cm/min	Área reforço (mm ²)	Área penetração (mm ²)	Largura cordão (mm)	Altura reforço (mm)	Prof. penetração (mm)	Diluição (%)
1	25	80	19	17,1	5,3	8,6	2,8	1,2	24
2	30	80	19	15,3	15,2	11,5	2,2	2,2	49
3	25	200	19	35,6	3,4	8,1	5,2	0,8	8
4	30	200	19	34,2	59,3	14,8	3,2	5,5	61
5	25	80	27	12,0	2,3	6,6	2,7	0,6	15
6	30	80	27	10,3	6,8	8,9	1,7	1,1	40
7	25	200	27	27,9	3,3	6,7	4,7	0,8	10
8	30	200	27	29,8	26,8	12,6	3,3	3,1	50
9	23	140	23	19,5	3,6	7,4	3,4	0,9	16
10	32	140	23	13,8	56,1	13,1	1,6	5,5	81
11	28	39	23	9,9	4,7	7,9	1,8	1,0	35
12	28	241	23	43,7	22,4	10,5	2,7	3,5	34
13	28	140	16	30,2	27,3	11,9	3,6	3,9	46
14	28	140	30	13,5	11,2	9,7	2,0	1,9	46
15	28	140	23	18,4	15,2	10,5	2,5	2,5	44
16	28	140	23	18,7	18,1	10,7	2,5	2,9	50
17	28	140	23	19,5	16,2	10,5	2,6	2,6	46
18	28	140	23	18,5	16,8	10,6	2,5	2,6	49
19	28	140	23	18,2	18,5	11,2	5,7	2,9	54
20	28	140	23	18,1	17,2	10,4	2,5	2,7	50

Fonte: dos autores.

As imagens das seções transversais dos cordões mostraram que condições moderadas de corrente, tensão e velocidade proporcionaram boa qualidade geométrica, adequada a aplicações com demanda por resistência à abrasão. Cordões com maior aporte térmico (elevadas tensão e corrente ou baixa velocidade) apresentaram maior penetração e diluição, o que pode comprometer a composição da liga.

Modelos empíricos a seguir foram desenvolvidos para estimar largura, penetração, reforço e diluição em função dos parâmetros operacionais. As equações apresentaram forte correlação com os dados experimentais, possibilitando a previsão do comportamento geométrico dos cordões com coeficiente de determinação (R^2) superior a 90% em todas as respostas.

Diluição = $-225 + 7,7 \text{ Voltagem} - 0,551 \text{ Corrente} + 9,40 \text{ Velocidade} - 0,041 \text{ Voltagem} * \text{Voltagem} - 0,001884 \text{ Corrente} * \text{Corrente} - 0,1500 \text{ Velocidade} * \text{Velocidade} + 0,0350 \text{ Voltagem} * \text{Corrente} - 0,131 \text{ Voltagem} * \text{Velocidade} + 0,0469 \text{ Corrente} * \text{Velocidade}$

Equação 02

Penetração = $-4,5 - 0,40 \text{ Voltagem} - 0,0831 \text{ Corrente} + 1,087 \text{ Velocidade} + 0,0194 \text{ Voltagem} * \text{Voltagem} - 0,000084 \text{ Corrente} * \text{Corrente} - 0,00367 \text{ Velocidade} * \text{Velocidade} + 0,00457 \text{ Voltagem} * \text{Corrente} - 0,0361 \text{ Voltagem} * \text{Velocidade} - 0,000365 \text{ Corrente} * \text{Velocidade}$

Equação 03

Reforço = $-10,1 + 0,99 \text{ Voltagem} + 0,0697 \text{ Corrente} - 0,16 \text{ Velocidade} - 0,0175 \text{ Voltagem} * \text{Voltagem} - 0,000042 \text{ Corrente} * \text{Corrente} + 0,0020 \text{ Velocidade} * \text{Velocidade} - 0,00181 \text{ Voltagem} * \text{Corrente} - 0,0004 \text{ Voltagem} * \text{Velocidade} + 0,00010 \text{ Corrente} * \text{Velocidade}$

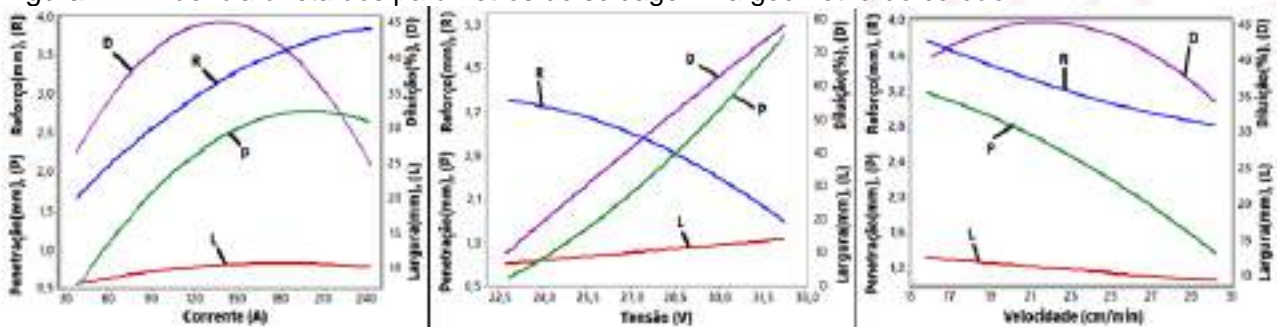
Equação 04

Largura = $4,7 + 0,38 \text{ Voltagem} - 0,1249 \text{ Corrente} - 0,007 \text{ Velocidade} - 0,0024 \text{ Voltagem} * \text{Voltagem} - 0,000146 \text{ Corrente} * \text{Corrente} + 0,00225 \text{ Velocidade} * \text{Velocidade} + 0,00604 \text{ Voltagem} * \text{Corrente} - 0,0138 \text{ Voltagem} * \text{Velocidade} + 0,000521 \text{ Corrente} * \text{Velocidade}$

Equação 05

A integração desses modelos ao software Minitab possibilitou análise estatística eficiente e identificação de condições otimizadas. Com base nos resultados desse experimento, a Figura 1 mostra os efeitos de variáveis: corrente de soldagem (I), tensão (V) e velocidade de soldagem (Vsol) na diluição e nas características geométricas, largura (L), reforço (R), penetração (P) e percentual de diluição (%D) do cordão de solda.

Figura 1 - Influência direta dos parâmetros de soldagem na geometria do cordão.



Fonte: dos autores.

A corrente de soldagem foi determinante para a penetração e a diluição. Valores até 140 A aumentaram ambas; acima disso, a diluição tende a diminuir devido à estabilidade do arco e ao aumento do reforço. A tensão influenciou a largura e a penetração: tensões mais altas ampliaram essas características, mas reduziram o reforço e aumentaram a diluição. Tensões mais baixas favoreceram reforços mais altos e menor mistura com o material base.

A velocidade de soldagem impactou o tempo de interação térmica. Velocidades em torno de 27 cm/min reduziram a penetração, o reforço e a diluição, enquanto velocidades

próximas de 19 cm/min aumentaram a fusão do metal base e a diluição. A configuração ideal observada foi 27,5 V, 140 A e 23 cm/min, proporcionando equilíbrio entre baixa diluição, boa penetração e reforço adequado.

Os dados reforçam a importância da definição adequada dos parâmetros de soldagem para obtenção de cordões com geometria otimizada. A modelagem empírica mostrou-se eficaz na previsão do comportamento do processo FCAW, contribuindo para o controle e ajuste de variáveis operacionais e para a melhoria da eficiência dos revestimentos aplicados.

Considerações finais

Os experimentos demonstraram que a corrente de soldagem é o parâmetro mais influente, afetando diretamente a penetração e a diluição. Tensões moderadas (27,5 V) proporcionaram bom equilíbrio entre reforço e estabilidade do cordão. Velocidades mais altas reduziram a diluição, favorecendo aplicações com alta resistência ao desgaste. A melhor combinação observada foi 27,5 V, 140 A e 23 cm/min. A aplicação da metodologia DOE e o uso do software Minitab foram essenciais para prever e otimizar os parâmetros, permitindo melhorar a qualidade dos revestimentos e reduzir custos operacionais em ambientes industriais exigentes.

Referência ao fomento recebido

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro e incentivo à pesquisa, fundamentais para a realização deste trabalho.

Referências

COLAÇO, F. H. G.; PINTAUDE, G. Combined effects on Fe-Cr-C hardfacing deposited by new technique FCDW-GTAW. *Matéria* (Rio de Janeiro), v. 26, n. 4, e13097, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-707620210004.1397>.

COLAÇO, F.H.G., MARANHO, O. "Evaluation of mass loss of weld-deposited hardfacing with cored wire Ti-FeCrC alloy", DOI: 10.1080/09507116.2015.1096492. *Welding International*, v. 30, n. 4, pp. 283-292, 2016. <https://doi.org/10.1080/09507116.2015.1096492>.

TOMBADOR DE BARRIL COM CONTROLE DE VAZÃO E EQUILÍBRIO DE CARGA

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

**Autores: D. J. DA SILVA¹; G. D. CIQUELERO²; L. TEODORO³; M. F. MOTER⁴;
R. GUARNIERI⁵.**

Projeto de Ensino e Extensão

Resumo:

Este estudo trata do desenvolvimento de um tombador de barris automatizado, projetado para controlar o fluxo e garantir o equilíbrio de carga durante a operação. A pesquisa iniciou com a análise das necessidades do cliente, traduzindo-as em requisitos funcionais e não funcionais. Utilizando a metodologia do Desdobramento da Função Qualidade (QFD), esses requisitos foram transformados em características mensuráveis do produto, permitindo a definição de especificações técnicas detalhadas, incluindo metas, métodos de verificação e avaliação de riscos. A partir dessas especificações, foi elaborada uma matriz morfológica com soluções para cada uma das especificações, resultando em três projetos distintos de tombador, cada um com um controle de vazão e equilíbrio de carga específico. As soluções propostas foram analisadas para determinar a valorização de cada combinação, levando à definição do projeto final, que atende de forma eficiente às expectativas dos clientes. Os resultados demonstram a viabilidade técnica do projeto e a capacidade de fornecer uma solução personalizada, com alta qualidade e segurança no controle do processo. O principal avanço deste estudo é a criação de um processo sistemático para o desenvolvimento de produtos personalizados, assegurando a satisfação do cliente. Por fim, o projeto mecânico detalhado, que será a base para a futura execução física, foi elaborado, garantindo a consistência entre o modelo projetado e as necessidades do cliente.

Palavras-chave: tombador de barril; equilíbrio de carga; automação industrial; controle de vazão; projeto mecânico.

¹ Estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus Chapecó, daniel.j11@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus Chapecó, gabriel.d13@aluno.ifsc.edu.br.

³ Estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus Chapecó, laura.t1@aluno.ifsc.edu.br.

⁴ Estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus Chapecó, milena.fm@aluno.ifsc.edu.br.

⁵ Estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus Chapecó, raquel.g@aluno.ifsc.edu.br.

Introdução

A busca por soluções que otimizem processos industriais é uma constante no contexto da automação e do controle, especialmente quando envolvem atividades que afetam diretamente a ergonomia e a segurança do trabalhador. Em muitas indústrias, o transporte e o manuseio de tambores contendo produtos químicos ainda são realizados de forma manual, o que demanda grande esforço físico e gera riscos significativos de acidentes e desperdício de material. A ausência de controle preciso sobre a quantidade de produto retirado e a dificuldade de padronização do processo também impactam negativamente a produtividade e a rastreabilidade da produção.

Nesse contexto, surgiu a necessidade de desenvolver um equipamento automatizado que atenda a esses desafios de maneira segura, eficiente e adaptável. O presente trabalho visa projetar e construir um tombador de barris com controle de vazão e equilíbrio de carga, capaz de operar em diferentes ambientes, com múltiplas fontes de energia, integração com sistemas de controle e operação por apenas um operador. A proposta parte de uma demanda real de uma empresa do setor agroindustrial e está sendo desenvolvida por estudantes de Engenharia de Controle e Automação do IFSC – Câmpus Chapecó.

A execução do projeto tem como base a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão: o problema partiu de uma situação concreta (extensão), foi analisado tecnicamente com base em métodos de engenharia (pesquisa) e está sendo desenvolvido no ambiente acadêmico com envolvimento direto de alunos em atividades práticas (ensino). Essa integração fortalece a formação profissional dos estudantes, ao mesmo tempo em que contribui com soluções tecnológicas para a comunidade.

Fundamentação teórica

O tombador de barril é um equipamento amplamente utilizado na indústria para facilitar o esvaziamento de tambores de forma ágil, segura e eficiente. Sua aplicação se destaca em operações que envolvem transporte e descarte de resíduos, especialmente químicos, reduzindo o esforço físico dos operadores e aumentando a segurança operacional.

Existem diversos modelos de tombadores — manuais, hidráulicos e eletro-hidráulicos — cuja escolha depende do grau de automação e da complexidade do processo. A operação desses equipamentos envolve sistemas integrados de controle, sensoriamento, geração e transmissão de força. A Interface Homem-Máquina (IHM), conforme (FERNANDES, [s.d.]), desempenha papel essencial nesse contexto, permitindo a interação do operador com o sistema por meio de telas ou botoeiras programadas, como descreve (LAMB, [s.d.]).

O processamento de dados pode ser realizado por CLPs, computadores, microcontroladores ou sistemas em nuvem. Cada tecnologia possui vantagens específicas, como robustez no caso dos CLPs ou flexibilidade nos sistemas em nuvem (LAMB, [s.d.]).

A força necessária ao funcionamento do tombador pode ser gerada por motores elétricos, pneumáticos ou hidráulicos, escolhidos conforme a potência e precisão exigidas (LAMB, [s.d.])

A segurança do sistema depende do correto funcionamento de sensores, como fins de curso mecânicos, hidráulicos e pneumáticos, além de sensores indutivos e capacitivos, que detectam a presença ou posição do barril sem contato físico direto. Para transmitir força, são utilizados sistemas como pistões hidráulicos e pinhão com cremalheira, que convertem movimentos e garantem o levantamento ou tombamento do tambor.

Em casos que exigem controle de dosagem, podem ser empregadas células de carga e sensores de vazão, como os de turbina, vórtice ou ultrassônicos, adaptados ao tipo de fluido e nível de precisão desejado (ALEXANDRE BALBINOT; VALNER JOÃO BRUSAMARELLO, [s.d.]).

Procedimentos metodológicos

A metodologia adotada foi baseada no modelo de desenvolvimento de produto proposto por (BACK et al., [s.d.]), dividido em quatro etapas: projeto informacional, projeto conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado.

Inicialmente, foram realizadas entrevistas com a empresa solicitante para levantamento de requisitos funcionais e não funcionais. Em seguida, esses requisitos foram convertidos em parâmetros técnicos através da matriz QFD.

A equipe elaborou alternativas de solução por meio de uma matriz morfológica, avaliando diferentes formas de sensoriamento, acionamento, transmissão de força e estruturação do sistema. Com base nas avaliações, definiu-se a arquitetura final do equipamento. A modelagem 3D foi feita no software SolidWorks e uma lista de materiais foi elaborada para viabilizar a construção física.

A etapa atual compreende a fabricação da estrutura metálica, soldagem, corte e montagem dos componentes. Estão sendo adquiridos e integrados os elementos elétricos, mecânicos e eletrônicos, como sensores, bateria, acopladores, etc. Todas as decisões foram tomadas de forma coletiva pelo grupo de estudantes, orientados por docentes da área de engenharia, caracterizando uma metodologia participativa e multidisciplinar.

Resultados e discussões

Os resultados obtidos até o momento demonstram a viabilidade técnica do projeto e a coerência entre as soluções adotadas e os requisitos levantados com o cliente. O projeto mecânico do tombador foi finalizado, incluindo o detalhamento de peças e montagem, respeitando as limitações de espaço e segurança ergonômica.

A construção física do equipamento está em andamento, com a estrutura metálica já parcialmente montada e componentes elétricos em fase de aquisição e integração. Embora o cliente tenha solicitado um equipamento para tambores de até 250 kg, por se tratar de um protótipo acadêmico com recursos limitados, a capacidade foi ajustada para tambores de até 20 litros, possibilitando a validação do funcionamento do sistema em escala reduzida.

O projeto mantém funcionalidades como controle de vazão, pesagem automática via célula de carga, operação off-grid e facilidade de manuseio por um único operador. As discussões ao longo do projeto envolveram a escolha entre diferentes tecnologias de automação, levando em consideração os custos, facilidade de manutenção e robustez do equipamento. A análise crítica das soluções e a experimentação prática têm proporcionado um aprendizado significativo aos estudantes envolvidos.

Figura 1 - Vista isométrica



Fonte: Autoria própria (2025)

Considerações finais

O desenvolvimento do tombador de barris com controle de vazão e equilíbrio de carga permitiu alcançar avanços significativos nas fases iniciais do projeto, especialmente no que se refere ao levantamento de requisitos, elaboração do projeto mecânico e início da construção física da estrutura. No entanto, por se tratar de um projeto de médio prazo, ainda não foi possível atingir todos os objetivos propostos. A redução da capacidade operacional do equipamento para tambores de até 20 litros, devido às limitações de verba e estrutura de laboratório, não comprometeu os objetivos pedagógicos do projeto.

A experiência contribuiu de forma expressiva para a formação profissional dos estudantes envolvidos, promovendo o contato com demandas reais da indústria, metodologias de desenvolvimento de produto e a vivência de desafios técnicos e organizacionais. Dentre as principais dificuldades enfrentadas, destacam-se a limitação de recursos e a complexidade de projetar um equipamento robusto, móvel, seguro e automatizado dentro das condições acadêmicas.

Mesmo ainda em fase de desenvolvimento, o projeto já reflete a relação entre ensino, pesquisa e extensão, ao integrar teoria, prática e uma necessidade concreta da comunidade. Espera-se que, com a continuidade do trabalho nos próximos semestres, todos os objetivos técnicos e funcionais possam ser plenamente atingidos, consolidando o projeto como uma solução viável e replicável para o setor industrial.

Referências

ALEXANDRE BALBINOT; VALNER JOÃO BRUSAMARELLO. **Instrumentação e Fundamentos de Medidas - Vol. 2.** [s.l: s.n.]. v. 2

BACK, N. et al. **Projeto Integrado de Produtos.** [s.l: s.n.].

FERNANDES, L. Interação homem-máquina e as formas de comunicação humana. [s.d.].

LAMB, F. **Automação Industrial na Prática.** [s.l: s.n.].

INTEGRAÇÃO MECATRÔNICA DE UM SISTEMA DE CORTE A PLASMA CNC

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: C. A. DA SILVEIRA¹; L. L. REICHERT²; M. D. MARCZAL³.

Edital nº 04/2024/PROPI
Projeto de Pesquisa

Resumo:

O avanço das tecnologias de manufatura tem impulsionado o uso de métodos automatizados para o corte de materiais metálicos, com destaque para o corte a plasma controlado por sistemas CNC (Controle Numérico Computarizado). Este trabalho propõe a integração mecatrônica de um sistema de movimentação CNC para corte com tocha plasma, como alternativa de menor custo frente às opções comerciais disponíveis. A metodologia adotada envolveu a pesquisa teórica sobre motores de passo, sistemas de transmissão e corte por plasma, seguida do dimensionamento elétrico dos componentes necessários para o sistema.

Palavras-chave: Plasma; CNC; integração mecatrônica; dimensionamento elétrico.

Introdução

Com o avanço da indústria metalúrgica, a busca por maior precisão, velocidade e segurança nos processos de corte tornou-se essencial. Nesse cenário, as máquinas de corte plasma CNC (Comando Numérico Computadorizado) se destacam como uma solução moderna e altamente eficiente, superando amplamente as limitações dos métodos manuais tradicionais. Enquanto os cortes manuais exigem habilidade constante do operador, apresentam maior margem de erro e menor uniformidade, o corte plasma CNC oferece resultados padronizados, cortes complexos com alta precisão e significativa redução no tempo de produção. A automatização proporcionada pelo CNC não apenas melhora a qualidade final das peças, como também reduz o desperdício de material e os riscos de acidentes operacionais. Dessa forma, investir em tecnologia CNC no processo

¹ Servidor do departamento de Fabricação Mecânica do IFSC campus Chapecó, claudio.silveira@ifsc.edu.br.

² Estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação do IFSC campus Chapecó, lucas.lr10@aluno.ifsc.edu.br.

³ Servidor do departamento de Fabricação Mecânica do IFSC campus Chapecó, mauricio.marczal@ifsc.edu.br.

de corte é hoje uma decisão estratégica para empresas que buscam competitividade e excelência no setor industrial. Desta forma, busca-se desenvolver uma máquina CNC de corte plasma destinada para o uso laboratorial e corte de peças.

Fundamentação teórica

De acordo com (MOTA; SANTOS, 2019), a mesa de corte a plasma é um dispositivo de corte que apresenta a movimentação por meio de coordenadas bidimensionais e tridimensionais seguindo um padrão programado por um computador e, a mesma consiste em uma mesa de apoio da chapa metálica com cabeçotes (carros longitudinais e transversais), que se movem por toda a área determinada de corte de forma precisa e adaptável.

Conforme (POLASTRINI, 2016), o funcionamento de uma máquina CNC começa com o desenho da peça em um software CAD, que é transferido para um programa CAM. Este converte o projeto em um arquivo G-code com instruções específicas para o corte. A máquina CNC então executa essas instruções automaticamente. Esse processo permite a repetição precisa da produção e a criação de múltiplas peças a partir de um único arquivo, facilitando a produção em escala com apenas uma programação.

Segundo (NEOMOTION, 2021), para selecionar o motor de passo a ser utilizado bem como o dimensionamento dos componentes de transmissão, é necessário analisar as curvas de torque por velocidade dos motores, a fim de verificar se o motor desejado atende o requisito de torque na velocidade necessária na aplicação. Quanto menor a relação de inércia entre o sistema e o motor, mais precisa será a execução dos movimentos.

Procedimentos metodológicos

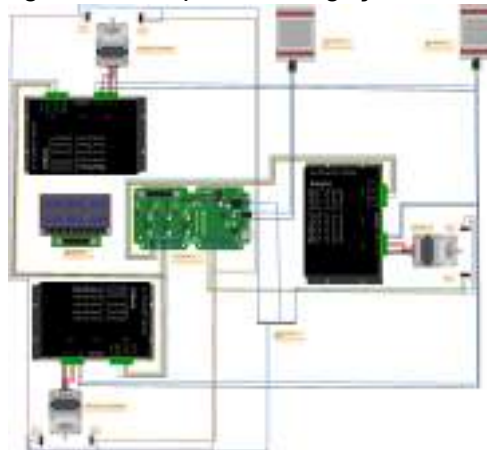
Para o desenvolvimento elétrico do sistema de movimentação de corte CNC, deve-se ter informações sobre cada variável existente, a fim de controlar e coletar informações para realizar as etapas de produção com êxito e precisão, como por exemplo a potência necessária da fonte de alimentação para que a mesma esteja dentro das tolerâncias para o acionamento simultâneo dos motores. Os cabos de alimentação dos motores são todos blindados a fim de evitar qualquer tipo de interferência eletromagnética

do sistema de corte plasma em questão, garantindo assim que o motor não perca passos e também não seja afetado por ruídos.

Os movimentos realizados pelos motores de passo devem ocorrer em sincronia, garantindo assim a eficiência e precisão do sistema em questão, pois no eixo Y foram utilizados dois motores de passo Nema 34, a fim de garantir que o pórtico de movimentação não trabalhe de forma desalinhada e assimétrica.

O projeto partiu do referencial teórico e metodológico a fim de encontrar uma maneira simples e eficiente de realizar as etapas citadas acima. Em seguida foi realizado o dimensionamento elétrico do conversor de potência destinado a alimentação dos drivers que realizam o acionamento dos motores de passo e também do conversor de potência responsável pela alimentação da placa controladora. A Figura 1 a seguir ilustra o esquema de ligação do sistema elétrico da máquina.

Figura 1 – Esquema de ligação elétrica



Fonte: Autoria própria (2025).

Resultados e discussões

Após o desenvolvimento estrutural e mecânico do sistema de movimentação CNC, e da pesquisa do referencial teórico, deu-se início ao processo construtivo e a instalação dos componentes elétricos presentes na máquina. Foram instaladas chaves de contato mecânico, que quando acionadas emitem um sinal para a placa controladora indicando o limite do curso foi atingido. No eixo Y (fim de curso azul), foram instalados fim de cursos em ambos os lados do pórtico de movimentação para cada uma das extremidades da mesa, trazendo redundância ao sistema em questão, ou seja, se uma das chaves de fim de curso falhar a outra poderá identificar o limite de curso atingindo. Na Figura 2 a seguir

podem ser observados os fim de cursos instalados na mesa CNC. No eixo X (fim de curso preto), por possuir uma limitação mecânica, ou seja, o motor não poderá sair do conjunto tracionador, foi instalado um fim de curso em cada uma das extremidades do pórtico.

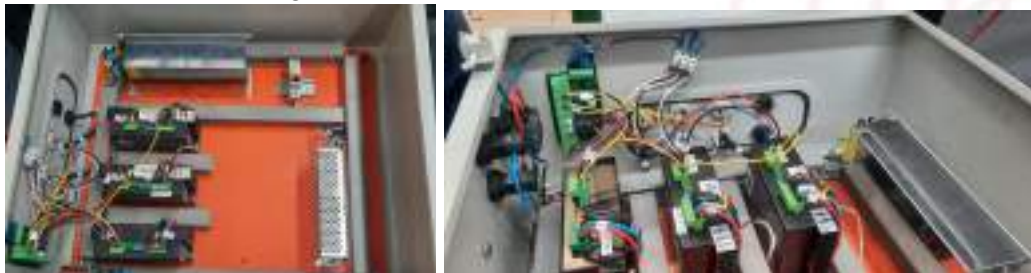
Figura 2 – Fins de curso do eixo X e Y



Fonte: Autoria própria (2025).

Após a instalação dos motores e das chaves de fim de curso deu-se início a montagem do painel elétrico da máquina, sendo este, composto pelos seguintes componentes: 1 disjuntor de 20 Amperes, duas fontes chaveadas, sendo uma de 48V e outra de 24V, 3 drivers DM860A responsáveis pelo acionamento dos motores de passo e um botão de emergência utilizado para desenergizar todo o sistema em caso de falha, como pode ser visto na Figura 3 a seguir, onde é visível a ligação elétrica com a identificação dos cabos presentes nas etiquetas. Também pode ser observado o conjunto de conectores da placa controladora do sistema em questão.

Figura 3 – Painel elétrico da mesa CNC



Fonte: Autoria própria (2025).

Para o sistema embarcado de movimentação CNC foi utilizado a placa controladora DDCS 4 v3.1, sendo esta responsável pela interface homem-máquina e pela interpretação dos códigos G, ou seja, gerencia os algoritmos de controle de movimento e gera os pulsos de controle para os motores. A Figura 4 a seguir mostra a placa controladora bem como os demais acessórios a serem utilizados, como por exemplo o Pendant (MPG - manual pulse generator), que é um controle portátil utilizado em máquinas CNC para movimentação manual dos eixos, oferecendo precisão e praticidade durante ajustes, calibração ou posicionamento da ferramenta.

Figura 4 – Controladora CNC e MPG utilizados



Fonte: Autoria própria (2025).

Considerações finais

O projeto elétrico do sistema de movimentação CNC para corte a plasma mostrou-se uma solução viável, de baixo custo e eficaz, especialmente para ambientes educacionais e laboratoriais. A escolha dos componentes, como motores Nema 34, drivers DM860A e a controladora DDCS4 v3.1, garantiu precisão, robustez e confiabilidade ao sistema. A integração de dispositivos de segurança e o uso de cabos blindados contribuíram para a estabilidade frente às interferências do plasma, enquanto o pendant MPG agrega praticidade e precisão nas calibrações e no zeramento do sistema de referência.

Referência ao fomento recebido

Os autores agradecem o Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC, que por meio do Edital nº 04/2024/PROPI e do Edital 02/UNIVERSAL, possibilitou a realização e elaboração do projeto. Também agradecemos a todos os docentes e discentes que se empenharam e contribuíram para o desenvolvimento.

Referências

- MOTA, G. DE A.; SANTOS, R. B. **DESENVOLVIMENTO DE UMA MESA DE CORTE A PLASMA DE BAIXO CUSTO.** , 19 ago. 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/4364/1/GustavodeAraujoMota.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2025
- NEOMOTION. **Cálculo do motor de passo.** , 4 out. 2021. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/slideshow/calculo-motor-de-passo/250366762>>. Acesso em: 22 abr. 2025
- POLASTRINI, F. H. **DESENVOLVIMENTO DE UMA MÁQUINA CNC DE BAIXO CUSTO COM SOFTWARE E HARDWARE ABERTOS.** , 9 dez. 2016. Disponível em: <https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1D4nHsZXivazoanXA_c6cHfje7Gt4-uXu>. Acesso em: 22 abr. 2025

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA PARA COMPARTILHAMENTO DE DIRETRIZES DE ACESSIBILIDADE NA WEB

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: L. V. GONÇALVES¹; J.J. FERRONATO²; T. C. DUTRA³;

Projeto de Pesquisa

Resumo:

As Tecnologias da Informação se tornaram essenciais atualmente. Elas auxiliam em diversas tarefas, o que possibilita o acesso a serviços, produtos, entre diversos outros. É importante que essas tecnologias sejam acessíveis para que uma grande parcela de pessoas possa utilizá-las. Com foco em sistemas *web*, há atualmente diversas diretrizes de acessibilidade disponíveis com o intuito de facilitar e auxiliar na acessibilidade digital, principalmente a pessoas com deficiência. Apesar disso, há muitos sistemas sem recursos de acessibilidade. Este projeto consiste na continuidade da página intitulada Acessibiweb, que a partir de uma revisão sistemática da literatura, indicou diretrizes de acessibilidade a serem utilizadas para as diferentes deficiências, tais quais Auditiva, Motora, Visual e Cognitivo e Neural, incluindo o Transtorno do Espectro Autista (TEA).

Palavras-chave: acessibilidade digital; pessoas com deficiência; sistema web acessível.

Introdução

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) são essenciais na sociedade atual, mas pessoas com deficiência ainda enfrentam barreiras no ambiente digital, onde a acessibilidade, entendida como a eliminação de barreiras que impedem determinados grupos de acessar bens, serviços, educação e saúde, deve ser garantida como forma de inclusão. Apesar da existência de ferramentas para apoiar a implementação de acessibilidade digital, ainda são raras as soluções intuitivas que organizam diretrizes de acessibilidade, e a baixa adesão a boas práticas resulta em interfaces inadequadas. Inspirado no artigo de Souza e Dutra (2024), que reuniu diretrizes por meio de revisão sistemática, este trabalho propõe um sistema *web* acessível e interativo que permite aos usuários cadastrarem seus projetos e associarem a eles as diretrizes mais relevantes para seu contexto. Assim, não se trata de uma ferramenta que implementa ou avalia

¹ Estudante/egresso do curso Sistemas de Informação do IFSC Caçador, lauvivang@gmail.com

² Servidor [Gaspar/Informática] do IFSC, jair.ferronato@ifsc.edu.br.

³ Servidora [Caçador/ Informática] do IFSC, taynara.dutra@ifsc.edu.br.

automaticamente a acessibilidade, mas de um meio estruturado para os usuários terem maior controle e visibilidade sobre os requisitos necessários para tornar seus projetos mais acessíveis. O objetivo deste trabalho foi centralizar e organizar diretrizes de acessibilidade digital em uma plataforma acessível para facilitar o acesso a informações essenciais e incentivar a criação de experiências digitais mais inclusivas e alinhadas aos padrões de acessibilidade digital. Para isso foi necessário levantar requisitos funcionais e não funcionais, selecionar diretrizes de acessibilidade, modelar (Bourque; Fairley, 2014), prototipar interfaces, desenvolver um sistema web acessível e realizar testes funcionais.

Fundamentação teórica

Na grande maioria das vezes os sistemas são construídos com a mentalidade **dentro para fora**, sem dar enfoque para como serão utilizados, como se tivesse o pressuposto de que o mundo externo fosse se adaptar ao sistema sem esforço (Barbosa *et al.*, 2021). Nesse contexto, a inclusão de pessoas com deficiência (PcD) é crucial. Para que isso ocorra, os recursos digitais, sejam eles aplicativos, *websites* e plataformas de ensino, precisam ser desenvolvidos com acessibilidade. A acessibilidade digital não é somente uma questão técnica, mas também ética e social, ao promover a inclusão de pessoas com deficiência, ampliando suas possibilidades de interação social, educação, trabalho e lazer no ambiente digital. Na *web*, a acessibilidade é orientada por diretrizes que guiam a construção de conteúdos acessíveis. A principal referência é a WCAG, desenvolvida pelo W3C, que estabelece que um ambiente acessível deve ser perceptível, operável, compreensível e robusto (Caldwell *et al.*, 2008). Além da WCAG, no contexto brasileiro há o e-MAG, que tem a intenção de garantir a acessibilidade em portais e sites eletrônicos de administração pública, conforme as necessidades específicas brasileiras (Brasil, 2014). Há diversas outras disponíveis na literatura. O artigo de Souza e Dutra (2024), que dá embasamento para a construção deste trabalho, conseguiu reunir um conjunto de diretrizes com base em uma revisão sistemática. Essas diretrizes foram categorizadas em deficiências auditiva, visual, motora e cognitiva e neural, além do Transtorno do Espectro Autista (TEA), sendo reunidas com o intuito de simplificar o acesso a elas, fornecer exemplos e dar suporte principalmente a desenvolvedores *web*, como a a qualquer pessoa interessada em acessibilidade digital voltada para a *web*, com foco em *websites* mais inclusivos e acessíveis para usuários com deficiência (Souza; Dutra, 2024).

Procedimentos metodológicos

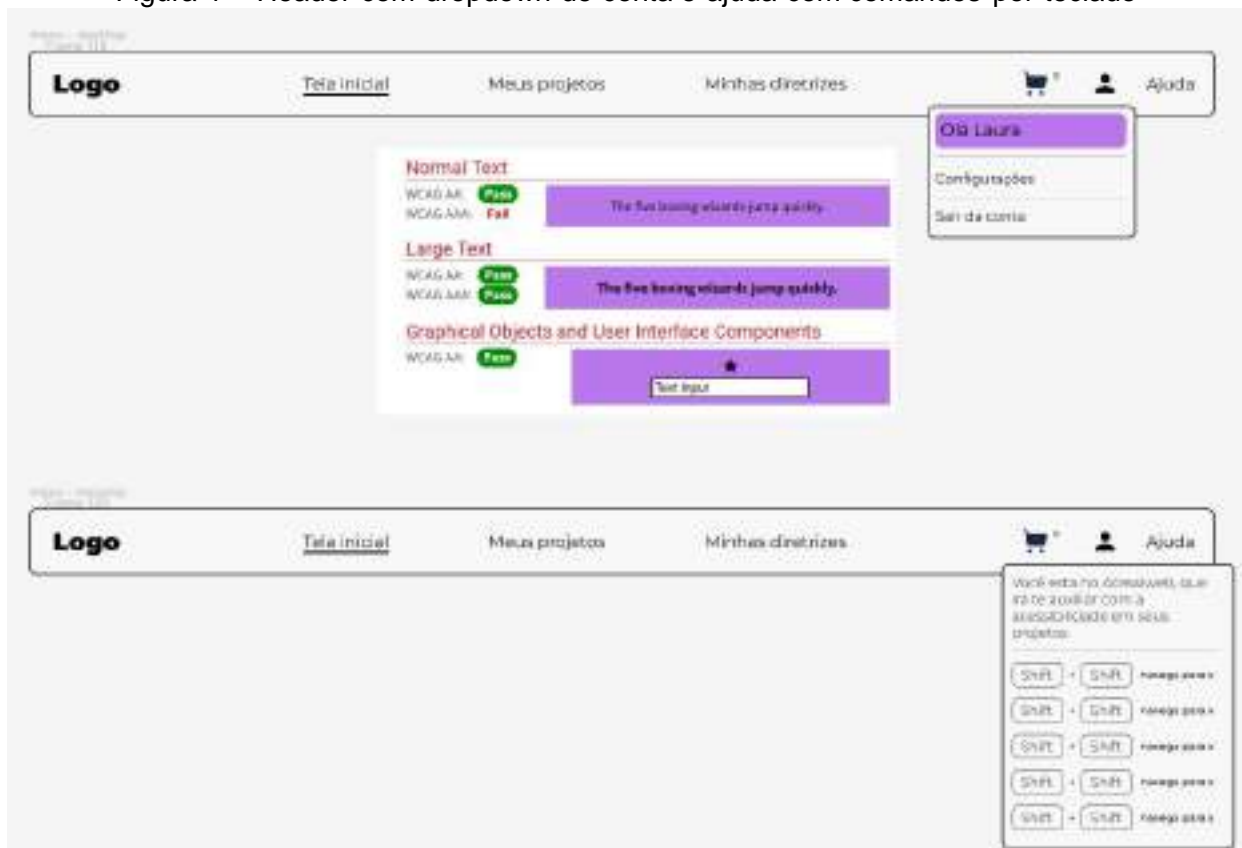
O trabalho propôs a criação de uma solução para um problema específico – como realizar a criação de uma plataforma acessível e intuitiva que possa contribuir para a disseminação, compartilhamento e adesão de diretrizes de acessibilidade digital na *web*? Primeiramente foi realizada uma pesquisa bibliográfica, seguida de uma busca pela compressão do problema, pela descrição do processo de desenvolvimento de um produto tecnológico (Gil, 2002). A abordagem metodológica utilizada foi Pesquisa Aplicada e Exploratória-Descritiva, com abordagem quali-quantitativa. Segundo os procedimentos técnicos estabelecidos por Gil (2002), esta pesquisa pode ser classificada como bibliográfica e pesquisa-ação. A pesquisa-ação se caracteriza pela participação ativa do pesquisador no processo investigativo, sendo, ao mesmo tempo, sujeito e agente da pesquisa. Ao fim, será aplicado a uma parcela de estudantes das últimas fases dos cursos de Tecnologia da Informação um questionário, com base no modelo TAM utilizando a Escala de Likert, para auxiliar no levantamento do nível de aceitação do sistema. Este trabalho foi desenvolvido com base na adoção do modelo de processo de *software* Cascata, em razão de sua estrutura sequencial e clara definição de etapas. Esse modelo prevê uma única entrega final, após a conclusão de etapas sequenciais bem delimitadas. As principais etapas do modelo Cascata são: levantamento de requisitos, planejamento, modelagem, desenvolvimento, testes e implantação.

Resultados e discussões

Inicialmente, na etapa de comunicação, foi realizado primeiramente o levantamento de diversos requisitos funcionais e não funcionais, incluindo as possíveis diretrizes a serem implementadas no sistema *web* tais como: texto descritivo como alternativa para elementos não-textuais, *inputs* de formulários com propósitos claros, responsividade, uso de contraste, utilização de comandos por teclado, lógica sequencial e navegação intuitiva, pesquisa por comando de voz, uso de WAI-Aria, entre outros. Na etapa de planejamento, foram escolhidas as linguagens e ferramentas a serem utilizadas para a construção do sistema *web*. Na modelagem, foram criados os diagramas de Caso de Uso, de Classes e Entidade-Relacionamento (ER) definidos por Bourque e Fairley (2014). Com isso foi possível definir

tanto o comportamento como a estrutura do sistema. E então, foi iniciado a construção de protótipos⁴ para mapeamento das interfaces e recursos de acessibilidade. A Figura 1 mostra a identificação de recursos necessários conforme as especificações.

Figura 1 – Header com dropdown de conta e ajuda com comandos por teclado



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Além dessas diretrizes de acessibilidade, diversas outras foram mapeadas e podem ser encontradas no protótipo. Posteriormente a prototipação, foi dado início a construção do *backend* e *frontend*, utilizando um *Technical Design Document* (TDD), em português — Documento de Design Técnico —, para mapear também especificações do banco de dados, das rotas da API, fluxo de autenticação, paginação, dependências, entre outros.

Considerações finais

⁴ O protótipo de alto nível foi construído utilizando o Figma, ele pode ser consultado no seguinte link: <https://www.figma.com/design/574VUskfvvZQA6maxRsV/tcc-prot%C3%B3tipo-de-alto-n%C3%ADvel?node-id=0-1&t=ZKH9Fs2gfmmj5aAG-1>

Este trabalho proporcionou para a pessoa desenvolvedora a oportunidade de aplicar os conhecimentos adquiridos em sala de aula em contextos reais, o que contribui significativamente para o seu crescimento profissional. Além disso, representa uma oportunidade para a pesquisa, permitindo que estudantes, profissionais e comunidade externa utilizem dos recursos para desenvolver soluções inovadoras e acessíveis para desafios concretos enfrentados pela comunidade. A inter-relação entre ensino, pesquisa e extensão não somente enriquece a educação, tornando-a mais relevante e significativa, mas também desempenha um papel crucial na transferência de conhecimento e no bem-estar da comunidade, ao levar as soluções desenvolvidas pela instituição para a sociedade.

Referências

BARBOSA, Simone Diniz Junqueira *et al.* **Interação humano-computador e experiência do usuário.** Rio de Janeiro: Ed. do autor, 2021.

BOURQUE, Pierr; FAIRLEY, Richard E. (ed.). **SWEBOK V3.0:** guide to the software engineering body of knowledge. Piscataway, NJ: IEEE, 2014. Disponível em: <https://ieeecs-media.computer.org/media/education/swebok/swebok-v3.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2025.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. **eMAG modelo de acessibilidade em governo eletrônico. Versão 3.1.** Brasília: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2014. Disponível em: <https://www.gov.br/governodigital/pt-br/acessibilidade-e-usuario/acessibilidade-digital/eMAGv31.pdf>. Acesso em: 5 nov. 2024.

CALDWELL, Ben; COOPER, Michael; REID, Loretta Guarino; VANDERHEIDEN, Gree. **Web content accessibility guidelines (WCAG) 2.0.** Cambridge: W3C, 2008. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/2008/REC-WCAG20-20081211/>. Acesso em: 5 nov. 2024.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUZA, Camilla; DUTRA, Taynara. Acessibiweb - uma revisão sistemática da literatura para identificar, categorizar e divulgar diretrizes de acessibilidade web. *In:* ENCONTRO NACIONAL DE COMPUTAÇÃO DOS INSTITUTOS FEDERAIS (ENCOMPIF), 11., 2024, Brasília. **Anais [...].** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2024. p. 34–41.

MAPEAMENTO DE PROCESSOS DA COORDENAÇÃO DE CURSOS NO IFSC CÂMPUS CAÇADOR

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: C. PALUACZESKI¹; S. VARELA²; R. GUZ³

Resumo: O IFSC Câmpus Caçador carece de um repositório formal de processos administrativos, o que compromete a clareza das rotinas e a integração de novos servidores. Este trabalho teve como objetivo registrar processos essenciais da Coordenação de Cursos, alinhando-se à arquitetura de processos do IFSC. A equipe identificou etapas, entradas, saídas e responsáveis com base em reuniões e documentos. Um dos processos identificados foi a organização de horários de aula. Onde a estudante de Sistemas de Informação atuou como estagiária, contribuindo na coleta e estruturação dos registros. Os materiais produzidos esclarecem a lógica das atividades e ainda aguardam validação. A proposta articulou ensino, pesquisa e extensão ao envolver diferentes setores do campus.

Palavras-chave: mapeamento de processos; gestão acadêmica; fluxograma; coordenação de cursos; IFSC.

Introdução

A gestão acadêmica eficiente constitui um dos pilares da qualidade do ensino nas instituições públicas de educação profissional e tecnológica. No Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) – Câmpus Caçador, a Coordenação de Cursos exerce um papel estratégico na organização das atividades pedagógicas, administrativas e de atendimento aos estudantes. Entretanto, a falta de um mapeamento formalizado dos processos administrativos compromete a clareza das rotinas internas, dificulta a comunicação entre setores e eleva o risco de retrabalho e de falhas na execução das tarefas.

A situação-problema identificada refere-se à inexistência de um documento sistematizado que registre e padronize os procedimentos realizados pela Coordenação de Cursos. Essa lacuna gera inconsistências na gestão acadêmica, prejudica o alinhamento institucional e dificulta a integração de novos servidores, além de limitar a transparência nas ações administrativas.

¹Estudante do curso Sistemas de Informação do Instituto Federal de Santa Catarina – Câmpus Caçador, E-mail: camila.p08@aluno.ifsc.edu.br.

²Servidora do Instituto Federal de Santa Catarina – Câmpus Caçador. E-mail: sayonara.varela@ifsc.edu.br.

³Servidor do Instituto Federal de Santa Catarina – Câmpus Caçador. E-mail: ricardo.guz@ifsc.edu.br

Diante desse cenário, o objetivo deste trabalho foi mapear e registrar os principais processos administrativos da Coordenação de Cursos do IFSC Câmpus Caçador, descrevendo formalmente as etapas, os responsáveis e os fluxos de trabalho, bem como representando graficamente os processos por meio de fluxogramas. Além disso, o trabalho buscou identificar oportunidades de melhoria, otimizar a comunicação interna e fortalecer a gestão acadêmica do câmpus. O mapeamento iniciou-se pelas coordenações dos cursos integrados, como ponto de partida para a sistematização dos processos de todo o câmpus.

A execução do projeto integrou estudantes, técnicos administrativos e docentes, consolidando a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. A participação dos estudantes na coleta de dados e na organização das informações promoveu o desenvolvimento de habilidades práticas (ensino), a análise crítica dos processos contribuiu para a produção de conhecimento aplicado (pesquisa) e a disponibilização dos resultados para o aprimoramento institucional reforçou o compromisso social da extensão.

Fundamentação teórica

O estudo das organizações contribui para a compreensão das estruturas formais, dos fluxos de comunicação e do funcionamento dos setores (CAMPOS, 2004; CURY, 2016). A organização dos processos promove clareza nas atividades e alinhamento institucional (CHIAVENATO, 2015). A área de Organizações, Sistemas e Métodos (OSM) trata da racionalização do trabalho, eliminação de tarefas redundantes e padronização de rotinas administrativas, o que favorece a eficiência operacional (COLENGHI, 2006).

A utilização de fluxogramas permite representar graficamente os processos, evidenciar a sequência lógica das atividades, identificar pontos críticos e apoiar decisões gerenciais (PALADINI, 2004). Esses instrumentos são úteis para promover a análise crítica das rotinas e a revisão de procedimentos. A gestão da qualidade, aplicada ao contexto administrativo, busca padronizar e esclarecer os processos com foco na melhoria contínua (CAMPOS, 2004; CRUZ, 2007). Além disso, a abordagem de Business Process Management (BPM) propõe a integração entre modelagem, execução, monitoramento e aperfeiçoamento dos processos, alinhando a operação às estratégias organizacionais (DUMAS et al., 2018).

Esses fundamentos sustentam a proposta de mapear os processos da Coordenação de Cursos e organizar as informações de forma sistematizada, contribuindo para a gestão acadêmica e para o fortalecimento institucional.

Procedimentos metodológicos

O presente trabalho adotou uma abordagem metodológica aplicada, de natureza descritiva, com foco na análise e organização dos processos administrativos da Coordenação de Cursos do IFSC Câmpus Caçador. Inicialmente, a equipe realizou o levantamento das atividades do setor com base em reuniões com servidores e na análise de documentos institucionais, mapeando as rotinas em execução. A etapa seguinte consistiu no registro sistemático dos processos, com descrição das etapas, entradas, saídas e responsáveis.

A representação gráfica dos fluxos foi realizada por meio de diagramas elaborados no software Bizagi Modeler, utilizando a notação BPMN. Os processos descritos passaram por validação interna junto à equipe do Departamento de Ensino, Pesquisa e Extensão (DEPE), assegurando a coerência das informações. Participaram do projeto a servidora da área de Administração, servidores da Coordenação de Cursos e uma estagiária do curso de Sistemas de Informação, que atuou na coleta e organização dos dados. Os processos permanecem em fase de mapeamento e incluem, entre outros, a criação de turmas e a recepção de novos alunos.

Resultados e discussões

Identificou-se a ausência de registro padronizado dos processos administrativos do IFSC Câmpus Caçador. Para tratar essa demanda, a equipe mapeou atividades, etapas, responsáveis, entradas e saídas de processos selecionados.

Entre os processos analisados, estão a abertura de turmas, a recepção de novos alunos e a organização dos horários de aula. Este último foi documentado por meio de um fluxograma (Figura 1), que apresenta a sequência de ações entre chefias de ensino, coordenação, DEPE e secretaria acadêmica, desde a consulta de disponibilidade até o cadastro final no SIGAA.

Figura 1 – Fluxograma do processo de organização de horário de aulas

Figura 1 – Fluxograma do processo de organização de horário de aulas



Fonte : Elaborado pelos autores.

O envolvimento coletivo favoreceu a sistematização de informações que antes estavam dispersas. Os registros produzidos ampliam a visibilidade das rotinas internas, auxiliam na orientação de novos servidores e novos coordenadores e oferecem subsídios para revisão de práticas. O material resultante também aponta caminhos para a continuidade do mapeamento e para o fortalecimento da comunicação entre os setores.

Considerações finais

O projeto identificou, organizou e representou parte dos processos administrativos da Coordenação de Cursos do IFSC Câmpus Caçador. A equipe definiu procedimentos, descreveu responsabilidades e utilizou a notação BPMN para construir fluxogramas. Os processos permanecem em fase de mapeamento e ainda não passaram por homologação formal.

A atividade envolveu servidores da área de Administração, do DEPE e da Coordenação de Cursos, além de uma estudante do curso de Sistemas de Informação. Essa participação permitiu o contato com situações reais e reforçou a relação entre teoria e prática. A estudante atuou na coleta de dados e na organização dos registros, contribuindo diretamente para o desenvolvimento dos produtos do projeto.

A equipe lidou com limitações relacionadas ao tempo disponível e à complexidade de alguns fluxos. Apesar disso, sistematizou informações relevantes e produziu representações que esclarecem a sequência de ações e a divisão de responsabilidades entre os setores e seus papéis de atuação, delimitando e delineando o processo do início ao fim de sua execução. O fluxograma da organização de horário de aulas ilustra de

forma objetiva um processo recorrente na rotina institucional. Os materiais gerados não possuem caráter definitivo, mas funcionam como base para revisão de rotinas, capacitação de servidores e aprimoramento da comunicação entre setores, além de permitir um contínuo processo de avaliação no desenvolvimento de cada atividade.

A continuidade do mapeamento exige validação técnica e integração de novos fluxos operacionais. A proposta integrou ações de ensino, pesquisa e extensão ao reunir diferentes perfis profissionais em uma atividade comum.

Referência ao fomento recebido

Com bolsa de estágio para o setor do Departamento de ensino, pesquisa e extensão (DEPE).

Referências

BALLLESTERO-ALVAREZ, Maria Alexandra. **Organização, sistemas e métodos: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2000.

BIZAGI. *Bizagi Modeler: Business Process Modeling Software*. Disponível em: <https://www.bizagi.com/>. Acesso em: abril de 2025.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. Belo Horizonte: INDG, 2004.

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à Teoria Geral da Administração**. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

COLENGHI, V. J. **Organização, sistemas e métodos e as novas tecnologias**. São Paulo: Atlas, 2006.

CRUZ, Tadeu. **Gestão da qualidade total na prática**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2007.

CURY, Antônio. **Organização e métodos: uma visão holística**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

DUMAS, Marlon; LA ROSA, Marcello; MENDLING, Jan; REIJERS, Hajo A. **Fundamentals of Business Process Management**. 2. ed. Springer, 2018.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MASIERO, Gilberto. **Administração: princípios e tendências**. São Paulo: Pearson, 2012.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2004.

ROESCH, Sylvia Maria Azevedo. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração: guia para estágios supervisionados e para elaboração de projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2013.

MUSEU ARABUTÃ

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: A. SILVA¹; G. FERREIRA²; L. ROTTA³; M. A. BARREIROS⁴.

Projeto de Ensino

Resumo:

O Museu Arabutã é um projeto de videogame educacional que busca trazer conhecimento sobre a arte brasileira internacionalmente e com acessibilidade, contando um pouco sobre artistas de todas as regiões do Brasil. O jogo contará com cinco fases, uma para cada região, e será jogável em português e inglês. A partir de relatórios descrevendo a idealização do projeto e um planejamento inspirado na metodologia *Scrum*, a equipe responsável pretende concretizar suas ideias durante o ano de 2025, disponibilizando o jogo para o público e interagindo com o mesmo a partir disso. Por estar em fase de desenvolvimento, o projeto ainda não tem resultados concretos e apresentáveis.

Palavras-chave: jogos digitais; arte; educação não-formal; acessibilidade.

Introdução

No Brasil, muitas pessoas desconhecem a riqueza e a diversidade da nossa produção artística, que varia em cada região e reflete a identidade cultural do país. Diante desse cenário, que também evidencia a chamada "síndrome de vira-lata" — a tendência de desvalorizar a cultura nacional —, o projeto de videogame Museu Arabutã surge para unir o potencial dos jogos à educação, buscando aumentar a valorização da arte brasileira internacionalmente, pois amparados pela educação não formal, que valoriza aprendizagens além do ambiente escolar, os videogames se tornam uma ferramenta dinâmica para transmitir conhecimento de forma envolvente e acessível.

O objetivo principal do Museu Arabutã é levar arte, história e cultura brasileira a adolescentes e adultos que apreciam videogames, por meio de uma experiência

¹ Estudante do curso técnico integrado em Informática do Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus Garopaba, ariany.s2007@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do curso técnico integrado em Informática do Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus Garopaba, gustavo.bf2008@aluno.ifsc.edu.br.

³ Estudante do curso técnico integrado em Informática do Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus Garopaba, lais.fr@aluno.ifsc.edu.br.

⁴ Estudante do curso técnico integrado em Informática do Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus Garopaba, miguel.b01@aluno.ifsc.edu.br.

instigante, combinando elementos visuais, sonoros e uma jogabilidade acessível. Isso será feito através de cinco fases, cada uma abordando um artista de uma região diferente do Brasil.

Dentro disso, uma das metas é que o jogo tenha alcance internacional, sendo jogável em português e inglês e assim permitindo não apenas que o público brasileiro se identifique, mas que estrangeiros explorem e se conectem com a cultura brasileira. Essa estratégia também desafia a síndrome de vira-lata, ao posicionar a produção cultural brasileira em um contexto de valorização para todo o mundo.

A acessibilidade é também ideia central no projeto: legendas ajustáveis, alto contraste, avisos de conteúdo sensível e personalização de comandos garantem uma experiência imersiva para jogadores com deficiências visuais, auditivas ou motoras. A jogabilidade, projetada para ser intuitiva, equilibra desafios e narrativa, atraindo tanto iniciantes quanto experientes.

A execução do projeto traz elementos da pesquisa, ao estudar a arte brasileira, seus artistas e sua diversidade, do ensino, ao colocar em prática as ideias durante as aulas, usando conhecimentos adquiridos em diferentes matérias, e futuramente da extensão, ao divulgar o projeto para outros estudantes e receber feedback.

Fundamentação teórica OU Descrição do público envolvido

A utilização de jogos digitais no meio educacional já não é um conceito completamente novo, mesmo que sua aplicação ainda tenha um longo caminho a seguir. De fato, a tese de 2008 “Jogando arte na web: educação em museus virtuais”, escrita por Ana Beatriz Bahia, disserta sobre o uso de jogos online especificamente no estudo da arte e avalia diversas plataformas da Web relacionadas a esse estudo. Porém, os jogos ainda são vistos como atividades meramente recreativas, de pequena importância, e a aplicação das tecnologias de comunicação digital no geral é muitas vezes realizada de maneira insuficiente, sendo vista apenas como uma alternativa para adquirir informações e não como uma maneira nova e extremamente diferenciada de se comunicar e se relacionar com a sociedade e com o mundo. Além disso, o ambiente escolar continua mantendo padrões de linguagem e comunicação entre professor e aluno que distanciam os dois, pois geram uma falta de credibilidade e identificação dos alunos. Os educadores

devem se apropriar da diversidade de opções que a Internet traz na hora de ensinar, incluindo nisso os jogos digitais.

Callegaro afirma que os jogos “[...] criam uma atmosfera propícia para iniciar uma discussão sobre a história da arte visual e oferecem informações básicas sobre o artista e sua obra” (CALLEGARO, 2005, p. 20), mas reforça que os educadores não podem depender unicamente dos jogos e devem mediar a atividade. Prensky diz que a aprendizagem baseada em jogos digitais deveria conduzir a uma exata sensação de jogo de videogame, ao passo que seu conteúdo e contexto deveriam ser desenvolvidos no sentido de pôr o aluno em condições de aprender algum tema ou área do conhecimento (PRENSKY, 2012, p. 208), e aponta que os jogos podem envolver principalmente aqueles que têm aversão à disciplina do aprendizado, podem tornar o processo interativo de diferentes formas e podem trabalhar com a educação de diferentes maneiras em diferentes contextos. Também destaca, baseado em uma teoria de Robert Ahlers e Rosemary Garris, que os jogos digitais podem gerar sensação de propósito, fascinação, estímulo e competência, e por isso funcionam como mecanismo de auxílio educacional.

Procedimentos metodológicos

De setembro de 2024 a fevereiro de 2025, a equipe realizou a idealização do projeto nas aulas de PI I, elaborando relatórios contendo, entre outras coisas, a fundamentação teórica, os objetivos e os requisitos do jogo.

No ano letivo seguinte, durante as aulas de PI II, foi montado um gráfico de Gantt, com objetivo de estimar a data e duração de cada etapa da execução, que foram divididas em três categorias principais. A primeira é o “Início do projeto”, que inclui a familiarização com o *GameMaker*, *engine* utilizada para programar o jogo, a escolha dos artistas abordados, e pesquisas relacionadas aos direitos autorais das obras. Depois, vem a fase de “*Brainstorming* e idealização”, onde o time irá idealizar e planejar as fases, além de produzir *concept arts* e fazer pesquisas relacionadas à acessibilidade do game. A terceira etapa é a “Elaboração e produção”, onde o time irá concretizar o jogo, programando, produzindo os *sprites*, escolhendo a trilha sonora e traduzindo. Esta será separada em seis partes, com base nos *sprints* da metodologia *Scrum*. A primeira parte será para a produção do menu, e as outras cinco para cada uma das fases do jogo.

É esperado que a finalização do projeto se dê no final de 2025, mais especificamente entre novembro e dezembro.

Resultados e discussões

Atualmente, o projeto está em fase de desenvolvimento. Assim, não há resultados a serem apresentados e discutidos.

Considerações finais

Mesmo que o projeto ainda não tenha gerado resultados concretos, a equipe já adquiriu diversas experiências e aprendizados, como o domínio do LaTeX, técnicas de organização de projetos e criação de gráficos de Gantt. Apesar das diversas dificuldades durante o caminho, como problemas de organização, comunicação e planejamento, essas experiências enriqueceram a formação profissional da equipe, desenvolvendo tanto habilidades técnicas quanto capacidade de trabalho colaborativo.

Sobretudo, esperamos que o princípio de indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão seja presente no nosso projeto ao unirmos a pesquisa realizada para a idealização do jogo, o estudo contínuo para poder projetar e executá-lo e futuramente a extensão ao disponibilizar o jogo para o público e interagir com o mesmo a partir de suas opiniões e sugestões.

Referências

BAHIA, A. B. Jogando Arte na Web: Educação em Museus Virtuais. 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/91983>>. Acesso em: 11 de dez. de 2024.

CALLEGARO, T. Jogos na web e o ensino da história da arte. Comunicação Educação, v. 10, n. 1, 2005. Acesso em: 21 de dez. de 2024.

PRENSKY, M. Aprendizagem baseada em jogos digitais. São Paulo: Senac, 2012. Acesso em: 21 de dez. de 2024.

O desenvolvimento de um programa utilizando redes neurais convolucionais para a identificação de colas em testes acadêmicos.

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: Sofia.Martins¹; Leonardo.Rauta²; Aitor.Almeida³.

Edital IFSC/GAB N° 02/2024 PROPICIE 22
Projeto de Pesquisa

Resumo:

Em um cenário onde a tecnologia está presente em todos os aspectos da vida, o âmbito escolar não se apresenta como exceção. Auxiliando no aprendizado, as tecnologias tornam-se cada vez mais comuns nas salas de aula. Contudo, seu uso excessivo e muitas vezes inapropriado, compromete a qualidade da educação. O momento em que esse impacto negativo se torna evidente é durante a aplicação de provas, em um momento destinado a observar o entendimento do que foi ensinado, é possível ver alunos colando e apresentando baixo rendimento. Muitos alunos por falta de atenção durante as aulas ou por não se prepararem adequadamente, recorrem às redes sociais e outros meios de pesquisa durante os testes. Tal prática impede a reflexão de um resultado verídico na aplicação das avaliações. Neste contexto, propõe-se o desenvolvimento de um programa baseado na análise de capturas de telas realizadas a cada cinco segundos dos computadores. O objetivo é que o sistema seja capaz de examinar essas imagens e identificar casos de possíveis colas durante as provas para assim contribuir com a veracidade dos processos avaliativos. Para isso é utilizado o machine learning e as redes neurais convolucionais para poder ler as imagens e identificá-las. Os resultados são apresentados através dos gráficos de perda e acurácia, que indicam a precisão do modelo e apresenta resultados razoáveis. Este projeto contribui para uma educação livre do uso excessivo de tecnologias e futuramente a formação de profissionais mais qualificados.

Palavras-chave: educação; colas em provas; machine learning; redes neurais convolucionais; captura de tela.

Introdução

O avanço da tecnologia tem impactado diretamente o contexto educacional, trazendo benefícios, mas também desafios. Embora o uso de ferramentas digitais seja

¹ Sofia Martins Pascoalini, estudante do curso técnico integrado em Informática do Instituto Federal de Santa Catarina, câmpus Gaspar, sofia.m.pascoalini@gmail.com.

² Leonardo Rauta, professor do curso técnico integrado em informática do Instituto Federal de Santa Catarina, câmpus Gaspar, leonardo.rauta@ifsc.edu.br.

³ Aitor Almeida, professor da área da informática na Universidade de Deusto, aitor.almeida@deusto.es.

essencial para estudos e pesquisas, seu mau uso pode prejudicar o processo de aprendizagem, como ocorre com distrações em sala ou o uso indevido de inteligência artificial durante atividades escolares.

Diante disso, o projeto propõe o desenvolvimento de um software, em Python, capaz de analisar capturas de tela tiradas a cada cinco segundos durante provas realizadas no computador. Utilizando redes neurais convolucionais, o programa compara as imagens com uma base de dados de referência para identificar possíveis casos de cola, promovendo maior integridade e transparência nas avaliações.

Além da aplicação prática, o projeto tem como objetivo proporcionar uma introdução ao uso de machine learning e redes neurais na classificação de imagens. Com isso, busca-se também incentivar o aprendizado prático de programação entre os alunos, superando desafios técnicos e desenvolvendo soluções eficazes ao longo do processo.

Fundamentação teórica

O uso de tecnologias na educação levanta debates, especialmente sobre o controle durante avaliações em computadores. Nesse contexto, o monitoramento de telas surge como solução viável, e as redes neurais convolucionais se destacam por sua alta precisão no reconhecimento de imagens e simplicidade na implementação.

As redes neurais são capazes de extrair características das imagens, categorizando-as em classes ou rótulos. Tecnologias como o reconhecimento facial, detecção de objetos e também diagnósticos médicos podem ser realizadas pelas CNNs (*Convolutional Neural Network*), que aprendem com os dados apresentados e através da leitura de imagens, buscam atributos específicos do que foi ensinado, sendo capaz de identificar as características que o programa busca.

Procedimentos metodológicos

Foi adotado um modelo de pesquisa aplicada, cujo seu objetivo é resolver um problema prático, por meio da aplicação direta de técnicas e ferramentas para resolver desafios concretos. Embora não tenha sido implementado em um contexto real, o estudo seguiu uma série de etapas como: definição de objetivos do programa, estudo aprofundado sobre redes neurais convolucionais, análise e compreensão de exemplos,

criação de um Dataset, desenvolvimento do programa baseado nos exemplos vistos e objetivos definidos para o projeto, realização de testes e avaliação dos resultados obtidos, além de ajustes para aprimoramento do modelo.

A criação do dataset no Google Drive foi fundamental para garantir a qualidade e relevância dos dados. O processo inclui importação de bibliotecas (Keras, sklearn, Matplotlib, Numpy, OpenCV, OS e Random), leitura das imagens, a separação entre dados de treino e teste, definição da arquitetura da rede neural convolucional (incluindo a VGG16, com camadas convolucionais e de pooling), uso de ReLU e camadas densas com 128 neurônios, além do otimizador SGD.

A avaliação e métricas de desempenho do modelo foi realizada com base na acurácia e perda, que fornece uma visão geral sobre como o modelo está realizando a tarefa de classificação. Apesar do dataset ter sido elaborado cuidadosamente, o número de imagens limitadas não contemplou todos os possíveis contextos de ações permitidas e proibidas, nem contempla todos os sites e aplicativos que poderiam ou não ser utilizados.

Resultados e discussões

O artigo apresenta o desenvolvimento de um programa com redes neurais convolucionais para identificar possíveis colas durante provas realizadas no computador. A proposta tem relevância educacional, pois visa combater o uso indevido de mídias sociais durante avaliações e promover o aprendizado prático de machine learning entre os alunos.

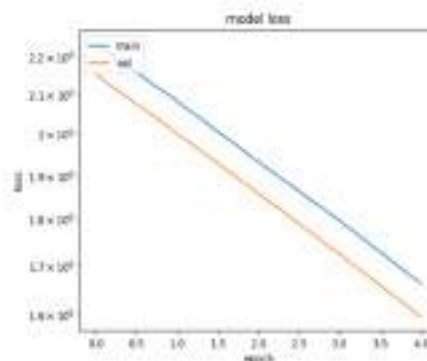


Figura 1. Gráfico da acurácia do modelo

Para avaliar se o código está funcionando adequadamente e classificando as imagens de maneira correta é necessário avaliar a acurácia apresentada pelo mesmo. Nos gráficos que representam a precisão e a perda do modelo, é possível analisar os

resultados e a probabilidade de sua veracidade, permitindo uma interpretação mais precisa do desempenho da classificação.

De maneira geral a precisão do modelo na figura 1, indica uma melhora no início, apresentada pela linha azul que mostra o desempenho do programa durante o treino, mas na validação a linha laranja permanece estagnada o que indica um problema ao generalizar os dados.

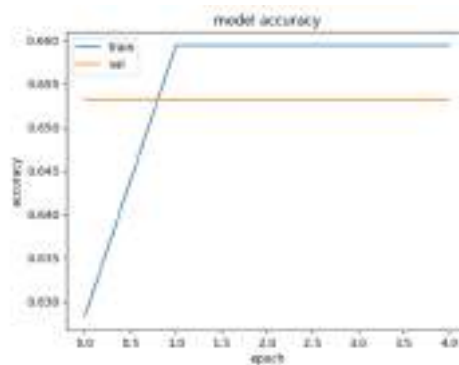


Figura 2. Gráfico da perda do modelo

Já na figura 2, é notória a diminuição da perda, tanto no treino quanto na validação, indicado pela linha azul e laranja respectivamente. Esse comportamento sugere que o modelo está aprendendo de forma equilibrada. Entretanto, linhas lineares apontam a um *underfitting*, o que significa que o modelo é simples e não está aprendendo a fazer a distinção de maneira correta.

A aplicação do programa depende de sistemas de monitoramento capazes de capturar telas periodicamente, o que limita sua implementação em instituições de ensino. Apesar disso, o projeto oferece uma base promissora para futuras melhorias, podendo ser desenvolvido por estudantes em contextos educacionais.

Considerações finais

Diante da dificuldade de se ter um controle do que os alunos acessam durante testes realizados no computador surgiu a ideia de criar um programa que fosse capaz de identificar possíveis colas no processo avaliativo, por meio do *machine learning* com o uso das redes neurais convolucionais. Por apresentar melhores recursos, o código foi desenvolvido no Google Colab com a linguagem Python.

Apesar de sua implementação não ter sido viabilizada dentro das salas de aula, o desenvolvimento do código atendeu o que havia sido proposto, classificando de maneira adequada os exemplos vistos. Durante o desenvolvimento do código, foram enfrentados desafios como o *underfitting* e dificuldades de organização do dataset que exigiu soluções específicas para um melhor desempenho.

Os dados obtidos apresentam uma acurácia no conjunto de treinamento de 66,27% e no conjunto de de validação 65,32%. Por fim os resultados apresentados pelo modelo são condizentes com o que foi apresentado e projeto também abre espaço para que melhorias sejam feitas futuramente, até mesmo pelos próprios estudantes.

Referência ao fomento recebido

Os autores do projeto agradecem o apoio financeiro concedido pelo IFSC/GAB Nº 02/2024 PROPICIE 22 e pelo acolhimento recebido pela instituição parceira Universidade de Deusto.

Referências

- [1] Unesco. Global education monitoring report summary, 2023: technology in education: a tool on whose terms?. 2023. doi: <https://doi.org/10.54676/HABJ1624>
- [2] Samer Hijazi, Rishi Kumar, and Chris Rowen, IP Group, Cadence. Using Convolutional Neural Networks for Image Recognition. 2015. Disponível em: [cnn_wp.pdf](#)
- [3] Scimago institutions rankings. Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina: estado atual e tendências. 2021. doi: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35101.007> .
- [4] Paulo Gil. Introdução às Redes Neurais Convolucionais (CNNs) para Classificação de Imagens. 2023. Disponível em: [Introdução às Redes Neurais Convolucionais \(CNNs\) para Classificação de Imagens - WEB3DEV](#)
- [5] Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A.. *Deep Learning*. MIT Press. 2016. Disponível em: [Deep Learning](#)
- [6] GEEKSFORGEES. VGG-16 | CNN model. GeeksforGeeks, 2023. Disponível em: <https://www.geeksforgeeks.org/vgg-16-cnn-model/>
- [7] DFBR (Deleted for Blind Review)
- [8] Universidade Stanford. CS231n: Convolutional Neural Networks for Visual Recognition. Disponível em: [CS231n Convolutional Neural Networks for Visual Recognition](#)
- [9] Chollet, F., et al. . *Keras Documentation*. 2024 Disponível em: <https://keras.io>
- [10] Afshine Amidi e Shervine Amidi. Convolutional Neural Networks cheatsheet. Disponível em: [CS 230 - Convolutional Neural Networks Cheatsheet](#)

OFICINA DE IMPRESSÃO 3D: O USO DA MANUFATURA ADITIVA NO DESIGN E SUA APLICAÇÃO EM PROTOTIPAGEM.

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: A. C. M. PADILHA¹; I. S. OLIVEIRA²; S. SCOLARI³.

Programa de Educação Tutorial – PET Design IFSC
Projeto de Ensino

Resumo:

A oficina de manufatura aditiva teve como objetivo introduzir os participantes à tecnologia de impressão 3D, com foco no design e prototipagem de peças. O evento, realizado no Laboratório de Desenvolvimento de Produto do curso de Bacharelado em Design do Instituto Federal de Santa Catarina, incluiu uma apresentação teórica sobre manufatura aditiva, a utilização do software Ultimaker Cura para o fatiamento e preparação das peças, e a impressão de peças com tema de Halloween. A atividade concluiu com a retirada das peças e a aplicação de um formulário de feedback. A oficina proporcionou um aprendizado prático e significativo sobre as aplicações da manufatura aditiva no design.

Palavras-chave: manufatura aditiva; impressão 3D; design; prototipagem.

Introdução

A manufatura aditiva tem se consolidado como uma tecnologia inovadora no design de produtos, permitindo a criação de protótipos rápidos e a fabricação de peças com alta precisão (VOLPATO et al., 2017; SILVA et al., 2023). Este trabalho apresenta a experiência de realização de uma oficina de impressão 3D oferecida no Laboratório de Desenvolvimento de Produtos do IFSC-Florianópolis. Durante a atividade, foram explorados o uso do software Ultimaker Cura e a produção de peças com temáticas alusivas ao *Halloween*⁴. O objetivo da oficina foi apresentar aos participantes os conceitos fundamentais da tecnologia de impressão 3D, proporcionando uma visão ampla sobre suas aplicações e potencial criativo. O foco principal foi o design e a prototipagem

¹ Estudante do curso de Bacharelado em Design do IFSC, padilhanna@hotmail.com.

² Estudante do curso de Bacharelado em Design do IFSC, italooliv42@gmail.com.

³ Professor do curso de Bacharelado em Design do IFSC, sergio.scolari@ifsc.edu.br.

⁴ Halloween é uma celebração de origem celta, popularizada nos Estados Unidos, que ocorre em 31 de outubro e envolve fantasias, decoração temática e atividades como o "doces ou travessuras".

de peças, abordando desde a criação digital até a produção física, permitindo a exploração prática das possibilidades dessa tecnologia.

Fundamentação teórica

A manufatura aditiva tem desempenhado um papel significativo no campo do design por ampliar as possibilidades projetuais e favorecer a experimentação criativa. Por meio da impressão 3D, é possível materializar geometrias complexas e personalizadas que seriam inviáveis com técnicas convencionais. Essa tecnologia permite uma produção “*tool-less*”⁵ e sob demanda, viabilizando a personalização de produtos em pequena escala, o que agrega valor diferenciado e estimula estratégias de co-criação e design centrado no usuário (LACROIX et al., 2020; SILVA et al., 2023). Além disso, a prototipagem rápida se destaca como uma das principais contribuições da impressão 3D, pois possibilita testar, validar e ajustar conceitos de forma ágil e econômica, contribuindo para decisões mais informadas durante o processo de desenvolvimento de produtos (VOLPATO et al., 2017).

No contexto acadêmico, a manufatura aditiva fortalece o ensino de design ao proporcionar experiências práticas e colaborativas. A possibilidade de fabricar protótipos físicos a partir de modelos digitais favorece a aprendizagem ativa, desenvolvendo habilidades técnicas e de pensamento crítico nos estudantes. A prática da prototipagem contribui para a compreensão mais concreta de aspectos como ergonomia, estética e montagem, além de fomentar a iteração de ideias desde os estágios iniciais do projeto (WIEDEMEIER et al., 2017). Dessa forma, a impressão 3D não apenas aprimora a formação de futuros profissionais, como também os prepara para atuarem de forma inovadora e responsiva às demandas contemporâneas do mercado.

Procedimentos metodológicos

A oficina foi organizada por dois estudantes sob a tutoria de um professor, todos pertencentes ao curso de Bacharelado em Design do IFSC, e foi dividida em quatro etapas:

⁵ *tool-less* é uma expressão da língua inglesa utilizada para se referir à processos que utilizam nenhuma ou poucas ferramentas e equipamentos complexos.

1. **Primeira Parte (13h30 - 14h00):** Foi realizada uma apresentação introdutória sobre os conceitos fundamentais de manufatura aditiva, abrangendo os tipos de arquivos utilizados, repositórios online gratuitos de modelos 3D e as diferentes tecnologias de impressão 3D, com destaque para a tecnologia FDM (Fused Deposition Modeling). Durante a exposição, foram apresentados softwares como Blender, Ultimaker Cura e Chitubox, sendo dada ênfase ao Ultimaker Cura, utilizado pelos participantes para realizar a preparação dos modelos destinados à impressão.
2. **Segunda Parte (14h00 - 15h00):** Os participantes foram organizados em três equipes e, em seguida, cada equipe selecionou uma peça dentro das opções previamente delimitadas pelos ministrantes, alinhadas à temática de Halloween, para ser impressa. Após a escolha, cada equipe utilizou o software Ultimaker Cura para realizar o fatiamento dos modelos e prepará-los para o processo de impressão. Os ministrantes acompanharam de forma contínua o progresso das equipes, prestando suporte técnico e avaliando a qualidade dos arquivos gerados. O quadro abaixo representa a parametrização utilizada nas impressoras:

Quadro 1 – Parâmetros das impressoras.

Tamanho do bico extrusor	Altura da camada	Temperatura do bico	Temperatura da base
0,5mm	0,2 mm	180°C	50°C

Fonte: Dados desta pesquisa.

3. **Terceira Parte (15h00 - 15h30):** Concomitantemente ao processo de impressão, realizou-se uma apresentação concisa que abordou as diversas aplicações da manufatura aditiva, incluindo prototipagem rápida industrial (redução de custos e aceleração do desenvolvimento), construção civil (estruturas complexas e personalizadas), medicina (próteses, implantes sob medida e tecidos orgânicos) e uso pessoal (itens decorativos, ferramentas e projetos educacionais), ressaltando sua acessibilidade e versatilidade.
4. **Quarta Parte (15h30 - 15h40):** Ao término do processo de impressão, as equipes procederam à remoção das peças das impressoras, realizando também a eliminação do material residual para assegurar um melhor acabamento aos objetos. A oficina foi concluída com a disponibilização de um QR code que

direcionava os participantes a um formulário de feedback. Este formulário, além de coletar as impressões sobre a atividade, serviu como comprovante de participação, sendo utilizado para a emissão dos certificados correspondentes.

Resultados e discussões

A oficina atingiu os objetivos, com participantes demonstrando compreensão da manufatura aditiva e do Ultimaker Cura. A prática de fatiamento e impressão de peças temáticas promoveu aprendizado, trabalho em equipe e resolução de problemas. Duas das equipes se adaptaram rapidamente e não tiveram dificuldades perceptíveis, mas uma das equipes teve algumas dificuldades iniciais no fatiamento, resolvidas com apoio dos instrutores. Todas as equipes conseguiram realizar a atividade proposta. O quadro abaixo representa os resultados dos grupos de alunos.

Quadro 2 – Resultados dos grupos.

Grupos	Impressora	Tempo de impressão	Material do filamento
Grupo 1	Creality Ender 3 V2	47min	PLA
Grupo 2	Creality Ender 3	59min	PLA
Grupo 3	Creality Ender 5	1h20min	PLA

Fonte: Dados desta pesquisa.

A palestra sobre as aplicações da manufatura aditiva no mercado foi recebida de forma positiva, despertando o interesse dos participantes em aprofundar o conhecimento sobre as possibilidades oferecidas por essa tecnologia em suas futuras atividades acadêmicas e profissionais. A avaliação geral da oficina, baseada no feedback dos participantes, revelou um alto nível de satisfação, acompanhado de sugestões relevantes para temas de futuras oficinas.

Considerações finais

A oficina de impressão 3D proporcionou uma experiência valiosa para os participantes, permitindo que aprendessem na prática os processos envolvidos nesse universo, desde a modelagem até a impressão. A utilização de peças temáticas de

Halloween contribuiu para um ambiente de aprendizagem descontraído e envolvente. A atividade mostrou a relevância da manufatura aditiva no design e suas aplicações no mercado, especialmente no contexto de prototipagem rápida e personalização de produtos.

Além do impacto positivo na aprendizagem e na difusão da tecnologia de impressão 3D no Instituto Federal de Santa Catarina, a oficina reafirmou o potencial de projetos que promovem a experimentação prática em um contexto formativo, estimulando a investigação de novas aplicações no campo do design.

Referência ao fomento recebido

Os autores deste artigo são integrantes do Programa PET Design, dessa forma, agradecem à Secretaria de Ensino Superior (SESu) e ao Ministério da Educação (MEC) pelo apoio concedido.

Referências

LACROIX, E. et al. **Additive manufacturing: state-of-the-art, capabilities and sample applications with cost analysis.** *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, v. 4, n. 3, p. 45-53, 2020.

VOLPATO, Neri (org) et al. **Manufatura aditiva: tecnologias e aplicações da impressão 3D.** Paraná: Editora Blucher, 2017.

SILVA, Francisco (coord) et al. **Impressão 3D: tecnologias, materiais e aplicações.** Porto: Engebook, 2023.

WIEDEMEIER, A. et al. **Digital manufacturing in architectural design education: prototyping, collaboration, and construction.** *Architectural Science Review*, v. 60, n. 2, p. 10942–10948, 2017.

OFICINA DE CRIAÇÃO DE JOGOS DIGITAIS COMO PRINCÍPIO EDUCATIVO

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: L. M. FERREIRA¹; J. L. JERONIMO², A. B. TRINDADE³; M. L. O. DIAS⁴.

PROEX 03 2024
Projeto de Extensão

Resumo:

O objetivo central deste projeto foi a confecção de oficinas de jogos digitais para estudantes que nunca tiveram, ou tiveram pouco contato com a programação digital com a finalidade de introduzir os jovens a esta crescente área. O uso dos jogos digitais serviu como um incentivo para derrubar o estigma de que programação é complexa, difícil ou entediante, fazendo os alunos se conectarem a esse mundo. Foram feitas duas oficinas de desenvolvimentos de jogos, e cada uma delas teve seus próprios jogos e conceitos apresentados nas quais cada aluno participante pode desenvolver o jogo e modificá-lo conforme sua própria criatividade.

Palavras-chave: jogos digitais; programação; ensino; oficina; exergame.

Introdução

A programação nos últimos anos se mostrou uma área com alto índice de crescimento, e o processo de ensino e familiarização a esta área de aprendizado se mostra cada vez mais necessário, uma comparação pontual é como o inglês era visto a alguns anos atrás, uma prática opcional e que se mostrará fundamental em algum tempo (Cândido, 2017). Steve Jobs acreditava que “todos deveriam aprender a programar, porque ensina como pensar”.

O estudo da programação pode ser vista por uma grande parcela da população como algo difícil, inacessível e desinteressante, porém ela deve ser trabalhada e explorada, com a finalidade de desfazer essa aparência criada a partir da falta de oportunidades de contato com esta área. Uma das formas de contornar isso é trabalhar esse assunto de uma forma mais cotidiana e simples, como por exemplo, usando uma abordagem mais descontraída e atrativa através de jogos digitais em oficinas de

¹ Estudante do curso técnico em Eletroeletrônica do IFSC câmpus Joinville, lucas.emf24@gmail.com

² Docente do IFSC câmpus Joinville, joice.jeronimo@ifsc.edu.br

³ Docente do IFSC câmpus Joinville, andre.bonetto@ifsc.edu.br

⁴ Estudante do curso técnico em Eletroeletrônica do IFSC câmpus Joinville, miguelod2008@gmail.com

construção deste tipo de jogos. Neste contexto, foram ofertadas nas dependências do IFSC, oficinas de programação de jogos visando um público que nunca teve ou que teve pouquíssimo contato com este mundo.

Fundamentação teórica

Segundo (Kolb, 1984), o aprendizado ativo ocorre quando o aluno participa ativamente da construção de seu conhecimento. Os jogos como ferramenta de estudo ajudam nesse processo. Jovens que muitas vezes não se mostram tão interessados pela programação, ao ver como é feito um jogo e perceber relações que eles mesmos sentem quando jogam em seu tempo livre, faz despertar o interesse, ajudando ainda mais na construção do conhecimento.

A gamificação, que utiliza elementos de jogos em contextos educacionais, tem se mostrado eficaz em manter os alunos engajados. De acordo com (Deterding *et al.*, 2011), o uso de recompensas, *feedbacks* imediatos e desafios graduais são elementos essenciais que mantêm os alunos motivados.

A programação baseada em blocos procura abstrair a sintaxe de forma para que os estudantes iniciantes mantenham seu foco apenas na semântica (Kelleher *et al.*, 2005). Com o uso de ações como arrastar e soltar blocos gráficos ou físicos, que correspondem aos componentes de um programa escrito em linguagem textual, exercita-se mais a capacidade de pensamento lógico e menos de conhecimento de código. Esta simplificação no modo de se construir uma estrutura de código faz com que a programação em blocos seja mais limitada em quesitos técnicos, porém, são uma das melhores formas de introduzir novas pessoas a este universo de possibilidades, a qual foi utilizada como recurso pedagógico nas oficinas.

Procedimentos metodológicos

As oficinas foram pensadas para pessoas que nunca tiveram contato com a programação ou possuíam pouco contato. Elas foram feitas utilizando *softwares* que disponibilizam uma forma de programação mais básica e amigável sendo elas a plataforma de programação *MIT App Inventor* e o *Scratch*.

O *Scratch* e o *MIT App Inventor* são plataformas de programação baseadas em blocos que compartilham o objetivo de tornar a programação mais acessível a iniciantes. No entanto, diferem em seus focos principais: enquanto o *Scratch* é voltado à criação de projetos interativos em computadores, como animações e jogos, o *MIT App Inventor* é direcionado ao desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis.

O primeiro jogo testado em uma oficina foi uma réplica do “jogo do dinossauro do *Google*”, um jogo muito famoso que aparece na tela do navegador de *internet* da empresa *Google*, caso o usuário não esteja conectado à internet. A ideia veio do princípio que este jogo aborda vários conceitos importantes de *design* de jogos e interessantes sobre programação, além de ser familiar para muitos que participaram da oficina.

Este jogo, apesar de ser simples, demonstrou pontos técnicos muito relevantes como a velocidade, pontuação, movimentação, dentre outros. A plataforma utilizada para a confecção deste jogo foi o *Scratch* e, durante toda a oficina, foram feitos desafios lógicos para os participantes da oficina a fim de estimular ainda mais a capacidade de pensamento lógico e entendimento dos passos necessários na confecção de um jogo, além de ser estimulado aos alunos a personalização do jogo, como mudar a *sprite* do personagem ou mudar a velocidade, todos esses pontos de interação fizeram com que os alunos aprendessem de forma mais descontraída.

Outro jogo construído durante a oficina foi um *exergame* de corrida. Entende-se como *exergame* os jogos que necessitam que o jogador faça movimentos corporais para interagir com o jogo. Assim, o controle do carrinho era comandado através dos movimentos físicos do dispositivo móvel e, como o jogo precisaria ser feito para dispositivos móveis, foi escolhido o *MIT App Inventor* como *software* de confecção deste jogo. Nesta oficina os participantes aprenderam as funções básicas de um programa, além de aprender sobre sensores dos dispositivos móveis como o de movimento e aceleração, por exemplo.

Resultados e discussões

Percebeu-se um aumento do nível de interesse por parte dos alunos quando a programação digital foi tratada por meio de jogos, uma área muito atraente por parte dos jovens. As duas oficinas receberam elogios por parte dos participantes e os próprios discentes envolvidos na elaboração das oficinas, se sentiram motivados no processo de

ensinar a programação através de algo que eles tem bastante afinidade. Através destes resultados, acredita-se que se tenha plantado uma semente da programação nos participantes, ajudando a disseminar que a ideia de que “programação é difícil” ou “programação é chata” está equivocada, e quem sabe, despertar um novo hobby ou até mesmo uma profissão para esses jovens que nunca tiveram contato com o desenvolvimento de jogos.

Considerações finais

Como resultado final, os fundamentos de programação foram ministrados aos alunos, desde os conceitos iniciais da lógica de programação até o desenvolvimento de um jogo básico funcional. Os participantes conseguiram desenvolver as atividades em sala e, através de seus *feedbacks*, percebeu-se que o interesse pela área de programação de jogos digitais teve um crescimento ao final das oficinas. A utilização dos jogos por meio do ensino da programação se mostrou muito útil, pois tornou a aula mais interativa, prática e de maior interesse por parte dos alunos, que se sentiram motivados e conseguiram realizar as tarefas propostas.

Referência ao fomento recebido

Para a realização deste projeto foi disponibilizado recursos pelo fomento interno Edital EPE PROPPI/PROEX nº 03/2024 - Fomento às atividades indissociáveis entre ensino, pesquisa e extensão do Câmpus Joinville.

Referências

CANDIDO, P. A; CASILO, A. L. Importância do ensino da programação nas escolas. Disponível em:
<<https://repositorio.ufersa.edu.br/items/75c8ea37-7acf-4bab-9e77-898c0434ec29>>.
Acesso em: 3 abr. 2025.

KOLB, David A. *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1984. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/235701029_Experiential_Learning_Experience_As_The_Source_Of_Learning_And_Development. Acesso em: 3 abr. 2025.

DETERDING, Sebastian; DIXON, Dan; KHALED, Rilla; NACKE, Lennart. Gamification: using game design elements in non-gaming contexts. In: *Proceedings of the 2011 Annual Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems – CHI EA '11*. New York: ACM, 2011. p. 2425–2428. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1979742.1979575>. Acesso em: 3 abr. 2025.

KELLEHER, Caitlin; PAUSCH, Randy. Lowering the barriers to programming: a taxonomy of programming environments and languages for novice programmers. *ACM Computing Surveys*, New York, v. 37, n. 2, p. 83–137, jun. 2005. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1089733.1089734>. Acesso em: 3 abr. 2025.

OFICINA DE VISTOS E EMISSÃO DE PASSAPORTE

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: A. PENNA¹; F. LEITE²; J. MORAES³; T. GALINDO⁴

Edital PROEX Fluxo Contínuo - Programas, Projetos e Cursos 2024
Projeto de Extensão

Resumo:

O presente trabalho é o relato do projeto de extensão “Oficinas de Vistos e Emissão de Passaportes” desenvolvido por um grupo de estudantes do Curso Superior de Tecnologia em Gestão de Turismo do Campus Florianópolis Continente. O objetivo foi capacitar os participantes, especialmente estudantes da área de Turismo e profissionais interessados, para realizar de forma autônoma os processos de solicitação de passaportes e vistos, com foco no visto americano, tanto para conhecimento pessoal como potencialmente para o desenvolvimento de uma habilidade profissional. A oficina aborda temas como a importância do passaporte para viagens internacionais, o que são vistos, características e benefícios do visto americano, além de fornecer orientações práticas sobre como preencher o formulário DS-160, agendar entrevistas no consulado e reunir a documentação exigida. A oficina foi realizada em encontros presenciais e via webconferência para atingir um maior número de participantes, com atividades teóricas e práticas, ao final dos quais os participantes receberão certificados de participação.

Palavras-chave: Projeto de Extensão; Oficina de vistos; Emissão de Passaporte.

Introdução

Segundo o levantamento realizado pela PNAD Contínua - Turismo (IBGE, 2023), o número de viagens internacionais realizadas por brasileiros apresentou um crescimento expressivo. Em 2023, foram registradas 641 mil viagens com destino internacional, mais que o dobro das realizadas em 2020, quando ocorreram 276 mil viagens, e mais de sete vezes o número observado no ano de 2021. Esses dados refletem a retomada de viagens a destinos internacionais e a necessidade de profissionais capacitados para atender as demandas dos viajantes.

¹ Estudante do curso gestão de turismo do Instituto Federal de Santa Catarina - campus Coqueiros, e-mail para contato alvaroantonioantipenna@gmail.com.

² Docente do curso gestão de turismo do Instituto Federal de Santa Catarina - campus Coqueiros, e-mail para contato fabianac@ifsc.edu.br

³ Estudante do curso gestão de turismo do Instituto Federal de Santa Catarina - campus Coqueiros, e-mail para contato. ju_mrs@hotmail.com

⁴ Estudante do curso gestão de turismo do Instituto Federal de Santa Catarina - campus Coqueiros, e-mail para contato tatink.galindo@gmail.com.

Com isso, a academia assume um papel preponderante na formação e capacitação dos discentes, preparando-os como futuros profissionais qualificados para o setor, visando “[...]preparar o aluno para o exercício profissional, criando condições para integrá-lo, sem maiores dificuldades, ao mercado de trabalho” (Albuquerque & Silva, 2006, p. 1). Evidencia-se a dissonância entre os contratantes e a academia, uma vez que o mercado busca por mão de obra especializada e atualizada e as faculdades formam egressos com conhecimento profundo sobre temas estruturais (Silveira, Medaglia, & Nakatani, 2020).

A realização da oficina surge como oportunidade de capacitar sobretudo os alunos do curso de Gestão de Turismo, profissionais da área e interessados em geral, de forma teórica e prática com um conteúdo relacionado aos processos de documentação necessários para viagens internacionais, objetivando habilitação que permite atender melhor às demandas dos passageiros, melhorar o planejamento de viagens e prestar um serviço mais completo e eficiente, aumentando a qualidade do atendimento e a competitividade no mercado.

Ao final da oficina, foram emitidos certificados de participação para os inscritos o que agrega valor à formação dos participantes e pode ser utilizado como comprovação de aprendizado em suas áreas de atuação.

Objetivo geral e específicos

O projeto teve como objetivo principal capacitar os participantes a compreender e realizar os procedimentos necessários para a solicitação de vistos e a emissão de passaportes. Em complemento, apresenta-se como objetivos específicos: Orientar os participantes sobre a documentação necessária e os processos para a solicitação de passaportes e diferentes tipos de vistos; Demonstrar o uso das plataformas oficiais e; Esclarecer as exigências e regras dos diferentes tipos de vistos.

Ensino, Pesquisa e Extensão

A indissociabilidade entre o ensino, a pesquisa e a extensão ficam evidentes por meio dos conhecimentos abordados, da organização do conteúdo e da participação direta do público externo. O ensino, pesquisa e extensão formam um tripé obrigatório nas universidades e são indissociáveis através do artigo 207 da Constituição de 1998 (BRASIL, 1998). A tríade além de contribuir para a produção universitária, contempla o papel solidário, social e cultural para com a sociedade (MOITA e ANDRADE, 2005).

Na "Oficina de Vistos e Emissão de Passaportes", o ensino ocorre na forma de aulas e orientações que capacitam os alunos e profissionais da área de turismo. A pesquisa entra no levantamento de dados sobre processos de emissão de passaporte e vistos e análise documental. A extensão é obtida na aplicação prática desse conhecimento, ao compartilhar com a comunidade, interna e externa, a se orientar de maneira autônoma em processos burocráticos, além de fornecer suporte direto para quem deseja viajar ao exterior.

Descrição do público envolvido

As oficinas foram ministradas por três estudantes do curso superior de Tecnologia em Gestão de Turismo. Essa equipe foi responsável por organizar o conteúdo, ministrar as oficinas, divulgar as datas e demais ações que envolvem a atividade. A comunidade externa é participante ativa da capacitação ofertada pela oficina. O conhecimento trabalhado qualifica o profissional da área de turismo que está no mercado de trabalho ou pretende ingressar, sendo um diferencial em seu currículo.

Procedimentos metodológicos

A oficina está estruturada de forma a oferecer conteúdo teórico e prático sobre a emissão de passaportes e vistos, com foco especial no visto americano, pois possui chancela de credibilidade agregada e múltiplos benefícios. Foram realizados encontros presenciais, nos quais os participantes tiveram a oportunidade de aprender e executar procedimentos relacionados à documentação de viagens internacionais.

O projeto teve início em outubro de 2024 e seu término está previsto para o final do primeiro semestre letivo de 2025, sendo conduzido por uma equipe de três facilitadores, que dividirão as atividades de planejamento, execução e avaliação entre si. A carga horária total é de 120 horas, distribuídas atividades como: elaboração e submissão do projeto, elaboração do material informativo (pesquisa, criação do material visual), divulgação e criação dos formulários de inscrição, execução das oficinas, distribuídas em quatro encontros presenciais e um online gravado que ficará disponível para que possa atingir um público mais amplo, permitindo que participantes que não possam estar presencialmente ainda tenham acesso ao conteúdo, avaliação do projeto e elaboração do relatório final.

A divulgação foi feita pelas redes sociais do Campus Continente, do Curso CST em Gestão de Turismo e por grupos de whatsapp e as inscrições foram realizadas por meio de

formulário eletrônico. As oficinas presenciais foram realizadas no Campus Continente e a oficina virtual por meio da plataforma Google Meet.

Em relação ao conteúdo abordado, destacam-se os seguintes tópicos: Passaporte e sua importância no contexto de viagens internacionais; Exibição de mídias de passaportes de diferentes países e os tipos de passaportes disponíveis; Conceitos e diferenças sobre nacionalidade, residência e cidadania; Conceito de Vistos e sua função no controle de imigração, bem como os diferentes tipos; Requisitos e procedimentos para a obtenção do visto americano;

As atividades da oficina: Simulação de preenchimento de um formulário de solicitação de passaporte brasileiro na plataforma da Polícia Federal; agendamento e exposição da documentação necessária para entrevista; Exposição teórica sobre o que é um visto e em quais situações é necessária sua obtenção; diferenças entre os vistos de curto e longo prazo; vistos eletrônicos e estampados no passaporte; Visto americano e suas características.; como aplicar para o visto americano; demonstração prática da plataforma e do preenchimento do formulário DS160; Agendamento do visto; Documentos exigidos para o visto americano; Entrevista para o visto americano;

Ao final da oficina, os participantes receberam certificados de participação, reconhecendo sua capacitação nos processos de emissão de passaporte e solicitação de visto americano.

Resultados e discussões

Como o projeto ainda está em execução, ainda não há resultados finais. No entanto, como um dos resultados almejados destaca-se o aprimoramento das habilidades profissionais dos alunos e profissionais do turismo, considerando o conhecimento abordado, elevando a qualidade dos serviços prestados e aumentando sua competitividade no mercado de trabalho internacional. Como resultados parciais é possível destacar a realização de três oficinas com a presença de 80 participantes. Além disso, 32 responderam o formulário de avaliação e os dados mostram que a oficina foi muito bem-sucedida, cumprindo seus objetivos de forma clara, relevante e didática.

A interação com os participantes foi efetiva, e a maioria se sentiu mais preparada para lidar com o processo de solicitação de visto americano. Vale ressaltar que, para futuras edições, pequenas melhorias podem ser adaptadas, como mais recursos visuais, tempo

adicional para atividades práticas e simplificar a linguagem introdutória, podem ampliar ainda mais os resultados.

Considerações finais

Diante do que foi realizado com as oficinas e a avaliação por meio dos questionários respondidos, ficou evidente que os objetivos foram alcançados promovendo conhecimento relacionado a área de atuação do profissional de turismo e de interessados no tema, além de destacar o protagonismo discente na realização das oficinas abordando o que é estudado em sala de aula, evidenciando a pesquisa, além de expandir esse conhecimento ao público externo, por meio da extensão. Ficou evidente a importância do tema diante da crescente mobilidade entre países que o turismo proporciona. É possível que seja realizada uma nova edição do projeto podendo abranger novos procedimentos de vistos e/ou demais documentos de viagens necessários para se conhecer outros destinos.

Referências

ALBUQUERQUE, L. S.; SILVA, E. M. Pontos positivos e negativos do estágio na formação profissional dos estudantes de ciências contábeis da cidade de Caruaru-PE. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 30., 2006, Rio de Janeiro. Anais [...]. Rio de Janeiro: ANPAD, 2006.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 21 set. 2024.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua: turismo. Brasil, 2023*. Disponível em:
<https://loja.ibge.gov.br/pnad-continua-turismo-2023.html>. Acesso em: 21 set. 2024.

SILVEIRA, C. E.; MEDAGLIA, J.; GÂNDARA, J. M. G. Quatro décadas de Ensino Superior de Turismo no Brasil: dificuldades na formação e consolidação do mercado de trabalho e a ascensão de uma área de estudo como efeito colateral. *Turismo: Visão e Ação*, v. 14, n. 1, p. 6-18, 2012.

SILVA, Miriam Ferreira da; MENDOZA, Cynthia Carolina González. A importância do ensino, pesquisa e extensão na formação do aluno do Ensino Superior. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, v. 8, n. 6, ano 5, p. 119-133, set. 2024. ISSN 2448-0959. Disponível em:
<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/pesquisa-e-extensao>. DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/educacao/pesquisa-e-extensao. Acesso em: 21 set. 2024.

O impacto da accountability na gestão esportiva: O caso analisado do clube ACB Hunters em Caçador

Divisão temática

DT-4 Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: B.F. R. Santos¹; M.M. Porto²; L. Rosa³; N.I. Calisto⁴; J. H. Czrnhak⁵; E. G. Villar⁶

Resumo: O estudo investiga a prática de accountability na gestão esportiva, com foco em entender a aplicabilidade desta concepção para o desenvolvimento do esporte em Caçador, especialmente no clube ACB Hunters. O objetivo principal foi entender como os princípios da accountability, a saber: a transparência, a prestação de contas e a responsabilidade social, influenciam a gestão do clube e, conseqüentemente, a comunidade local. Metodologicamente, trata-se de uma pesquisa qualitativa, realizada por meio de entrevistas semiestruturadas com membros da comunidade, gestores e atletas. A análise foi realizada com técnicas de análise de conteúdo temática, visando identificar padrões nas respostas dos participantes. Os resultados destacam a importância da accountability na gestão esportiva e como ela aumenta o engajamento da comunidade. Com clareza nas práticas de gestão, o ACB Hunters fortalece a confiança e incentiva a participação ativa dos membros. O estudo também evidencia que o esporte não só oferece benefícios físicos e mentais, mas desempenha um papel crucial na responsabilidade social, contribuindo para a formação de cidadãos mais conscientes e engajados.

Palavras-Chave: Accountability; Gestão esportiva; Esporte; Estudo de caso; Stakeholder

Introdução

A gestão do esporte consiste na aplicação de princípios administrativos em organizações esportivas, e visa à busca pela eficácia na realização de seus objetivos. Neste contexto, o presente estudo se propõe a investigar a prática de accountability e seu impacto no desenvolvimento do esporte na cidade de Caçador, com ênfase no clube ACB

¹ Acadêmica do curso Técnico integrado em Administração do IFSC-Caçador.
brenda.f23@aluno.ifsc.edu.br;

² Acadêmico do curso Técnico integrado em Administração do IFSC-Caçador.
matheus.Mp25@aluno.ifsc.edu.br;

³ Acadêmico do curso Técnico integrado em Administração do IFSC-Caçador.
lucas.r20071@aluno.ifsc.edu.br;

⁴ Acadêmica do curso Técnico integrado em Administração do IFSC-Caçador.
.nataly.i@aluno.ifsc.edu.br;

⁵ Acadêmico do curso Técnico integrado em Administração do IFSC-Caçador.
jose.m23@aluno.ifsc.edu.br.

⁶ Servidor - Professor EBTT - Área Administração - IFSC Caçador. eduardo.villar@ifsc.edu.br.

Hunters. O problema central da pesquisa consiste em entender como a *accountability*, que envolve, a prestação de contas, transparência e responsabilidade social, afeta a gestão esportiva local. Para tanto, a questão norteadora da pesquisa é: "Como a prática da *accountability* e sua influência impactam no desenvolvimento do esporte local?" Essa pergunta permite explorar a relação entre a gestão do ACB Hunters e o cenário esportivo de Caçador, e examinar a importância da transparência na administração do clube.

Dentre os objetivos específicos da pesquisa inclui-se investigar a implementação da *accountability* na gestão do ACB Hunters, compreender o impacto dessa prática na transparência e eficiência do clube, e analisar como a prestação de contas pode influenciar o desenvolvimento do esporte na região. Como repercussão da pesquisa, pretende-se identificar desafios e oportunidades para melhorar a prática de *accountability* na gestão esportiva.

Justifica-se a importância deste estudo por meio da compreensão de que a prestação de contas não apenas reforça a confiança da comunidade no clube, mas também proporciona o desenvolvimento local e a promoção do esporte. Além disso, a pesquisa pretende examinar como as estratégias de gestão do ACB Hunters impactam a comunidade, o que pode contribuir para a inclusão social, o desenvolvimento pessoal dos atletas, e a promoção de eventos esportivos. Ao abordar a inclusão social promovida pelo clube e seu impacto no bem-estar da comunidade, a pesquisa permitiu compreender o papel transformador do esporte na sociedade local.

Fundamentação teórica

A noção de *accountability* diz respeito ao cumprimento de uma obrigação funcional em prestar contas, seja a um órgão de controle, ao Congresso ou a uma sociedade (Schedler,1999). Trata-se de um termo usado em diversas situações, sempre relacionadas ao conceito de alguém dever prestar contas a outros, sendo um dos princípios da boa governança corporativa. *Accountability* é também um dos mais importantes pontos para preservação dos interesses dos *stakeholders*. Na área de *accountability* na gestão esportiva, são debatidos assuntos ligados não somente à gestão operacional das organizações esportivas, mas também tópicos relacionados à

transparência, prestação de contas, ética e acesso ao poder e liderança compartilhada entre dirigentes voluntários e profissionais contratados.

A administração esportiva ou gestão do esporte refere-se à organização e direção racional e sistemática de atividades esportivas e físicas em geral e/ou de entidades e grupos que fazem acontecer estas atividades quer orientadas para competições de alto nível ou participação popular ocasional ou regular, e práticas de lazer e de saúde. As definições desta área de conhecimento variam de acordo com países e continentes; assim, por exemplo, a Sociedade Norte-Americana para Gerência do Esporte-NASSM define a gestão esportiva como um corpo de conhecimentos incluindo dimensões comportamentais, ética, marketing, comunicação, finanças, economia, negócios em contextos sociais, legislação e preparação profissional. O futuro das organizações esportivas depende da habilidade dos dirigentes em melhorar os procedimentos internos e demonstrar aos vários grupos de interesses que sua entidade, além de prestar um bom serviço. A área de administração esportiva envolve a aplicação dos conceitos e teorias gerais da Administração ao Esporte e aos diferentes papéis que ele desempenha na sociedade contemporânea, (Pielke,1997)

Metodologia

A pesquisa teve o objetivo de explorar a *accountability* no esporte e sua gestão na cidade de Caçador, SC, com ênfase na *accountability* do clube ACB Hunters. A investigação buscou gerar conhecimento teórico sobre as dinâmicas sociais e administrativas envolvidas, sem uma aplicação prática imediata, mas com potencial para informar futuras práticas e políticas na área esportiva (Nascimento 2021).

A pesquisa visou entender como a gestão esportiva poderia influenciar positivamente a comunidade local e promover a responsabilidade social. Documentos e relatórios do clube foram analisados para entender melhor suas práticas de transparência e prestação de contas. Adotou-se uma abordagem qualitativa, que, diferente da pesquisa quantitativa, buscou uma compreensão particular do objeto de estudo, sem se preocupar com generalizações populacionais. Os dados foram coletados por meio de entrevistas semiestruturadas com membros da comunidade, gestores e funcionários do ACB Hunters, para obter uma compreensão profunda de suas percepções e atletas do clube,

patrocinadores e responsáveis pelos atletas, visando investigar o impacto social do esporte na cidade.

Os dados coletados foram analisados por meio de técnicas de análise de conteúdo temática, o que permitiu identificar padrões e temas recorrentes que contribuíram para uma compreensão do papel do esporte na coesão social e no desenvolvimento comunitário em Caçador.

Resultados

Os resultados alcançados demonstraram, por meio de um estudo de caso, como a accountability foi empregada na gestão esportiva. A pesquisa descreveu as ações do clube estudado em relação à prestação de contas, divulgação de resultados e à relação com os diferentes envolvidos, como famílias, gestores, técnicos, atletas e a comunidade em geral. Com base nisso, o estudo chamou a atenção para a importância de dar clareza à comunidade sobre como a gestão esportiva foi realizada e evidenciou como a transparência na gestão gerou um maior engajamento dessa própria comunidade.

Entendeu-se que o esporte pode desenvolver benefícios e responsabilidade social, visando trazer mais pessoas para o esporte em Caçador.

Por meio do estudo de caso da equipe ACB Hunters (equipe de Basquetebol da cidade de Caçador - SC), o mesmo contribuiu analiticamente para sistematizar o processo de accountability, permitindo que a comunidade entendesse como funciona um clube de alto rendimento. Desta forma, através de entrevistas com diretores, pais, atletas e a comunidade que acompanhou o time, o estudo gerou uma compreensão do impacto social do esporte em atletas, famílias e pessoas ligadas ao clube em estudo. Ao final, percebemos que o clube deixa bastante transparente para seus jogadores e comunidade sobre as prestações de contas do time e o quão importante é o accountability dentro do mesmo. Um exemplo disso é a comunicação direta de jogadores e da gestão, mantendo-os informados sobre gastos em viagens e investimentos.

Considerações Finais

O estudo realizado sobre a prática de accountability na gestão do clube ACB Hunters em Caçador enfatiza a relevância da transparência e prestação de contas como pilares fundamentais para o fortalecimento da confiança da comunidade. Os resultados



demonstram que, ao adotar políticas de accountability, o clube não apenas promove um ambiente de maior engajamento e colaboração, mas também contribui para o desenvolvimento social e inclusão na região.

A implementação de práticas de transparência permite que a comunidade compreenda as ações e decisões do clube, e crie um ciclo virtuoso de participação e apoio. Além disso, o estudo revela que o esporte, quando amparado por uma gestão responsável, desempenha um papel transformador, e promove a saúde física e mental, e também o fortalecimento das relações sociais entre os membros da comunidade.

Em termos de implicações práticas, a pesquisa abre espaço para futuras investigações sobre modelos de accountability e o uso de tecnologias digitais para aprimorar a transparência, uma vez que sugere-se que o avanço na gestão esportiva está ligado à capacidade de se adaptar e inovar em resposta às demandas da comunidade.

Referências

BASTOS, Flávia da Cunha. ADMINISTRAÇÃO ESPORTIVA: área de estudo, pesquisa e perspectivas no Brasil. Motrivivência, Florianópolis, n. 20-21, p. 295–306, 2003.)

BURGUER, S.; GOSLIN, A. (2005). Best practice governance principles in sports industry: an overview. South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation, 1-13, 2005.

MINAYO, Maria Cecília de Souza; GUERRIERO, Iara Coelho Zito. Reflexividade como éthos da pesquisa qualitativa. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, p. 1103-1112, 2014.

NASCIMENTO, Hiego Kassio de Sousa. A educação de jovens e adultos: contribuições na formação do sujeito e implicações diante do preconceito social. 2021. 33 f. Monografia de Graduação - Curso de Licenciatura em Pedagogia, Universidade Federal do Tocantins, Araias, 2021

NOLASCO, Verônica Perisse et al. Administração/gestão esportiva. Atlas do Esporte no Brasil. Rio de Janeiro: Shape, 2005.

OLIVEIRA, Ivana Campos; VASQUES-MENEZES, Ione. Revisão de literatura: o conceito de gestão escolar. **Cadernos de pesquisa**, v. 48, n. 169, p. 876-900, 2018.

PIELKE, R. How can FIFA be held accountable? Sports Management Review, 255-267, 1997.

SCHEDLER, A.. Conceptualizing accountability. Em A. Schedler, L. Diamond, & M. F. Plattner, The Self-Restraining State: Power and Accountability in new Democracies. Londres: Lynne Renner, 1999.

OTIMIZAÇÃO DO DESEMPENHO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS POR CONTROLE TÉRMICO ATIVO

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: J. V. F. DE AGUIAR¹; J. FRAYTAG².

Edital nº02/2024/PIPCIT-IC - Universal de Pesquisa

Resumo:

Nos últimos anos, a busca por fontes de energia limpa e renovável tem crescido exponencialmente devido aos desafios ambientais e à necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa. Nesse contexto, a energia fotovoltaica emerge como uma das soluções mais promissoras para enfrentar os desafios das mudanças climáticas e da transição para um futuro mais sustentável. Os módulos fotovoltaicos desempenham um papel crucial na captação de energia solar, porém, estão sujeitos a uma série de desafios operacionais, incluindo os efeitos adversos da temperatura. O aumento da temperatura destes módulos pode resultar em perdas significativas de eficiência, reduzindo a quantidade de energia elétrica gerada. Neste contexto, o presente projeto propõe o desenvolvimento de um método de controle térmico de módulos fotovoltaicos visando não só maximizar a eficiência energética, mas também contribuir para prolongar a vida útil dos mesmos.

Palavras-chave: Automatização; Controle Térmico; Energia Solar; Módulos Fotovoltaicos.

Introdução

A energia solar fotovoltaica surgiu como uma fonte energética promissora e sustentável para atender os desafios energéticos do século XXI (Pinho, 2014). A essência da energia solar consiste na conversão direta da radiação solar em eletricidade, utilizando para isso tecnologias fotovoltaicas. Essas tecnologias têm sofrido avanços significativos ao longo das últimas décadas, tornando-se uma das fontes de energia mais promissoras e competitivas do mercado global (Wen, 2019), (Belge, 2022). Devido a esta crescente demanda, o desenvolvimento de sistemas fotovoltaicos mais eficientes e duradouros corresponde a uma importante área de pesquisa científica.

Apesar de seu enorme potencial, a energia solar ainda enfrenta desafios significativos, incluindo os efeitos adversos da temperatura. O aumento da temperatura

¹ Estudante do curso de Engenharia Mecânica e do Técnico em Eletromecânica do Instituto Federal de Santa Catarina, joao.fa21@aluno.ifsc.edu.br

² Professor do Campus Lages, área de Processos Industriais, do Instituto Federal de Santa Catarina, jeferson.fraytag@ifsc.edu.br

dos módulos fotovoltaicos pode resultar em perdas significativas de eficiência, reduzindo a quantidade de energia elétrica gerada e também impactando na vida útil dos módulos (Skoplaki, 2009), (Dubey, 2013), (Siefer, 2014). Para enfrentar esse problema, técnicas avançadas de controle térmico podem ser utilizadas como parte integrante da otimização de sistemas fotovoltaicos.

Os módulos fotovoltaicos são compostos por materiais semicondutores. Em situações de alta irradiação solar e baixa dissipação de calor, o aquecimento destes semicondutores pode resultar em um aumento significativo da resistência elétrica dos mesmos, impactando negativamente na geração de eletricidade (Chow, 2003). Além disso, temperaturas elevadas podem acelerar a degradação dos materiais utilizados nos módulos, como encapsulantes e materiais de suporte, resultando na diminuição da durabilidade do sistema ao longo do tempo (Rahman, 2015).

Neste contexto, o presente projeto visa analisar e desenvolver um método ativo de controle térmico (resfriamento forçado) aplicado na otimização de módulos fotovoltaicos. Para isso, foram avaliados aspectos técnicos e construtivos, buscando uma estrutura de baixo custo, sem demandar grandes investimentos de instalação e manutenção. Destaca-se que o sistema proposto ainda está em fase de desenvolvimento experimental e coleta de dados.

Fundamentação teórica

Os módulos fotovoltaicos são capazes de absorver até 80% da radiação solar, mas somente entre 5% e 20% são transformadas em energia elétrica, enquanto o restante se converte em calor. Por esse motivo, em dias de sol forte, as placas podem atingir temperaturas elevadas, em média 35°C acima da temperatura ambiente (Andrade et. al, 2023).

O aquecimento excessivo de um módulo solar faz com que a corrente de saída do mesmo cresça levemente, enquanto que a tensão diminui de forma linear. Conseqüentemente, esse excesso de calor pode comprometer significativamente o potencial de geração, diminuindo a eficiência energética e a vida-útil do sistema (Locks, 2019), (Piotrowski et al, 2020).

O conceito de um sistema de resfriamento e controle de temperatura de módulos fotovoltaicos não é algo novo, já tendo sido abordado em diversos trabalhos e estudos na

literatura técnica, mas tais métodos costumam ser complexos, caros e requerem uma manutenção regular. Em (Mello, 2021), por exemplo, foram desenvolvidos diferentes métodos para o controle de temperatura dos módulos fotovoltaicos. No primeiro método, foi utilizado um ventilador capaz de resfriar de forma uniforme a superfície do módulo solar, tendo sua posição alterada durante o dia para evitar pontos de sombreamento no módulo. Com esta técnica, o autor conseguiu 2,16% de acréscimo na geração de energia. Já em (Piotrowski, et al., 2020) foi utilizado um método de arrefecimento a água, utilizando tubos fixos na parte posterior do painel fotovoltaico. O circuito de arrefecimento foi feito pelo controle do fluxo do fluido, por uma bomba d'água e um reservatório para o armazenamento. Nesta condição, o autor obteve um aumento de 8% na geração de energia. Contudo, o custo-benefício do sistema utilizado, aliado às constantes manutenções periódicas, não o tornaram viável.

Procedimentos metodológicos

O desenvolvimento do projeto foi baseado em uma metodologia de pesquisa, execução e análise de dados sistematizados com os objetivos propostos, onde inicialmente se realizou uma pesquisa bibliográfica sobre os principais fundamentos dos sistemas fotovoltaicos e das diferentes técnicas de controle térmico utilizadas, analisando qualitativamente o desempenho dos mesmos para cada condição.

A primeira etapa experimental consistiu na instalação do sistema de sensoriamento de temperatura, composto por um arranjo de termistores de precisão, capazes de medir em tempo real a temperatura de operação dos módulos e posteriormente enviar essa informação para a unidade central de processamento de dados.

Na sequência, foi desenvolvido um sistema experimental composto por uma rede de microtubos flexíveis instalados sob a superfície dos painéis. A extremidade desses microtubos foi equipada com esguichos direcionais para aspersão controlada de água, conforme pode ser observado na Figura 1. O mecanismo opera com a circulação de água sob pressão da própria rede, sendo acionado por meio de uma válvula solenóide. Ao acionar o sistema, há uma distribuição homogênea do fluido sobre a superfície ativa dos módulos, otimizando a troca térmica e provendo o controle de temperatura das células fotovoltaicas.

Figura 1 – Instalação do sistema de aspersão controlada de água.



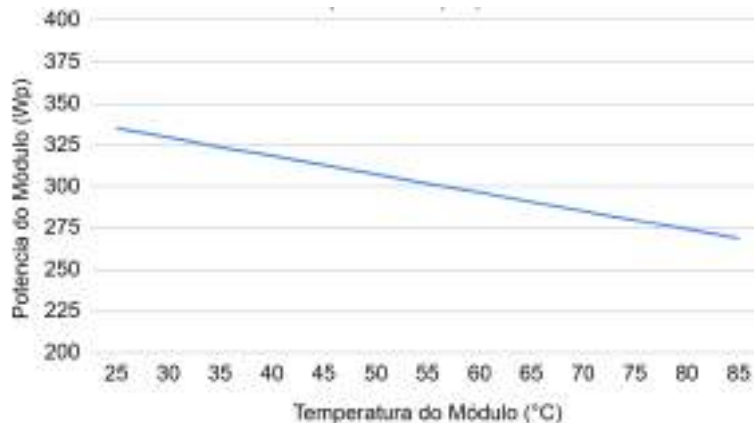
Fonte: Próprios autores.

O projeto ainda está em fase de construção, onde a etapa seguinte consistirá na finalização da montagem experimental e no desenvolvimento do sistema de processamento de dados. Este sistema irá receber as leituras de temperatura, processá-las e, posteriormente, atuar sobre a válvula de controle, iniciando assim o processo de aspersão de água para o resfriamento da superfície fotovoltaica. Esta ação será contínua até o módulo fotovoltaico atingir a temperatura desejada para o funcionamento otimizado do sistema, mitigando assim os efeitos negativos do aumento de temperatura.

Resultados e discussões

O sistema de microtubos e esguichos desenvolvido se mostrou capaz de realizar a dispersão homogênea de água sobre a superfície do módulo fotovoltaico. Nos testes preliminares, constatou-se uma diminuição de aproximadamente 55% na temperatura da superfície. A Figura 2 apresenta o comportamento da potência gerada (Wp) em função da temperatura (°C) para o módulo solar BYD335PHK-36, com potência máxima de 335Wp. A partir dessas informações disponibilizadas pelo fabricante, estima-se que o controle térmico ativo resulte em um ganho de geração em torno de 10%, tornando o sistema mais eficiente e vantajoso. Cabe destacar que a coleta de resultados ainda está na fase inicial, sendo necessário um número maior de amostras de dados para as conclusões completas.

Figura 2 - Comportamento da potência gerada (Wp) em função da temperatura (°C).



Fonte: Próprios autores.

Considerações finais

O trabalho desenvolvido alcançou parcialmente os objetivos propostos, visto que ainda está em andamento. Contudo, já foi possível estimar a importância de um método de controle térmico para um módulo fotovoltaico, para potencializar a geração de energia elétrica, além de criar bases para futuras pesquisas na área de energias renováveis.

Referência ao fomento recebido

Os autores gostariam de agradecer ao Instituto Federal de Santa Catarina pelo suporte e apoio financeiro para realização deste trabalho (Edital nº02/2024/PIPCIT-IC).

Referências

- [1] Locks, G., "Análise de Modelos de Temperatura em Módulos Fotovoltaicos". UFSC. Araranguá, UFSC, 2019.
- [2] Andrade, T. H. L. M., Bastos, C. S., Silva, E. J., "Usinas fotovoltaicas - Influência da Temperatura na Eficiência dos Módulos Fotovoltaicos". Belo Horizonte, UniBH, 2023.
- [3] Piotrowski, L. J., Vaz, E. F., Farret, F. A., "Otimização da Geração de Energia Elétrica Fotovoltaica pelo Controle da Temperatura". Santa Maria, UFSM, 2020.
- [4] Mello, G. O. L., "Estudo da Influência da Temperatura na Produção de Energia Gerada por Placas Fotovoltaicas". Campo Grande, UFMS, 2021.

POSSIBILIDADES DE NOVAS MODALIDADES DE TARIFAÇÃO NO MERCADO DE ENERGIA BRASILEIRO – BASEADO NO MODELO PORTUGUÊS

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: J. P. L. BRESSIANI¹; R. C. FERNANDES².

TED 9537 - MEC/SETEC
Projeto de Pesquisa

Resumo:

O setor elétrico brasileiro está em transição para um mercado mais aberto e competitivo, o que exige a modernização da estrutura tarifária. Este trabalho busca analisar comparativamente as modalidades tarifárias do Brasil e de Portugal, país que já consolidou um modelo mais flexível e liberalizado. A pesquisa, de caráter qualitativo e exploratório, foi baseada em revisão bibliográfica e análise de documentos regulatórios dos dois países. Foram identificadas diferenças significativas: enquanto o Brasil ainda apresenta poucas opções tarifárias e acesso restrito ao mercado livre, Portugal oferece maior diversidade, com tarifas ajustadas por ciclos horários e estações do ano, permitindo melhor gestão do consumo pelos usuários. Os resultados apontam que a experiência portuguesa pode servir como referência para aprimorar a regulação brasileira, promovendo mais eficiência energética e justiça tarifária.

Palavras-chave: estrutura tarifária; mercado de energia; modalidades tarifárias; setor elétrico brasileiro; setor elétrico português.

Introdução

A estrutura do setor elétrico brasileiro tem passado por um processo gradual de transformação, migrando de um modelo centralizado e estatal para um ambiente com maior liberalização e participação do mercado. Atualmente, embora grandes consumidores já possam atuar no mercado livre, a maioria dos consumidores ainda permanece vinculada ao mercado regulado, com opções tarifárias limitadas. Esse cenário se torna especialmente desafiador diante do crescimento da geração distribuída, como a solar fotovoltaica, e da necessidade de políticas tarifárias que estimulem o uso eficiente da energia. Com a previsão de abertura total do mercado nos próximos anos, torna-se essencial que a estrutura tarifária evolua em paralelo, promovendo maior flexibilidade, competitividade e justiça tarifária.

¹ Estudante da Engenharia Elétrica do IFSC – Câmpus Florianópolis, joao.plb@aluno.ifsc.edu.br.

² Servidor do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica do IFSC – Câmpus Florianópolis, piara@ifsc.edu.br.

Nesse contexto, Portugal surge como um exemplo relevante, pois compartilha semelhanças históricas com o Brasil na evolução do setor elétrico, mas já consolidou um mercado energético liberalizado, com diversificação tarifária e mecanismos mais dinâmicos de cobrança e adaptação ao perfil de consumo. Este trabalho, portanto, propõe uma análise comparativa das modalidades tarifárias brasileiras com base no modelo português, com o objetivo de identificar possibilidades de aprimoramento regulatório.

Fundamentação teórica

A organização tarifária do setor elétrico brasileiro baseia-se no nível de tensão de fornecimento, dividindo os consumidores em dois grupos principais: Grupo A e Grupo B. O Grupo A engloba unidades atendidas em tensão igual ou superior a 2,3 kV, subdivididas em subgrupos de A1 a A4 e AS. Já o Grupo B compreende unidades com tensão inferior a 2,3 kV, classificadas em subclasses como residencial, rural, comercial, industrial e iluminação pública (ANEEL, 2021).

Para o Grupo A, existem duas modalidades tarifárias principais: a tarifa horária azul e a verde. A azul, obrigatória para os subgrupos A1 a A3, diferencia preços de demanda e consumo conforme os horários de ponta e fora de ponta. A verde, aplicada aos subgrupos A3a, A4 e AS, mantém tarifa única para demanda, mas diferencia o preço do consumo por horário. O Grupo B, por sua vez, dispõe da tarifa convencional, com preço único para todo o consumo, e da tarifa branca, que estabelece três períodos tarifários: ponta, intermediário e fora de ponta. Esta última busca incentivar o consumo em horários de menor demanda, mas sua aplicação ainda é restrita — não atende, por exemplo, a consumidores de baixa renda ou iluminação pública. Isso revela uma rigidez estrutural nas opções tarifárias disponíveis, limitando a capacidade dos consumidores de baixa tensão em gerenciar seus custos energéticos (ANEEL, 2021).

Esse panorama é especialmente importante diante da atual transição do setor elétrico brasileiro. A abertura gradual do mercado, como demonstrado pela Portaria Normativa MME nº 50/2022, que autoriza a migração de todos os consumidores do Grupo A para o mercado livre a partir de 2024, evidencia a necessidade de atualização da estrutura tarifária. Para que a liberalização traga benefícios reais, é fundamental oferecer modalidades mais flexíveis, justas e aderentes aos diferentes perfis de consumo (BRASIL, 2022).

Diferentemente do Brasil, Portugal já consolidou um mercado elétrico totalmente liberalizado, alinhado às diretrizes da União Europeia para integração e modernização energética. O setor português passou por transformações similares às brasileiras, como a desverticalização das atividades de geração, transmissão e distribuição, e a abertura gradual do mercado. No entanto, Portugal alcançou maior maturidade regulatória, sobretudo em termos de estrutura tarifária e liberdade de escolha do consumidor (SAES; BRESSIANI; FERNANDES, 2024).

As unidades consumidoras de Portugal são classificadas conforme o nível de tensão: Muito Alta Tensão (MAT), Alta Tensão (AT), Média Tensão (MT) e Baixa Tensão (BT), sendo esta última subdividida em Baixa Tensão Normal (BTN), para potências contratadas até 41,4 kVA, e Baixa Tensão Especial (BTE), para potências superiores. A regulamentação portuguesa garante a qualquer consumidor, independentemente da tensão de conexão, o direito de escolher livremente seu fornecedor de energia (ERSE, 2025).

Além disso, o país oferece múltiplas modalidades tarifárias — simples, bi-horária, tri-horária e tetra-horária —, estruturadas em períodos de ponta, cheias, vazio normal e super vazio. Esses períodos variam conforme o ciclo adotado (diário, semanal ou semanal opcional) e a Hora Legal (Verão ou Inverno), permitindo ao consumidor ajustar seu consumo de acordo com os horários mais econômicos e, também, refletindo ajustes sazonais no padrão de consumo. Essa diversidade tarifária, combinada à liberdade de escolha, favorece a gestão estratégica do consumo, incentiva a eficiência energética e pode gerar economia ao deslocar o uso para horários de menor custo, como os períodos de vazio (ERSE, 2023).

Procedimentos metodológicos

A metodologia adotada consistiu em um estudo qualitativo e exploratório, com base em pesquisas bibliográficas e análise comparativa das estruturas tarifárias do setor elétrico brasileiro e português. Foram utilizados como principais materiais normativas regulatórias, publicações oficiais de órgãos reguladores (ANEEL e ERSE), artigos técnicos e acadêmicos. A pesquisa se desenvolveu em três etapas: (1) levantamento e organização das informações referentes à tarifação nos dois países; (2) análise comparativa com foco na estrutura, modalidades tarifárias e nível de acesso ao mercado livre; e (3) reflexão crítica sobre possíveis contribuições do modelo português para o contexto brasileiro.

Resultados e discussões

Passadas as informações individuais das estruturas tarifárias de cada país, faz-se agora discussões acerca da comparação entre as modalidades tarifárias das duas nações, com foco em suas possíveis contribuições para o contexto brasileiro. A análise revela que, enquanto o Brasil ainda apresenta uma estrutura tarifária relativamente rígida, especialmente para os consumidores de baixa tensão, Portugal já adota um modelo mais dinâmico e orientado ao perfil de consumo. A existência de diversas opções tarifárias em Portugal, aliada à possibilidade de qualquer consumidor escolher livremente seu fornecedor, favorece práticas de consumo mais conscientes e adaptadas ao comportamento individual.

No Brasil, embora haja a modalidade de tarifa branca para parte do Grupo B, sua aplicação ainda é limitada, além de ser a única opção alternativa à tarifa convencional. Ademais, mesmo para consumidores do Grupo A, as opções se restringem a duas modalidades, com pouca margem de adequação fina ao perfil de consumo. Se fossem adotadas no Brasil modalidades tarifárias semelhantes às praticadas em Portugal — com variações nos períodos tarifários conforme o ciclo (diário ou semanal) e as estações do ano (Verão e Inverno) —, os consumidores teriam maior capacidade de gerir estrategicamente seu consumo de energia. Essa flexibilidade contribuiria para a promoção da eficiência energética e estaria em sintonia com os objetivos de modernização do setor elétrico.

Com a abertura do mercado brasileiro em curso, especialmente após a Portaria MME nº 50/2022, torna-se necessário repensar a estrutura tarifária nacional. A experiência portuguesa mostra que a liberdade de escolha e a diversificação tarifária não apenas empoderam o consumidor, mas também contribuem para o alívio da carga sobre o sistema nos horários de pico e para uma operação mais equilibrada da rede. Importar, com as devidas adaptações, elementos da estrutura portuguesa pode representar um avanço significativo na promoção de justiça tarifária e no estímulo à eficiência energética no Brasil.

Considerações finais

Por fim, o trabalho apresentou uma análise comparativa entre os modelos tarifários do setor elétrico brasileiro e português, destacando a experiência portuguesa como uma possível referência para a evolução do sistema brasileiro. A atividade proporcionou a

oportunidade de aprofundar conhecimentos sobre regulação e política energética, ao mesmo tempo em que promoveu uma reflexão crítica sobre a necessidade de democratização do acesso ao mercado livre de energia. Para estudos futuros, propõe-se a realização de análises mais práticas, como simulações de aplicação das modalidades tarifárias portuguesas no contexto brasileiro, o que pode trazer contribuições mais concretas para a discussão sobre eficiência e modernização do setor.

Referência ao fomento recebido

Pesquisa desenvolvida por meio do Projeto MACDE, com fomento recebido através da TED 9537 (MEC/SETEC).

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução Normativa nº 1.000, de 7 de dezembro de 2021**. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.pdf>

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria Normativa nº 50/GM/MME, de 27 de setembro de 2022**. Disponível em: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-normativa-n-50/gm/mme-de-27-de-setembro-de-2022-432279937>

BRESSIANI, João P. L. **ANÁLISE COMPARATIVA DOS MODELOS DE MERCADO LIBERALIZADO DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL E EM PORTUGAL**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica) – Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Porto, 2025.

ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos. **ESTRUTURA TARIFÁRIA DO SETOR ELÉTRICO EM 2024**. Lisboa: ERSE, 2023. Disponível em: <https://www.erse.pt/media/fsgnhkmw/estrutura-tarif%C3%A1ria-se-2024-dez2023.pdf>

ERSE – Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos. **REGULAMENTO TARIFÁRIO**. Lisboa: ERSE, 2025. Disponível em: https://www.erse.pt/media/gavjlyez/rt-se_capa_índice_consolidado-com-retif.pdf

SAES, D. S.; BRESSIANI, J. P. L.; FERNANDES, R. C. **Comparative Analysis on the Energy Markets of Portugal and Brazil**. CIEEMAT 2024. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10198/30674>

PRODUÇÃO DE QUEIJOS ARTESANAIS UTILIZANDO POLPA DE ABACAXI E DE MARACUJÁ COMO COAGULANTES E ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: A.J. PIRES¹; B.Z. DOMINGOS²; M.Z. BENEVENUTTI³; C. MACHADO⁴

Projeto de Pesquisa do programa Conectando Saberes

Resumo:

O presente trabalho investiga o uso da acidez de frutas cítricas como fonte natural de coagulante, comparando sua eficácia com métodos tradicionais de coagulação para a produção de queijo. No decorrer da pesquisa foram realizadas análises físico-químicas para determinação de umidade relativa, teor de gordura, pH e acidez do produto. As atividades desenvolvidas mostram resultados que indicam que o maracujá e o abacaxi promovem a coagulação do leite de maneira efetiva. Os rendimentos dos queijos produzidos com a polpa de abacaxi se assemelha àquele dos queijos produzidos com coagulantes industriais, enquanto o queijo produzido com polpa de maracujá apresentou um rendimento menor, mas ainda assim adequado para a produção do queijo. Os queijos produzidos por meio da coagulação com o suco das frutas resultaram em um pH menor que aquele produzido a partir da coagulação enzimática, porém maior do que aquele produzido com vinagre.

Palavras-chave: Queijo; abacaxi; maracujá; polpa de fruta; coagulação.

Introdução

O processo de coagulação do leite atua como parte crucial na produção de diversos laticínios, normalmente empregando coagulantes de origem animal, vegetal ou microbiana. A quimosina, enzima que coagula o leite, é extraída do abomaso do bezerro e apresenta uma grande procura no mercado, impulsionada pelo aumento na produção de queijos (Soares *et al.*, 2015). O uso de frutas cítricas como coagulante é uma alternativa sustentável e versátil. O objetivo foi produzir queijo com diferentes meios de coagulação, buscando propriedades físico-químicas semelhantes aos queijos produzidos

¹ Ana Julia Pires, estudante do curso Técnico Integrado em Química do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Câmpus Jaraguá do Sul - Centro. ana.jp2006@aluno.ifsc.edu.br

² Barbara Zanghelini Domingos, estudante do curso Técnico Integrado em Química do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Câmpus Jaraguá do Sul - Centro. barbara.d2007@aluno.ifsc.edu.br

³ Miguel Zanghelini Benevenuto, estudante do curso Técnico Integrado em Química do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Câmpus Jaraguá do Sul - Centro. miguel.zb@aluno.ifsc.edu.br

⁴ Clodoaldo Machado, Doutor, Docente da área de Química no Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Câmpus Jaraguá do Sul - Centro. clodoaldo.machado@ifsc.edu.br

tradicionalmente. A pesquisa buscou desenvolver um queijo inovador, utilizando a polpa das frutas cítricas, abacaxi e maracujá, como coagulante. Diferentes processos foram testados para a produção, a fim de se obter um produto com características diferenciadas para o mercado de queijos.

Fundamentação teórica

A identificação dos queijos se dá pela suas características, como o sabor, textura, tipo de leite utilizado na fabricação e modo de preparo. A coagulação do leite é um processo fundamental para a produção do queijo, podendo ser via acidificação ou processo enzimático (Perry, 2004). O coagulante de origem animal mais propício para a produção de queijo é o coalho, que é retirado do estômago de animais ruminantes lactentes por conter um elevado teor de quimosina. O método de acidificação ocorre adicionando o ácido ao leite, proporcionando a coalhada (Santos, 2023).

Abacaxi e maracujá possuem um baixo valor de pH, aproximadamente 3,6 e 3,0, respectivamente. As duas frutas apresentam em sua composição ácido cítrico ($C_6H_8O_7$), que pode potencializar a coagulação do leite via acidificação (Granada; Zambiasi; Mendonça, 2004) (Leite; Jesus; Modesta; Matta; Cabral, 2007).

Procedimentos metodológicos

Para a produção dos queijos foi utilizado leite de vaca pasteurizado e integral contendo 3 % de gordura, frutas (maracujá e abacaxi); coalho e ácido acético (vinagre).

Para os queijos produzidos com coalho e vinagre, foi empregado 1 L de leite a uma temperatura aproximada de 37 °C. Com o fogo desligado, adicionou-se 1,6 mL do coalho em uma amostra e 70 mL de vinagre em outra. Após a adição dos coagulantes, foi deixado os leites descansando por 30 minutos e, após este tempo, com uma espátula, foram feitos cortes na coalhada, deixando-a descansar por mais 30 minutos. Decorrido este tempo, utilizou-se o tecido “volta ao mundo” para separar o soro da coalhada e, em seguida, a parte coagulada foi colocada em uma prensa plástica e levada à geladeira por um período de 22 horas.

Para o uso da polpa das frutas, foi necessário inicialmente, triturá-la com o auxílio de um mixer. Utilizou-se então 1 L de leite aquecido a uma temperatura aproximada de

80 °C, em seguida foram adicionados 35 mL do suco de maracujá e no caso do abacaxi, 70 mL do suco de polpa. Após desligar o fogo, com o auxílio de um bastão de vidro, o leite foi mexido em movimentos no formato de oito e então deixado descansar por 5 minutos. Após o tempo de espera, o fogo foi ligado novamente e desligado quando se observou o início da formação da coalhada. Este sistema foi então deixado em repouso por 30 minutos. Após este período de tempo, procedeu-se com o processo de separação do soro e, após, levado a geladeira, conforme os outros tipos de queijos.

Seguindo metodologia do Instituto Adolf Lutz (2008), com adaptações, a umidade relativa dos queijos produzidos foi determinada a partir da massa do queijo após determinado tempo na estufa. Seguindo a mesma fonte, utilizou-se o método de extração por meio do Soxhlet para a determinação do teor de gordura. Já a análise de pH foi feita em triplicata, utilizando um pHmetro, sendo necessário para esta análise triturar amostras de queijo em um cadinho de porcelana, adicionando-se água destilada para, em seguida, aferir o pH. Para a determinação da acidez total dos coagulantes, foi utilizado a técnica volumétrica de titulação ácido-base com hidróxido de sódio 0,1090 M. Após as titulações, utilizou-se a fórmula de neutralização para calcular a concentração molar do ácido.

Resultados e discussões

A realização de diversos ensaios demonstrou que a melhor temperatura de aquecimento do leite para os queijos produzidos com os coagulantes industriais é de 37 °C, enquanto para os produzidos com abacaxi e maracujá é de aproximadamente 80 °C.

A partir das produções dos queijos, calculou-se o rendimento de cada um. O queijo produzido com coalho obteve um rendimento de 14,6 %. Entretanto, o queijo produzido com vinagre foi o utilizado como base de comparação por possuir o método de coagulação via acidificação, assim como o das polpas de frutas. O queijo com maior valor de rendimento foi o produzido com vinagre (14,8 %). O queijo produzido com polpa de maracujá foi o que obteve menor valor de rendimento (9,9 %), enquanto o com polpa de abacaxi assemelhou-se ao produzido com ácido acético (13,5 %).

Entre as análises físico químicas realizadas com os queijos estão teor de gordura e teor de umidade, expressos na Tabela 1.

Tabela 1: Teor de gordura e umidade dos diversos queijos produzidos.

Coagulante	Teor de gordura do queijo (%)	Teor de umidade do queijo (%)
Coalho	11,4 ± 2,5	55,5 ± 2,2
Vinagre	8,3 ± 3,9	49,3 ± 4,6
Abacaxi	7,0 ± 0,1	61,4 ± 0,3
Maracujá	6,1 ± 4,0	55,5 ± 1,8

Fonte: Autoria própria, 2025.

Pode-se observar que os queijos produzidos com polpas de frutas obtiveram menores valores de teor de gordura comparado aos produzidos com coagulantes industriais. Já em relação ao teor de umidade, o queijo produzido com a polpa de abacaxi obteve o maior resultado, e o de maracujá condiz com o produzido com coalho, resultando no segundo valor mais elevado. Desta forma pode-se concluir que quanto maior o teor de umidade do queijo, menor será o seu teor de gordura.

Por fim, foram realizadas as determinações das concentrações (mol/L) de cada coagulante e seus respectivos valores de pH, empregando também o potencial hidrogeniônico de cada queijo, conforme apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Valores de concentração molar e pH.

Coagulante	Concentração (mol/L)	pH coagulante:	pH do queijo:
Coalho	-	6,50	7,38 ± 0,04
Vinagre	0,660	2,62	5,83 ± 0,00
Abacaxi	0,034	3,99	6,75 ± 0,02
Maracujá	0,036	3,49	6,42 ± 0,04

Fonte: Autoria própria, 2025.

Conforme os dados, é possível analisar que quanto maior a concentração do coagulante, menor será o pH dos coagulantes e dos queijos, indicando maior acidez.

Considerações finais

Durante os processos de fabricação dos queijos, foi possível desenvolver boas técnicas para atividades relacionadas a alimentos. Acertar as condições ideais para a produção do queijo de abacaxi foi o maior desafio durante todo o projeto. Os rendimentos

obtidos após o ajuste para as melhores condições de produção dos queijos resultaram em valores próximos a produção tradicional utilizando coalho.

Com as análises realizadas, foi possível observar que cada queijo apresentou um valor de pH condizente com o potencial hidrogeniônico de cada coagulante, onde para o processo de acidificação seu valor foi menor do que o processo enzimático. Diante do conjunto de resultados obtidos, nossos estudos comprovam que é viável produzir queijo a partir da polpa de abacaxi e de maracujá e que as propriedades físico-químicas destes produtos estão relacionadas às diferenças nas características dos coagulantes utilizados.

Referências

GRANADA, G. G.; ZAMBIAZI, R. C.; MENDONÇA, C. R. B. **Abacaxi: produção, mercado e subprodutos**. Boletim Do Centro De Pesquisa De Processamento De Alimentos. Publicado por Revistas UFPR, 2004.

LEITE, M. F.; JESUS, D. F.; MODESTA, R. C. D.; MATTA, V. M.; CABRAL, L. M. C. **Concentração de suco de maracujá por osmose inversa**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Publicado por Publicatio UEPG, 2007.

LUTZ, A. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Instituto Adolfo Lutz (São Paulo), 4^a. ed. 2008.

PERRY, K. S. P. **Queijos: Aspectos Químicos, Bioquímicos e Microbiológicos**. Serviço de Química e Radioquímica, Comissão Nacional de Energia Nuclear, Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear, Belo Horizonte - MG. Publicado por SciELO Brasil, 2004.

SANTOS, M. A. **Avaliação de atividade coagulante do extrato de sementes da chia (Salvia hispanica L) no leite bovino**. Universidade Federal de Alagoas - UFAL - Instituto de Química e Biotecnologia - IQB Programa de Pós-Graduação em Química e Biotecnologia - PPGQB. Maceió. Publicado por RIUFAL, 2023.

SOARES, E. F. *et al.* **Potencial do latex da fruta pão (Artocarpus altilis) como agente coagulante do leite**. Ciência Rural, Santa Maria. Publicado por SciELO Brasil, 2015.

DESENVOLVIMENTO DE UM CONVERSOR *BOOST* COM MÉTODO MPPT APLICADO PARA AUMENTO DA EFICIÊNCIA DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: F. SCHLICKMANN¹; R. NASCIMENTO²; M. SALVADOR³; R. PIONTKIEWICZ⁴.

Projeto de Pesquisa

Resumo:

Com o aumento da demanda por fontes de energia limpa, a energia solar fotovoltaica é uma alternativa acessível, devido à abundância de irradiância solar recebida pela Terra. Desde o desenvolvimento da primeira célula fotovoltaica aos dias de hoje, as tecnologias evoluíram para melhorar a eficiência dos módulos PV (Painel Fotovoltaico), capazes de transformar energia solar em energia elétrica. Uma delas é o MPPT (*Maximum Power Point Tracker*) que rastreia o ponto de máxima potência do painel, considerando fatores como irradiância solar e temperatura. Neste projeto, o MPPT é implementado em um conversor *Boost*, que tem a função de elevar a tensão de saída do PV para níveis de tensões comerciais normalmente utilizadas. Assim, este trabalho tem o objetivo de projetar, simular e montar um protótipo físico do conversor *Boost*, atuando com o MPPT P&O (Perturba e Observa) para otimizar o desempenho do módulo PV. Isso ocorre por meio da variação do *duty cycle*, que é a razão de trabalho do conversor. O método foi implementado e, então, realizados testes com vários valores de irradiância, coletando dados de corrente, tensão e potência elétrica fornecida pelo painel. Ao fim, foram comparados os valores simulados com os reais obtidos com o protótipo, validando o funcionamento do conversor e do algoritmo MPPT.

Palavras-chave: MPPT; conversor *Boost*; Perturba e Observa; painel solar; eficiência.

Introdução

No Brasil, a energia solar fotovoltaica (PV) tem se popularizado cada vez mais. Segundo a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), ao fim de 2024, o Brasil alcançou a 6^a posição no ranking global de geração de energia solar.

Em sistemas fotovoltaicos, deve haver a constante busca por máxima eficiência do módulo PV, já que, durante o dia, a irradiância solar e a temperatura variam, afetando seu desempenho. Assim, surgiram estudos sobre técnicas de MPPT – Rastreamento de Ponto

¹ Estudante do curso Bacharelado em Engenharia Elétrica do IFSC Câmpus Jaraguá do Sul - Rau, felipe.as10@aluno.ifsc.edu.br.

² Docente do IFSC Câmpus Jaraguá do Sul - Rau, rogerio.nascimento@ifsc.edu.br

³ Docente do IFSC Câmpus Jaraguá do Sul - Rau, marcos.salvador@ifsc.edu.br

⁴ Docente do IFSC Câmpus Jaraguá do Sul - Rau, rodrigo.piontkewicz@ifsc.edu.br

de Máxima Potência, capazes de otimizar a potência elétrica fornecida pelo módulo, possibilitando que o sistema fotovoltaico seja mais eficaz, comparado a um sistema sem MPPT. Ademais, os conversores tipo *Boost* se encaixam nessa aplicação, pois permitem a implementação das técnicas de MPPT, além de elevarem a tensão elétrica, podendo ser aplicado posteriormente em circuitos inversores de tensão, para transformar a tensão em corrente contínua (CC) proveniente dos módulos PV, em corrente alternada (CA) para níveis de tensão comercial.

Dessa forma, aplicando-se conhecimentos da Engenharia Elétrica e realizando-se pesquisas sobre os mais eficientes métodos de MPPT, este trabalho tem como objetivo simular e desenvolver um conversor *Boost*, utilizando uma técnica de MPPT, capaz de rastrear a máxima potência do módulo PV, independentemente da condição climática. Além disso, o trabalho pretende ser aplicável em pequenos sistemas fotovoltaicos, como os residenciais, por exemplo.

Fundamentação teórica

Os rastreadores de máxima potência representam estratégias de controle responsáveis por alterar o ponto de operação do painel solar com a carga, determinando o máximo fornecimento de potência elétrica em qualquer condição climática (NASCIMENTO, 2014).

O ponto de máxima potência (MPP) não é relacionado ao ponto de tensão máxima ou ao ponto de corrente máxima, mas a um ponto médio, onde o produto da tensão e a corrente é máximo. Dessa forma, o conversor associado ao algoritmo MPPT deve sempre extrair a potência máxima do painel, para aproveitar da melhor forma a capacidade de geração de energia elétrica (NASCIMENTO, 2023).

Entre as técnicas de MPPT surge o P&O (Perturba e Observa) que, basicamente, a cada execução, o algoritmo calcula a diferença entre o valor atual e o anterior da potência e da tensão. Com base nesses resultados, há o incremento ou o decremento da razão cíclica do conversor. Por exemplo, se houver aumento da potência e da tensão, é feito decremento, já ao contrário, a razão cíclica é incrementada (ANDREATA et. al, 2023).

Em relação ao conversor CC-CC elevador de tensão, mais conhecido como conversor *Boost*, a tensão elétrica de saída do conversor é igual ou maior que a tensão de

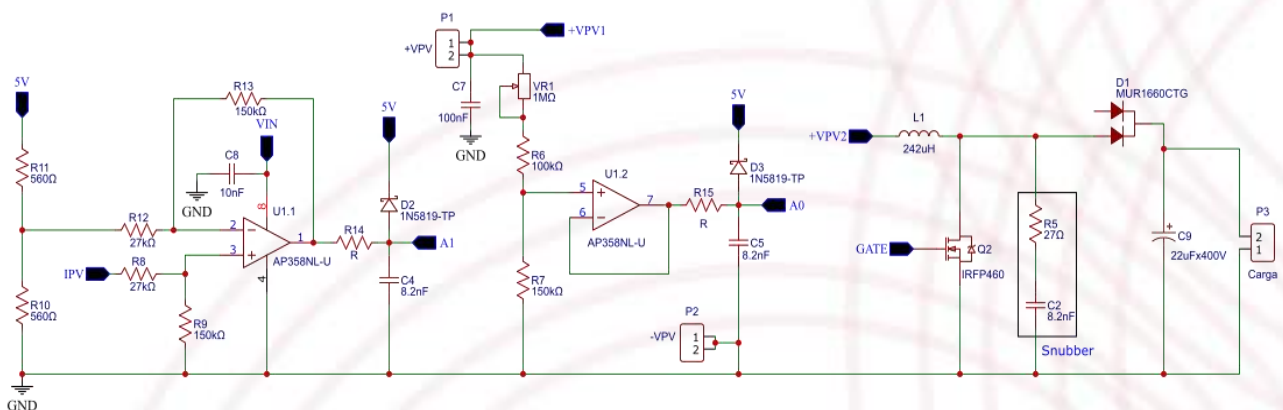
entrada a depender do ciclo de trabalho (*duty cycle*) do conversor. (MARTINS, BARBI, 2006).

Procedimentos metodológicos

Inicialmente, foram feitas pesquisas para escolha dos métodos de MPPT a serem implementados, optando-se, posteriormente, pelo P&O, por conta da eficiência deste método. Além disso, com o *datasheet* do módulo PV instalado no IFSC câmpus Jaraguá do Sul – Rau, disponível para pesquisa, foi possível caracterizá-lo no software PSIM e assim, dar início ao dimensionamento do conversor *Boost*. Após isso, foi construído o circuito do conversor no PSIM, implementando o método Perturba e Observa. Dessa forma, foram feitas várias simulações com intuito de extrair dados para futura comparação com os reais, além de construir gráficos com as formas de onda de tensão, corrente e potência elétrica.

Após isso, iniciou-se o desenvolvimento do circuito eletrônico do conversor real no software EasyEDA, contendo os circuitos de condicionamento de sinais e potência, como mostra a Figura 1, além de projetar o layout da PCI (Placa de Circuito Impresso). Com isso, foi feita a montagem da placa com os componentes eletrônicos já dimensionados. Assim, após encerrada a montagem, foi implementado o algoritmo do método MPPT P&O no conversor. Isso ocorreu por meio de uma placa microcontroladora chamada Arduino Uno, que pode ser programada via software Arduino IDE. Dessa maneira, foi possível validar os dados de simulação, por meio de um comparativo com os dados reais.

Figura 1 – Circuito eletrônico do conversor *Boost*

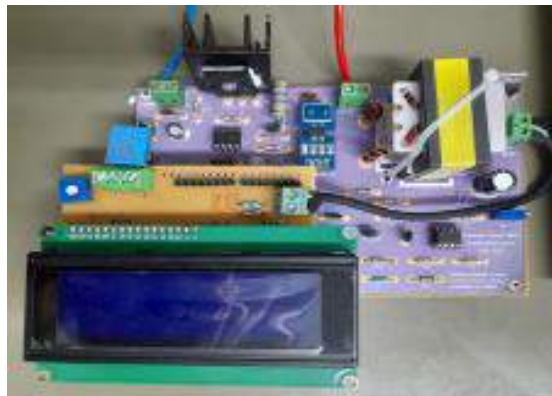


Fonte: Os autores.

Resultados e discussões

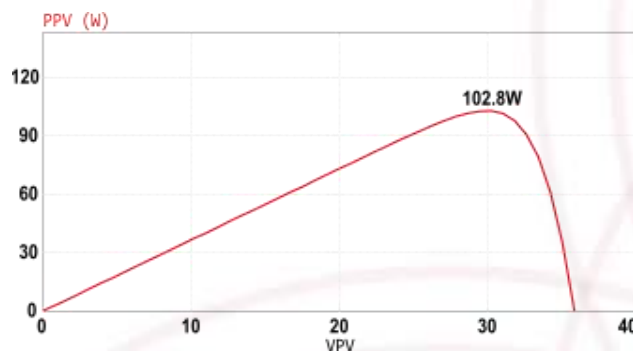
Para verificar se o conversor *Boost*, apresentado na Figura 2, e o algoritmo do método P&O estavam funcionando corretamente, foram comparados os valores de potência elétrica simulados com os reais. Isso foi realizado por meio de gráficos simulados que mostram a curva da potência em função da tensão, conforme a Figura 3, juntamente o display LCD acoplado ao Arduino que mostra os dados reais, apresentados na Figura 4. Nessas duas figuras, é visível que o conversor está rastreando corretamente o ponto de máxima potência, já que potência simulada (102,8 W) e real (102,2 W) são muito próximas.

Figura 2 – Protótipo físico do conversor *Boost*



Fonte: Os autores.

Figura 3 – Simulação da curva PPV x VPV com irradiância de 402 W/m²



Fonte: Os autores.

Figura 4 – Dados do MPP no conversor real com irradiância de 402 W/m²



Fonte: Os autores.

Considerações finais

Após concluída a validação dos dados e verificado o correto funcionamento do conversor, foi alcançado o objetivo de simular e desenvolver um conversor *Boost* capaz de rastrear o MPP com o método Perturba e Observa. Vale ressaltar as dificuldades encontradas para implementar este método, pois, na prática, o código de programação que funciona nas simulações, não necessariamente, funciona na prática, sendo necessária algumas adaptações para o correto funcionamento do projeto físico.

Para continuidade do projeto, é interessante que outros métodos MPPT sejam implementados como por exemplo o CI (Condutância Incremental) que, assim como o P&O, possui fácil implementação e alta eficiência em rastrear o MPP do módulo PV.

Em atividades futuras, o conversor *Boost* pode ser implementado em um sistema fotovoltaico real, inicialmente, para testes, validando o funcionamento do conversor e do método MPPT aplicados em uma situação em que haja operação com tensão comercial.

Referências

- ABSOLAR. **Brasil alcançou 6ª posição no ranking global de geração de energia solar, diz Ministério de Minas e Energia**. Disponível em: <<https://www.absolar.org.br/noticia/https-diariodorn-com-br-brasil-alcancou-6a-posicao-no-ranking-global-de-geracao-de-energia-solar-diz-ministerio-de-minas-e-energia/>>. Acesso em: 22 abr. 2025.
- ANDREATA, G. et al. **Desenvolvimento de uma banca didática de energia fotovoltaica**. Revista técnico-científica do IFSC, 9 jan. 2023.
- MARTINS, D. C.; BARBI, I. **Eletrônica de potência: conversores CC-CC básicos não isolados**. Florianópolis: Edição Dos Autores, 2006.
- NASCIMENTO, R. L. **Sistema de bombeamento de água pluvial, utilizando inversor boost trifásico, com estudo da viabilidade de utilização de energia solar fotovoltaica, sem acumuladores de cargas**. Universidade Regional de Blumenau, 2014.
- NASCIMENTO, V. U. **Estudo das técnicas de controle MPPT aplicado a sistemas fotovoltaicos**. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Elétrica – Instituto Federal Catarinense, Campus Blumenau, 2023.

PROJETO DE INSTRUMENTAÇÃO DE UM TRIBÔMETRO PINO-SOBRE-DISCO COM INTERFACE GRÁFICA EM LABVIEW

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: H. FELDMANN¹; F. MARQUES²; P. UGGIONI³; T. PEREIRA⁴; A. TERTULIANO⁵; E. THEIS⁶

EDITAL N° 05/2024/COPPI/CRI
Projeto de Pesquisa

Resumo:

A tribologia é a ciência que estuda o atrito, desgaste e lubrificação, sendo fundamental para a manutenção e otimização de componentes mecânicos. A proposta deste artigo é o desenvolvimento da automação de um tribômetro pino sobre disco no Instituto Federal de Santa Catarina Câmpus Criciúma. Este equipamento, seguindo as orientações da norma ASTM G99, permite análises precisas do desgaste e, por conseguinte, o coeficiente de atrito em função das condições de deslizamento não abrasivo, essenciais para a inovação e a eficiência da indústria local. A metodologia do trabalho em estudo alicerçou-se na definição de projeto e dimensionamento de componentes eletrônicos. Os ensaios de teste do equipamento proposto evidenciaram resultados satisfatórios, demonstrando boa precisão e repetibilidade. O instrumento mostrou ser capaz de avaliar o desgaste e atrito dos tribossistemas de maneira confiável.

Palavras-chave: Tribologia. Tribômetro. Pino sobre disco. Desgaste. Atrito.

Introdução

O desgaste, juntamente com a corrosão e a fadiga, está entre as principais causas de manutenção corretiva e substituição de componentes mecânicos em sistemas industriais. Diante do impacto econômico significativo causado pelo desperdício de energia e pela degradação prematura de equipamentos, tornou-se essencial ampliar a consciência sobre tribologia no meio técnico e científico, a fim de aumentar a eficácia da engenharia (AFOLALU; KAYODE; LAWAL, 2023).

Um tribômetro é um equipamento projetado para realizar testes precisos de atrito e desgaste, fornecendo informações cruciais que auxiliam na correta seleção e aplicação de

¹ Estudante de Mestrado em Engenharia Metalúrgica da UFRGS, Hugo.Wilhelm.feldmann@gmail.com

² Docente do IFSC campus Criciúma da área de Mecatrônica, fernando.marques@ifsc.edu.br.

³ Docente do IFSC campus Criciúma da área de Mecatrônica, perison.uggioni@ifsc.edu.br.

⁴ Docente do IFSC campus Criciúma da área de Mecatrônica, tiago.quartiero@ifsc.edu.br.

⁵ Estudante do curso Técnico em Mecatrônica do IFSC campus Criciúma, alvaro.ft@aluno.ifsc.edu.br

⁶ Estudante do curso Técnico em Mecatrônica do IFSC campus Criciúma, eloah.z14@aluno.ifsc.edu.br

materiais. Dentre os diversos modelos existentes, destaca-se o tribômetro do tipo pino sobre disco, que permite simular condições de contato deslizante entre superfícies, sendo amplamente utilizado em pesquisas e na indústria. Esse equipamento realiza medições criteriosas das variações dimensionais dos corpos de prova, o que potencializa a avaliação de desempenho dos materiais em condições reais de operação.

Considerando a ausência de um tribômetro desse tipo no Instituto Federal de Santa Catarina – Câmpus Criciúma, e mais amplamente na esfera sul da rede federal no estado, tornou-se relevante o desenvolvimento de um sistema próprio. A proposta visa não apenas atender às demandas acadêmicas e de pesquisa da instituição, mas também fornecer suporte técnico à indústria regional, no contexto de projetos de inovação, desenvolvimento de produtos e controle de qualidade.

Neste cenário, este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento da instrumentação de um tribômetro pino sobre disco, fundamentado nos requisitos da norma ASTM G99, utilizando a linguagem gráfica LabVIEW para aquisição e monitoramento das variáveis de interesse. A implementação do sistema visa possibilitar medições confiáveis e automatizadas de propriedades tribológicas, como o coeficiente de atrito e a distância de deslizamento, contribuindo para a modernização da infraestrutura laboratorial e para o avanço das pesquisas na área de tribologia e automação.

Fundamentação teórica

O teste de desgaste pino-disco é considerado um modelo bem estabelecido e amplamente difundido no meio acadêmico. Durante o procedimento, uma força conhecida é aplicada ortogonalmente à superfície do disco, de modo que, à medida que o disco gira, o caminho de deslizamento cria uma cicatriz de desgaste em forma de círculo na superfície da amostra. Nesta lógica, parâmetros, como a rotação do disco e o raio de deslocamento do pino são configurados, pois influenciam na velocidade periférica e distância de deslizamento. Em síntese, o desgaste é gerado através da interação do pino contra o disco. Na Fig.1, temos um diagrama de corpo livre que relaciona os parâmetros de força, rotação e raio de deslocamento de um tribômetro pino sobre disco (MACULOTTI, 2022).

Figura 1 – Diagrama de corpo livre



Fonte: elaborada pelo autor

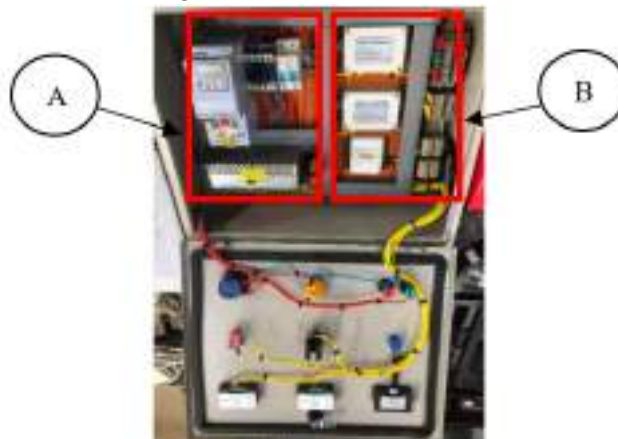
Procedimentos metodológicos

O desenvolvimento da instrumentação do tribômetro pino-sobre-disco envolveu a seleção e integração de sensores, além do condicionamento de sinais e a implementação de um sistema de supervisão e controle utilizando o software LabVIEW. O projeto foi fundamentado nos requisitos da norma ASTM G99, que trata dos procedimentos para ensaios tribológicos em configurações de contato deslizante.

A estrutura mecânica do tribômetro consiste em um disco rotativo acoplado a um motor de corrente alternada com controle de velocidade via inversor de frequência Fig. 2 A. O pino é posicionado verticalmente sobre o disco, e a carga aplicada é controlada por um sistema de pesos calibrados. O sistema foi projetado para permitir medições em tempo real das variáveis físicas envolvidas no processo, como força de atrito e velocidade angular.

Para o monitoramento das forças atuantes, foi utilizada uma célula de carga posicionada no braço de alavanca para captar as variações de força de atrito entre o pino e o disco. A célula de carga opera com base em extensômetros que detectam deformações mínimas, na ordem de milésimos de milímetro, resultantes de forças externas. Essas deformações causam alterações na resistência elétrica dos condutores do sensor, que são lidas por meio de uma ponte de Wheatstone. Este circuito é capaz de converter pequenos desbalanceamentos resistivos em valores de tensão elétrica mensuráveis. Considerando que os sinais provenientes dessa ponte estão na faixa de milivolts, foi necessário implementar um estágio de amplificação com amplificadores operacionais Fig. 2 B, a fim de garantir um sinal confiável e compatível com os módulos de aquisição.

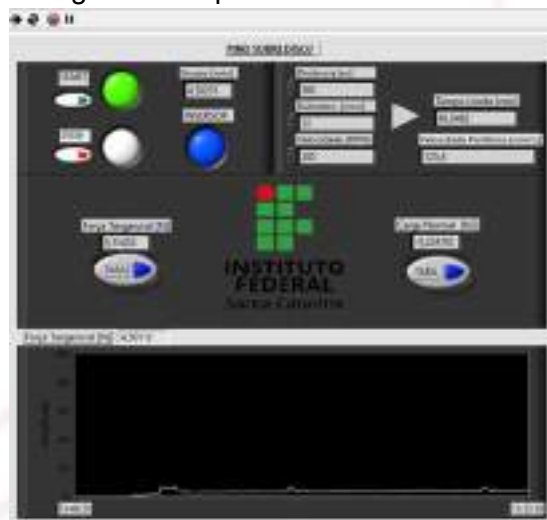
Figura 2 – Painel elétrico



Fonte: elaborada pelo autor

O LabVIEW, ambiente de programação gráfica desenvolvido pela National Instruments, foi utilizado para o desenvolvimento do sistema de aquisição e controle, Fig.3. A linguagem gráfica acelerou o processo de desenvolvimento por meio de uma abordagem intuitiva e modular. A interface desenvolvida no software possibilitou a comunicação entre os sensores e os atuadores do sistema, integrando a célula de carga, o inversor de frequência e demais periféricos. Além disso, a interface gráfica permitiu ao usuário monitorar em tempo real os parâmetros do ensaio e armazenar os dados de forma organizada para posterior análise.

Figura 3 –Supervisório via LabVIEW



Fonte: elaborada pelo autor

Resultados e discussões

Utilizou-se a placa NI USB-6009 como controlador do sistema, equipada com 13 portas digitais configuráveis, 8 entradas analógicas de 14 bits e 2 saídas analógicas de 12

bits. Essa interface permitiu a aquisição de sinais de transdutores de força e o controle do motor. O sistema supervisor foi desenvolvido em LabVIEW, operando mediante conexão USB com o computador, onde os dados dos ensaios são armazenados automaticamente. O algoritmo implementado gerencia o tempo de ensaio, calcula a velocidade periférica com base no diâmetro da trilha e na rotação do disco, e permite ajuste de tara das células de carga. A interface gráfica exibe, em tempo real, a força tangencial medida.

Considerações finais

O painel elétrico, fixado ao lado da estrutura mecânica, abrigou, de forma organizada e simplificada, todos os componentes de comando e potência do equipamento. A instrumentação utilizada neste trabalho permitiu ao usuário comandar o ensaio de forma segura e simples, tendo o acesso e o controle de todos os parâmetros fundamentais de desgaste. A utilização da placa NI USB 6009 na automação do equipamento concedeu uma maior facilidade e exatidão na aquisição de dados. Nesse mesmo sentido, contribuiu significativamente para a repetibilidade do instrumento, pois a interferência humana ao longo da duração do ensaio foi eliminada.

Referência ao fomento recebido

Os autores agradecem ao EDITAL 05/2024 do campus Criciúma pela disponibilidade de recursos financeiros.

Referências

- [1] ASTM. G99-17: Standard Test Method for Wear Testing with a Pin-on-Disk Apparatus. United States, 2023.
- [2] KAYODE, J. F.; LAWAL, S. L.; AFOLALU, S. A. An Overview of Tribology and its Industrial Applications. 2023 International Conference on Science, Engineering and Business for Sustainable Development Goals (SEB-SDG). Anais...IEEE, 5 abr. 2023.
- [3] MACULOTTI, G. et al. Uncertainty-based comparison of conventional and surface topography-based methods for wear volume evaluation in pin-on-disc tribological test. Tribology International, v. 165, p. 107260, jan. 2022.

Avaliação da Variação da Potência Dissipada com a Variação da Tensão em Equipamentos Elétricos Puramente Resistivos tais como Lâmpada Halógena, Fogão Elétrico de Resistência e Torneira Elétrica

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: TOMAZI, J.¹; SILVA, C. P.².

¹ Estudante do curso de Engenharia Civil, 7º semestre, Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus São Carlos, São Carlos, SC, Brasil. E-mail: jordana.t@aluno.ifsc.edu.br.

² Bacharel, Mestre e Doutor em Engenharia Elétrica, Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus São Carlos, São Carlos, SC, Brasil. E-mail: cleomar.silva@ifsc.edu.br. Orientador e coordenador do projeto.

Edital de fomento do trabalho PROPPI 06/24
Projeto de Pesquisa

Resumo:

Este projeto tem como objetivo avaliar experimentalmente a variação da potência dissipada em equipamentos elétricos puramente resistivos, como lâmpada halógena, fogão elétrico de resistência e torneira elétrica, quando submetidos a dois níveis de tensão: 220 V e 127 V monofásico. Segundo os fundamentos da eletrotécnica, a potência dissipada em uma resistência é proporcional ao quadrado da tensão e inversamente proporcional à resistência, mas essa relação pode ser alterada por fatores como o aumento da temperatura durante o funcionamento dos equipamentos. O projeto parte do estudo teórico dos conceitos de corrente, tensão, resistência e potência elétrica, seguido da elaboração de experimentos práticos utilizando instrumentos de medição como alicate amperímetro, multímetro e wattímetro. Serão registradas as potências reais em cada tensão e comparadas com os valores teóricos esperados, baseando-se nas leis da eletricidade e nas normas técnicas aplicáveis. A expectativa é observar variações nos resultados devido à alteração da resistência elétrica com a temperatura, diferindo entre os equipamentos testados. Ao final, pretende-se obter uma análise comparativa clara entre teoria e prática, oferecendo dados reais sobre o comportamento de cargas resistivas submetidas a diferentes níveis de tensão, e contribuindo com conhecimentos aplicáveis a projetos de instalações elétricas e estudos de eficiência energética.

Palavras-chave: potência elétrica; tensão elétrica; resistência elétrica; equipamentos resistivos; eficiência energética.

Introdução

A potência dissipada por equipamentos elétricos resistivos varia de acordo com a tensão aplicada e a resistência do material condutor. Segundo Creder (2012), a potência elétrica é proporcional ao quadrado da tensão e inversamente proporcional à resistência,

¹ Estudante do curso de Engenharia Civil, 7º semestre, Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus São Carlos, São Carlos, SC, Brasil. E-mail: jordana.t@aluno.ifsc.edu.br.

² Bacharel, Mestre e Doutor em Engenharia Elétrica, Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus São Carlos, São Carlos, SC, Brasil. E-mail: cleomar.silva@ifsc.edu.br. Orientador e coordenador do projeto.

o que indica que uma redução de tensão pode resultar em uma queda significativa na potência dissipada. Contudo, esse comportamento pode ser alterado devido ao efeito da temperatura, que influencia diretamente o valor da resistência elétrica dos materiais. Carvalho Júnior (2015) destaca que, em projetos de instalações elétricas, é fundamental considerar as variações práticas que ocorrem durante o funcionamento dos equipamentos, já que fatores como aquecimento dos condutores impactam diretamente o desempenho. A norma NBR 5410 (ABNT, 2004) estabelece critérios para garantir a segurança e eficiência de instalações elétricas de baixa tensão, orientando sobre os limites operacionais e condições de uso dos equipamentos. Cavalin (2014) reforça que, para garantir a precisão dos cálculos e a segurança das instalações, é necessário compreender como as características dos equipamentos influenciam o consumo energético em diferentes tensões. Diante disso, este projeto propõe a análise experimental da potência dissipada em três equipamentos puramente resistivos submetidos a 220 V e 127 V monofásicos. O objetivo é comparar os valores obtidos com os previstos teoricamente, contribuindo para a compreensão do comportamento elétrico prático e incentivando a articulação entre ensino, pesquisa e extensão por meio da investigação aplicada.

Fundamentação teórica

A análise da potência elétrica dissipada em equipamentos resistivos exige a compreensão de conceitos fundamentais como tensão, corrente, resistência e potência. De acordo com Creder (2012), a potência dissipada em uma carga resistiva é expressa pela equação $P=V^2/R$, o que indica que pequenas variações na tensão podem gerar grandes variações na potência. No entanto, esse comportamento idealizado não considera os efeitos da temperatura sobre a resistência elétrica. Conforme Carvalho Júnior (2015), a resistência dos materiais pode aumentar com a elevação da temperatura, interferindo diretamente na potência dissipada. Essa variação se torna relevante em equipamentos de aquecimento, como lâmpadas halógenas, fogões elétricos e torneiras elétricas, que operam com resistência interna variável durante o uso. A norma NBR 5410

¹ Estudante do curso de Engenharia Civil, 7º semestre, Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus São Carlos, São Carlos, SC, Brasil. E-mail: jordana.t@aluno.ifsc.edu.br.

² Bacharel, Mestre e Doutor em Engenharia Elétrica, Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus São Carlos, São Carlos, SC, Brasil. E-mail: cleomar.silva@ifsc.edu.br. Orientador e coordenador do projeto.

da ABNT (2004) estabelece diretrizes para o dimensionamento e a operação segura de instalações elétricas de baixa tensão, reforçando a importância de conhecer o comportamento real dos equipamentos em diferentes condições de operação. Cavalin (2014) destaca que, para garantir a eficiência e a segurança das instalações, é necessário avaliar os efeitos práticos da variação de tensão sobre o desempenho dos dispositivos resistivos. Com base nessas referências, o presente projeto busca analisar experimentalmente a relação entre tensão e potência dissipada, considerando os efeitos térmicos envolvidos e promovendo uma correlação entre a teoria e a prática na área da eletrotécnica.

Procedimentos metodológicos

O projeto será desenvolvido em etapas bem definidas, iniciando-se com o estudo teórico dos conceitos fundamentais da eletrotécnica, como corrente, tensão, resistência e potência elétrica, com base nas referências técnicas utilizadas. Na sequência, será feito o planejamento dos experimentos e a seleção dos equipamentos puramente resistivos a serem utilizados: uma lâmpada halógena, um fogão elétrico de resistência e uma torneira elétrica. As medições de potência serão realizadas com os dispositivos submetidos a duas condições distintas de tensão: 220 V e 127 V monofásico. Serão utilizados instrumentos de medição como alicate amperímetro digital, multímetro digital e wattímetro, além de um transformador para possibilitar a variação de tensão conforme necessário. Para cada equipamento, serão coletados os dados de potência dissipada nas duas condições de tensão. Esses valores serão comparados com os cálculos teóricos obtidos por meio da equação $P=V^2/R$. A variação entre os valores teóricos e práticos será analisada, levando em consideração o possível aumento da resistência com a temperatura durante o funcionamento. As medições serão repetidas para garantir a confiabilidade dos dados. Todos os procedimentos serão realizados com acompanhamento do orientador, respeitando as normas de segurança, e os dados obtidos serão organizados em tabelas para facilitar a análise comparativa e a discussão dos resultados.

¹ Estudante do curso de Engenharia Civil, 7º semestre, Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus São Carlos, São Carlos, SC, Brasil. E-mail: jordana.t@aluno.ifsc.edu.br.

² Bacharel, Mestre e Doutor em Engenharia Elétrica, Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus São Carlos, São Carlos, SC, Brasil. E-mail: cleomar.silva@ifsc.edu.br. Orientador e coordenador do projeto.

Resultados e discussões

No momento da escrita deste trabalho, as medidas experimentais ainda não haviam sido obtidas. No entanto, como resultado esperado, considera-se que, ao reduzir a tensão por um fator de raiz de 3, a potência dissipada tenda a cair teoricamente em três vezes. Apesar disso, nas medições práticas podem ocorrer variações nos resultados, especialmente em função do comportamento da resistência elétrica com a variação de temperatura, que se altera conforme o tipo de equipamento analisado. Lâmpadas halógenas, fogões elétricos de resistência e torneiras elétricas possuem características distintas que influenciam diretamente na resposta à mudança de tensão. Assim, são esperadas variações específicas para cada tipo de resistência empregada. As tabelas contendo os dados das medições práticas serão apresentadas durante a realização do SEPEI 2025.

Considerações finais

Na data de elaboração deste trabalho, as medições experimentais ainda não haviam sido realizadas. Entretanto, a bolsista já desenvolveu atividades relacionadas ao estudo teórico dos conceitos de corrente, tensão, resistência e potência elétrica. Também foi feita a especificação técnica dos equipamentos necessários, com o planejamento completo das etapas para a execução dos experimentos. Resta, portanto, apenas a aquisição dos instrumentos e a realização das medições práticas, que estarão concluídas e sistematizadas em tabelas até a apresentação no SEPEI 2025. Os estudos e planejamentos já realizados, juntamente com os dados que serão obtidos, contribuirão significativamente para o entendimento do comportamento de equipamentos puramente resistivos submetidos a diferentes níveis de tensão. Esse conhecimento permitirá compreender os efeitos de eventos de subtensão em sistemas elétricos, fenômeno comum em instalações com longos trechos de cabos ou em casos de dimensionamento inadequado, possibilitando reflexões sobre eficiência energética e segurança nas instalações.

¹ Estudante do curso de Engenharia Civil, 7º semestre, Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus São Carlos, São Carlos, SC, Brasil. E-mail: jordana.t@aluno.ifsc.edu.br.

² Bacharel, Mestre e Doutor em Engenharia Elétrica, Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus São Carlos, São Carlos, SC, Brasil. E-mail: cleomar.silva@ifsc.edu.br. Orientador e coordenador do projeto.

Referência ao fomento recebido

Agradecemos ao fomento fornecido pelo IFSC Câmpus São Carlos, através do edital EDITAL 06/2024/DG/SCL-DP Programa de Apoio ao Desenvolvimento de Projetos de Pesquisa com Finalidade Didático-Pedagógica em Cursos Regulares no Câmpus São Carlos – SC.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *ABNT NBR 5410: instalações elétricas de baixa tensão*. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. *NR 10: segurança em instalações e serviços em eletricidade*. Portaria GM nº 598, de 07 de dezembro de 2004. Brasília, 2013.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. *Instalações elétricas e o projeto de arquitetura*. 6. ed. São Paulo: Blucher, 2015. ISBN 9788521208839.

CAVALIN, Geraldo. *Instalações elétricas prediais: conforme norma NBR 5410: 2004*. São Paulo: Érica, 2014. ISBN 9788571945418.

CERVERLIN, Severino; CAVALIN, Geraldo. *Instalações elétricas prediais: teoria e prática*. Curitiba: Base Editorial, 2012. ISBN 9788579055454.

CREDER, Hélio. *Instalações elétricas*. 15. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. ISBN 9788521615675.

¹ Estudante do curso de Engenharia Civil, 7º semestre, Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus São Carlos, São Carlos, SC, Brasil. E-mail: jordana.t@aluno.ifsc.edu.br.

² Bacharel, Mestre e Doutor em Engenharia Elétrica, Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus São Carlos, São Carlos, SC, Brasil. E-mail: cleomar.silva@ifsc.edu.br. Orientador e coordenador do projeto.

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA DE CORTE A PLASMA CNC PARA REAPROVEITAMENTO DE RETALHOS METÁLICOS

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: C. A. DA SILVEIRA¹; L. L. REICHERT²; M. D. MARCZAL³.

Edital 02 UNIVERSAL

Projeto de Pesquisa

Resumo:

O avanço das tecnologias de manufatura tem impulsionado o uso de métodos automatizados para o corte de materiais metálicos, com destaque para o corte a plasma controlado por sistemas CNC (Controle Numérico Computarizado). Este trabalho propõe o desenvolvimento de sistema de movimentação CNC para corte com tocha plasma, como alternativa de menor custo frente às opções comerciais disponíveis. A metodologia adotada envolveu a pesquisa teórica sobre motores de passo, sistemas de transmissão e corte por plasma, seguida da modelagem em software CAD (Inventor[®]) e construção do protótipo.

Palavras-chave: Corte; materiais metálicos; plasma; CNC.

Introdução

Atualmente, diferentes técnicas estão presentes para facilitar e agilizar o corte de materiais metálicos. Dentre essas técnicas, é corriqueira a utilização de equipamentos cujos componentes movimentam-se de acordo com um sistema de coordenadas seguindo uma programação realizada em computador e, dessa forma, realizando uma operação de maneira precisa e controlada. Um dos processos de corte auxiliado por computador mais utilizados na indústria é o corte por máquinas a plasma. No entanto, esses dispositivos são encontrados comercialmente por valores relativamente elevados, sendo sua aquisição bastante dificultada.

¹ Servidor do departamento de Fabricação Mecânica do IFSC campus Chapecó, claudio.silveira@ifsc.edu.br.

² Estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação do IFSC campus Chapecó, lucas.lr10@aluno.ifsc.edu.br.

³ Servidor do departamento de Fabricação Mecânica do IFSC campus Chapecó, mauricio.marczal@ifsc.edu.br.

Fundamentação teórica

De acordo com (SILVA, 2021), as máquinas cortadoras a plasma normalmente são controladas por uma central CNC, sendo que estes aparelhos utilizam geralmente 3 eixos (X, Y e Z), possibilitando configurar o seu movimento bidimensional e a altura do bico para posicionamento de corte.

Segundo (POLASTRINI, 2016), basicamente, uma máquina CNC é um equipamento eletrônico que desloca ferramentas, ou o material a ser trabalhado, ao longo de trilhos em um plano de coordenadas cartesianas. Este movimento é a interpretação do G-code pela máquina que pode ser, por exemplo, fresadora, router, máquina de corte a laser e corte a plasma, torno, dobradeiras automáticas, gravadora de circuitos eletrônicos, inseridora de componentes eletrônicos SMD (Surface Mount Device) e muitas outras.

Conforme (NEOMOTION, 2021), para selecionar o motor de passo a ser utilizado bem como o dimensionamento dos componentes de transmissão, é necessário analisar as curvas de torque por velocidade dos motores, a fim de verificar se o motor desejado atende o requisito de torque na velocidade necessária na aplicação. Quanto menor a relação de inércia entre o sistema e o motor, mais precisa será a execução dos movimentos.

Segundo (LIMA, 2011), o corte a Plasma é um processo que utiliza um bico com orifício para conduzir um gás ionizado em altíssima temperatura, tal que possa ser usado para fundir seções de metais condutores. Um gás eletricamente condutivo (plasma) é usado para transferir energia fornecida pela fonte plasma da tocha para o material a ser cortado. A tocha serve de suporte para os consumíveis e fornece um fluido refrigerante para estas peças.

Procedimentos metodológicos

Para o desenvolvimento estrutural do sistema de movimentação de corte CNC realizou-se o levantamento de dados sobre as variáveis existentes, a fim de controlar e coletar informações para realizar as etapas de produção com êxito e precisão. São elas, movimento, carga, velocidade e precisão.

Os movimentos da máquina devem ser realizados por motores de passo, que devem ocorrer em sincronia, garantindo assim a eficiência e precisão do sistema em

questão. Optou-se pela utilização conjunta de guias lineares a fim de facilitar o deslocamento do conjunto, onde foi adotado um sistema de transmissão de força por pinhão e cremalheira helicoidal. Segundo (ZAIIONS, 2024), as engrenagens helicoidais proporcionam um contato contínuo entre os dentes conjugados ao longo de uma reta que se desloca durante o engrenamento. Isso resulta em uma transmissão mais suave e eficiente, com maior grau de recobrimento em comparação às engrenagens de dentes retos. Tais características contribuem para uma operação mais precisa e confiável, reduzindo significativamente a chance de falhas como o desengrenamento ou o chamado "pulo de dente", especialmente em sistemas como pinhão e cremalheira helicoidais.

O projeto teve como foco encontrar uma maneira simples e eficiente de realizar a movimentação precisa do conjunto através de comandos numéricos. De posse do projeto intuitivo, realizou-se a modelagem do sistema utilizando o software Inventor®. Foi realizada também simulação de carga na estrutura (Figura 1), como etapa da análise estrutural da mesa.

Figura 1 – Análise estrutural e vista isométrica



Fonte: Autoria própria (2025).

Resultados e discussões

A partir da definição do projeto inicial com o projeto detalhado, deu-se início ao processo de construção da estrutura principal do sistema de movimentação CNC, como visto na Figura 2, onde foram utilizados tubos metálicos de seção quadrada com dimensões de 100 milímetros. Delimitou-se que a dimensão total da mesa seria de 2,60 x 1,35 metros úteis, tendo assim a possibilidade de corte de chapas e peças de grande porte. Além disso, a partir da análise estrutural realizada no software Inventor®, pode-se perceber que a mesa sofreria uma deflexão de no máximo 1,168 mm mesmo na aplicação de uma carga de 5000 kg sobre cada lado dos apoios.

Figura 2 – Processo de construção mecânica



Fonte: Autoria própria (2025).

Após a construção da estrutura principal e chapas de suporte (facões) iniciou-se a instalação dos componentes que irão realizar a movimentação do pórtico onde ficará fixada a tocha Plasma. No conjunto foram utilizados guias lineares tipo HGR e patins de esferas recirculantes, que proporcionam um movimento linear suave e de alta precisão. Uma visão geral do conjunto montado como pode ser visto na Figura 3.

Figura 3 – Sistema de movimentação do pórtico



Fonte: Autoria própria (2025).

Também projetou-se um suporte para a fixação dos motores bem como a realização da fixação do conjunto tracionador, este, gerado a partir de um pinhão e uma cremalheira helicoidal, acoplado a 2 motores de passo Nema 34 com 52 kgf.cm de torque, para a movimentação do eixo Y, dispostos em cada um dos lados do pórtico, e um motor nema 34 de 120 [kgf.cm](#) de torque para a movimentação do eixo X. Detalhes do conjunto podem ser visualizados na figura 4.

Figura 4 – Conjunto tracionador do pórtico



Fonte: Autoria própria (2025).

Considerações finais

Com base nos resultados obtidos pela execução das etapas, conclui-se que os objetivos propostos neste trabalho foram plenamente alcançados. A construção do sistema de movimentação CNC para corte com tocha plasma demonstrou ser viável tanto do ponto de vista técnico quanto estrutural. A utilização de componentes mecânicos robustos e versáteis estão aliadas a um custo significativamente inferior de produção frente ao de equipamentos similares disponíveis no mercado. A realização deste projeto representou uma importante oportunidade de aplicação prática de conhecimentos teóricos, promovendo a integração entre diversas áreas do conhecimento, em especial a mecânica, favorecendo a formação profissional dos envolvidos.

Referência ao fomento recebido

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) Câmpus Chapecó, instituição que por meio do Edital 02 / UNIVERSAL disponibilizou recursos para a realização e elaboração do projeto. Também agradecemos a todos os docentes e discentes que se empenharam e contribuíram para o desenvolvimento.

Referências

- LIMA, E. G. **CORTE A PLASMA.** , 5 mar. 2011. Disponível em:
<https://tobiasmugge.wordpress.com/wp-content/uploads/2008/10/sup_3_artigo_corte_plasma.pdf
>. Acesso em: 22 abr. 2025
- NEOMOTION. **Cálculo do motor de passo.** , 4 out. 2021. Disponível em:
<<https://pt.slideshare.net/slideshow/calculo-motor-de-passo/250366762>>. Acesso em: 22 abr. 2025
- POLASTRINI, F. H. **DESENVOLVIMENTO DE UMA MÁQUINA CNC DE BAIXO CUSTO COM SOFTWARE E HARDWARE ABERTOS.** , 9 dez. 2016. Disponível em:
<https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1D4nHsZXivazoanXA_c6cHfje7Gt4-uXu>. Acesso em: 22 abr. 2025
- SILVA, V. A. D. A. **CORTE CNC PLASMA.** , 1 dez. 2021. Disponível em:
<https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1D4nHsZXivazoanXA_c6cHfje7Gt4-uXu>. Acesso em: 22 abr. 2025
- ZAIONS, D. R. **ENGRENAGENS CILÍNDRICAS DE DENTES HELICOIDAIS: uma abordagem completa.** 3 abr. 2024.

PROJETO E FABRICAÇÃO DE UMA MÁQUINA DE ENSAIO DE IMPACTO CHARPY

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: A. CAETANO CESA¹; L. MORAES LEAL²; J. Luiz Teixeira de Souza³; H. W. JACQUES DIAS⁴

Edital 14 PROPPI/DAE 2023

Projeto de Pesquisa – Programa de Apoio ao Desenvolvimento de Projetos que Contempla a “Pesquisa como Princípio Educativo”.

Resumo:

Somente a partir de um conjunto de propriedades mecânicas o projetista será capaz de conhecer o comportamento mecânico dos materiais disponíveis à seleção daquele mais adequado às condições de serviço. Esse conhecimento se dá na maioria das situações por meio de ensaios de propriedades mecânicas. Entretanto, no rol de equipamentos de ensaios mecânicos do laboratório de materiais do Câmpus Araranguá (LabMat/Aru) não há uma máquina que seja capaz de medir a tenacidade dos materiais metálicos. Assim, para contribuir na solução desse problema, este projeto de pesquisa teve como objetivo geral construir uma máquina de ensaio de impacto do tipo Charpy. O projeto justifica-se tanto pela melhoria das condições de infraestrutura do laboratório por meio da entrega de uma máquina, como também por proporcionar aos discentes a ampliação nos seus conhecimentos, competências e habilidades técnicas tanto no projeto quanto na fabricação da máquina Charpy. A metodologia utilizada para atingir os objetivos foi dividida em sete etapas iniciando pela revisão bibliográfica para dar suporte na etapa de projeto estrutural e dinâmico da máquina, na terceira etapa se concentrou nos desenhos da estrutura e dos componentes para subsidiar roteiro e o processo de fabricação dos componentes. Na sexta etapa foi realizada a montagem da máquina e por fim foram realizados testes de verificação de seu funcionamento. Ao final do projeto a equipe conseguiu entregar uma máquina funcional de ensaio de impacto Charpy contribuindo na prática com a pesquisa como princípio educativo.

Palavras-chave: propriedades mecânicas; tenacidade; ensaio de impacto, corpo de prova, energia mecânica.

Introdução

¹ Estudante do curso Técnico Integrado em Eletromecânica do Instituto de Ciência e Tecnologia de Santa Catarina / Câmpus Araranguá, adryan.c21@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do curso Técnico Integrado em Eletromecânica do Instituto de Ciência e Tecnologia de Santa Catarina / Câmpus Araranguá, laura.m01@aluno.ifsc.edu.br

³ Servidor técnico de laboratório do Curso de Técnico em Mecânica do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Santa Catarina / Câmpus Araranguá, jose.luiz@ifsc.edu.br.

⁴ Professor do Curso de Técnico em Mecânica do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Santa Catarina / Câmpus Araranguá, halleydias@ifsc.edu.br.

No início deste projeto, o LabMat/Aru não dispunha de uma máquina para realizar ensaios de tenacidade em corpos de prova de materiais metálicos. Essa limitação técnica do laboratório foi superada ao cumprir com o objetivo geral do presente trabalho, projetar e fabricar uma máquina de ensaio de impacto Charpy. Como o tema do edital do projeto tinha a pesquisa como princípio educativo pensou-se num projeto que além de conciliar a pesquisa com o ensino pudesse contribuir na solução das limitações técnicas do laboratório. Equipamentos cuja fabricação mecânica não é um impeditivo, seja pela disponibilidade de máquinas operatrizes, matérias-primas, estudantes qualificados ou ainda simplicidade construtiva, são uma grande oportunidade para incentivar a pesquisa como princípio educativo. Assim, é razoável afirmar que o presente projeto de pesquisa se justificou porque: a) o produto final entregue é uma máquina funcional de ensaio Charpy; b) tanto o projeto quanto a fabricação foram executadas por alunos bolsistas; c) foi um projeto multidisciplinar; d) a entrega da máquina aumentou as possibilidades do LabMat/Aru de caracterização de propriedade mecânicas.

Do ponto de vista da indissociabilidade do ensino, pesquisa e extensão, o resultado do projeto contribuirá, primeiro, no aumento do número de tipos de experimentos realizados na caracterização de caracterização de materiais. Projetos de pesquisa nessa área poderão se beneficiar dos resultados obtidos nos experimentos realizados na máquina Charpy. Em segundo lugar, os bolsistas tiveram a oportunidade de aplicar e aprimorar seus conhecimentos, competências e habilidades técnicas tanto ao projetar quanto ao fabricar a máquina, configurando a pesquisa como princípio educativo. Para além dessas consequências imediatas, no médio a longo prazo a máquina poderá ser utilizada como mais um recurso didático pedagógico institucional. A extensão de imediato não foi contemplada, contudo, a máquina de ensaio Charpy amplifica as possibilidades de soluções às demandas externas futuras por meio de projetos de extensão.

Fundamentação teórica

O comportamento mecânico dos materiais em serviço é influenciado por um conjunto de fatores como por exemplo: valor da carga de trabalho, velocidade do carregamento, ciclos de carregamento e temperatura de trabalho^{[1][4]}. Neste sentido para uma adequada caracterização do comportamento mecânico do material é necessário um conjunto de ensaios que avaliem diferentes propriedades mecânicas sob diferentes condições de

serviço^[1]. Os ensaios mais comuns realizados em materiais de construção mecânica são o de tração e de dureza^{[2][5]}. No ensaio de tração é determinada a resistência mecânica do material bem como o seu comportamento dúctil ou frágil^{[2][4]}. Já no ensaio de dureza é determinada a capacidade do material resistir a penetração por outro material ou ao desgaste entre duas superfícies em contato com movimento relativo^{[2][4]}. Embora sejam ensaios sem os quais a caracterização do comportamento mecânico do material seria insuficiente, não é possível avaliar, por exemplo, a susceptibilidade do material a um carregamento de impacto ou seu comportamento sem serviço em baixas temperaturas por meio das medidas obtidas nos ensaios citados^{[2][4]}. Então, outras medidas são importantes ao projetista mecânico para subsidiar a adequada seleção do material em conformidade com as condições de serviço pelas quais os elementos mecânicos estarão sujeitos^[4]. Isto porque, sob certas circunstâncias, metais que são normalmente dúcteis fraturam abruptamente e com pouca deformação plástica, isto é, sofrem uma fratura frágil^[1]. Os ensaios tradicionais de tração não são capazes de prever esse tipo de comportamento, então, a solução encontrada foi a realização de ensaios de impacto representativas de condições mais severas em relação ao potencial de ocorrência de uma fratura frágil^{[2][4]}. Dentre estas condições, as mais importantes são operações em baixas temperaturas, com alta velocidade de carregamento e na presença de um estado triaxial de tensão no elemento mecânico^[1]. A medida representativa do comportamento mecânico nas condições referidas é a energia total absorvida pelo material até a sua ruptura, essa medida ou propriedade é denominada de tenacidade^{[1][2]}. O ensaio responsável pela medida da tenacidade é o ensaio de energia de impacto durante a fratura do material conhecido como ensaio Charpy^[1], objeto do presente projeto de pesquisa.

Procedimentos metodológicos

O presente trabalho objetivou o projeto e a fabricação de uma máquina de ensaio Charpy, a qual será utilizada como recurso didático e pedagógico, e experimental nas disciplinas curriculares e projetos que envolvam a caracterização de materiais. Para atingir esse objetivo o projeto foi organizado e executado segundo as seguintes etapas metodológicas: 1^a Revisão bibliográfica do ensaio de impacto pelo método Charpy; 2^a projeto da estrutura e dos componentes da máquina a partir dos do referencial bibliográfico; 3^a Desenho em solid works a estrutura e os componentes dimensionados na segunda

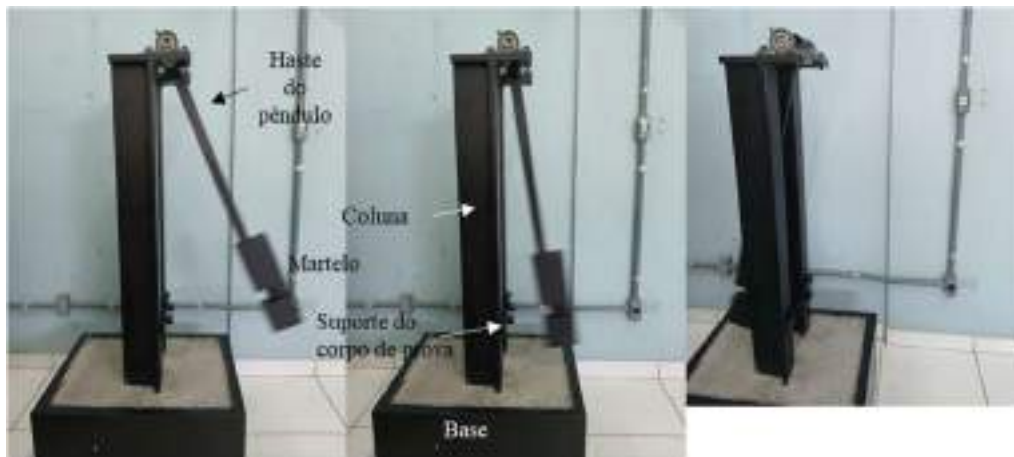
etapa; 4ª Elaboração do roteiro de fabricação da estrutura e dos componentes da máquina desenhados na terceira etapa; 5ª Fabricação dos componentes estruturais e dos elementos de máquina segundo o roteiro desenvolvido na quarta etapa; 6ª Montagem final da máquina de ensaio de impacto; 7ª testes de funcionalidade e integridade.

A maioria dos materiais, ferramentas e acessórios utilizados na fabricação da máquina já estavam disponíveis nos estoques e laboratórios do Câmpus, aqueles não disponíveis foram adquiridos com recursos financeiros disponibilizados ao coordenador do projeto segundo o edital de pesquisa. Todas as etapas elencadas acima foram realizadas pelos alunos bolsistas sob a supervisão e orientação do coordenador de projeto e de servidores técnicos dos laboratórios.

Resultados e discussões

O resultado do projeto está apresentado na figura 01, a máquina foi projetada e fabricada com êxito. Durante toda a realização do projeto foi dado incentivo ao protagonismo discente no sentido de proporcionar ampliação dos conhecimentos, competências e habilidades técnicas. Esse foi sem dúvidas o ponto crucial do projeto, conceder autonomia decisória aos bolsistas na realização do projeto. Se de um lado os alunos bolsistas de fato puderam colocar em prática os aprendizados desenvolvidos nas disciplinas do curso, por outro, uma certa falta de experiência na operação de máquinas operatrizes implicou em alguns atrasos no cronograma do projeto. Essas dificuldades foram contornadas por meio de treinamento nos processos de fabricação envolvidos. Assim, alguns subsistemas da máquina tiveram de ser concluídos após o encerramento do projeto, notadamente o subsistema de medição da energia absorvida. Contudo, a máquina em suas partes mais gerais e funcionais foi concluída com êxito como observada na figura 01. Os resultados dos testes a funcionalidade e integridade da máquina foram promissores ao constatar o rompimento e corpos de prova ensaiados sem danos a estrutura da máquina e de seus componentes.

Figura 01 – Máquina Charpy em sequência de funcionamento



Fonte: os autores

Considerações finais

A realização desse projeto foi muito frutífera, resolveu materialmente uma limitação do LabMat/Aru por meio da entrega da máquina Charpy. Além disso, os discentes tiveram a oportunidade de aplicar seus conhecimentos, que geralmente são apreendidos em disciplinas isoladas, de maneira integrada num projeto prático de fabricação mecânica.

Referência ao fomento recebido

Este projeto recebeu fomento da PROPPI/DIREN segundo descrito nos itens 3 e 4 do edital 14/2023/PROPPI/DAE.

Referências

- [1] CALLISTER JR, W. D., **Fundamentos da Ciência e Engenharia de Materiais – uma abordagem Integrada**, 2ª edição, Rio de Janeiro, LTC, 2006.
- [2] GARCIA, A.; SPIM, J. A.; SANTOS, C. A. dos., **Ensaio dos Materiais**, 2ª edição, Rio de Janeiro, LTC, 2012.
- [3] SHIGLEY, Josep E; MISCHKE, Charles R; BUDYNAS, Richard G; **Projeto de engenharia mecânica**. 7.ed. Porto Alegre: Bookman Editora Ltda., 2005.
- [4] SOUZA, S. A. de, **Ensaio Mecânicos de Materiais Metálicos – fundamentos teóricos e práticos**, 5ª edição, São Paulo, Blucher, 1982.

PROJETOS DE ROBÓTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: R. ROSA¹; J. ANTUNES².

EDITAL 06/2023 / DIREN/PROEN
Projeto de ensino.

Resumo:

Este trabalho descreve a realização de dois experimentos de física, usando robótica e programação, no curso Técnico de Informática Integrado ao Ensino Médio do campus Garopaba do Instituto Federal de Santa Catarina. Eles foram realizados como parte das atividades experimentais de um Projeto de Ensino do componente curricular de Física I, durante o ano letivo de 2023. Trata-se de um sensor de queda livre, utilizado para medir a aceleração da gravidade local e de um Robô Autônomo, utilizado para o ensino do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado e suas aplicações. O principal objetivo da proposta foi integrar as áreas da física e informática, além de promover a participação dos estudantes em um processo de ensino, pesquisa e extensão. Tanto os resultados quantitativos como os qualitativos evidenciaram o sucesso da proposta, contribuindo para a formação dos estudantes.

Palavras-chave: Robótica; Experimentos; Ensino de Física.

Introdução

Este trabalho descreve a realização de dois experimentos de física com ênfase em robótica, realizados no Campus Garopaba do Instituto Federal de Santa Catarina. Os experimentos foram realizados durante as aulas de física e expostos na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia do Campus (SNCT). O principal objetivo desses projetos foi o de promover a integração entre as áreas de física e informática no curso, evidenciando para os estudantes e público em geral, a importância da pesquisa científica para a promoção do conhecimento e aplicação do mesmo, além de promover a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão.

¹ Renato da Silva Rosa Rodrigues, docente de física do Instituto Federal de Santa Catarina, renato.rodrigues@ifsc.edu.br.

² Julia Fonseca Antunes, egressa do curso técnico em informática integrado ao ensino médio do Instituto Federal de Santa Catarina, julia.a10@aluno.ifsc.edu.br.

Fundamentação teórica

Nos últimos anos, a construção de projetos educacionais utilizando a robótica vem se tornando mais acessível aos estudantes. O uso dessa tecnologia durante o processo ensino-aprendizagem permite que os alunos desenvolvam os próprios projetos, muitas vezes sem a necessidade de materiais caros ou de difícil manuseio para a montagem de circuitos eletrônicos. Além disso, o acesso à conteúdo educacional relacionado ao ensino da robótica está se tornando cada vez mais fácil. Plataformas de vídeo como o YouTube, que são comumente utilizadas no dia a dia dos jovens, podem ser utilizadas como ferramentas para inovar a forma que a física é ensinada nas mais diversas realidades.

A robótica é uma alternativa inovadora para promoção de conhecimento científico e tecnológico nas escolas. Para além da praticidade na construção dos projetos envolvendo o uso dessa tecnologia, pode se citar seus benefícios para o processo de ensino-aprendizagem. As atividades de robótica como ferramenta pedagógica são fundamentalmente baseadas na teoria construtivista desenvolvida pelo influente pensador do século XX Jean William Fritz Piaget. De acordo com Fossile (2010, p.110):

A versão construtivista não pode ser entendida como uma simples teoria e, sim, como um referencial explicativo que pretende mostrar que o processo ensino-aprendizagem é um processo social em que o conhecimento é resultado da construção pessoal do aluno. (Fossile, 2010, p.110)

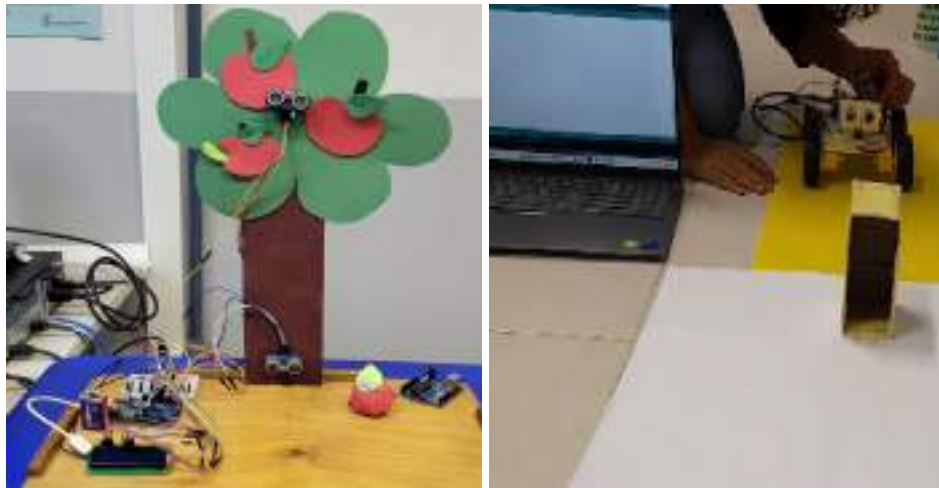
Dessa forma, o desenvolvimento de atividades relacionadas à robótica permitem que o aluno seja o construtor do próprio conhecimento e promove a interdisciplinaridade no processo de aprendizagem. É nessa perspectiva que se insere o desenvolvimento das atividades experimentais descritas neste trabalho.

Procedimentos metodológicos

Em 2023, foi desenvolvido no Campus Garopaba do IFSC, um projeto de ensino focado no desenvolvimento de atividades experimentais de baixo custo para o ensino de física (Rodrigues; Antunes, 2023). O público alvo do projeto foram os estudantes dos cursos técnicos integrados. Diversos experimentos foram desenvolvidos durante as aulas de física, com enorme sucesso de participação e aprendizado. O foco do presente

trabalho é a discussão de dois destes projetos em especial, desenvolvidos no contexto da robótica educacional, utilizando a plataforma programável de prototipagem eletrônica Arduino, o “Simulador de queda livre” e o “Robô autônomo” (Fig.1).

Figura 1 - Simulador de queda livre (à esquerda) e Robô Autônomo (à direita)



Fonte: Figura dos Autores

O “Simulador de queda livre” foi desenvolvido com o objetivo de demonstrar experimentalmente as principais ideias acerca do movimento de um corpo em queda livre, utilizando da informação do tempo de queda, apresentada no display, para a obtenção do valor da aceleração da gravidade local e da velocidade final do objeto ao atingir o solo. O projeto foi construído utilizando uma placa Arduino Uno, fios jumpers para estabelecer as conexões entre os componentes, um potenciômetro, dois sensores ultrassônicos (um no início e outro no final da queda livre) e uma protoboard. Foi utilizado para construção dos circuitos elétricos a plataforma Tinkercad, onde é possível testar o código e os circuitos. Ela permite que a montagem do projeto real seja mais fácil e segura.

O experimento consistiu em deixar um objeto (bolinha de E.V.A com um peso dentro) cair em queda livre, abandonada a partir do primeiro sensor de modo a terminar a queda passando pelo segundo sensor. Por meio do código desenvolvido e transferido para o arduino UNO foi possível computar o tempo da queda, que era exposto no display automaticamente após o fim da trajetória.

Com as informações do tempo, altura e da velocidade inicial, foi possível a determinação da aceleração da gravidade local, com excelente aproximação do valor teórico, e a partir de então, determinou-se a velocidade final do objeto ao tocar o solo. O

projeto foi apresentado com sucesso em sala de aula e durante a SNCT, atraindo a atenção de diversas pessoas acerca do assunto abordado.

O desenvolvimento do projeto “Robô Autônomo” tinha como objetivo educar os alunos e ouvintes sobre as principais características do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). O carrinho foi construído utilizando além da placa Arduino UNO, 4 motores, quatro rodas, fios jumpers para estabelecer as conexões entre os componentes eletrônicos, um sensor ultrassônico, uma MOTOR SHIELD L293D que permitiu o controle dos motores e um chassi feito utilizando um software de desenvolvimento de projetos 3D. O robô foi feito utilizando uma tecnologia que fazia ele detectar qualquer objeto obstruindo seu caminho. Se o carrinho calcular uma variação de distância utilizando do sensor ultrassônico e do código passado para a placa, ele procura uma nova rota olhando para ambos os lados e busca pelo melhor caminho disponível para seguir. Isso evita que o carrinho fique preso ou bata em cantos ou paredes.

Para montar o experimento foi delimitada uma trajetória retilínea de 60 centímetros, na qual o robô deveria percorrer enquanto era cronometrado o tempo total do seu deslocamento do ponto inicial até o ponto final. Para obter resultados precisos, foi determinado como o ponto material a parte traseira do veículo. Com as informações coletadas do tempo, da distância percorrida e da velocidade inicial, foi possível calcular a aceleração durante a trajetória e a velocidade final do corpo, utilizando as equações da cinemática do MRUV.

Resultados e discussões

Os resultados quantitativos e qualitativos dos experimentos, “Simulador de queda livre” e o “Robô autônomo” foram muito relevantes. A medida da aceleração da gravidade local, cujo valor ficou em acordo com o teórico (dentro da margem de erro experimental) possibilitou aos estudantes participantes e ao público alvo o contato, ainda que muito incipiente com os métodos científicos. Mas, para além disso, o que se mostrou relevante na proposta foi o engajamento dos estudantes durante a pesquisa, montagem e apresentação dos experimentos. Ainda, é necessário dizer que a integração entre a área da física e da informática motivou os estudantes e, revelou ser eficaz para o ensino e aprendizagem de ambas as áreas.

Considerações finais

A participação em um projeto de atividades experimentais com robótica e programação promoveu a interdisciplinaridade e a integração entre as áreas de física e informática, possibilitando aos discentes do curso de informática a aplicação do conhecimento adquirido em ambas as disciplinas num projeto real e inspirador. A atividade foi uma experiência extremamente enriquecedora, permitindo aos estudantes envolvidos desenvolverem habilidades de trabalho em equipe, criatividade, organização e gestão de projetos. A robótica e a tecnologia estão cada vez mais presentes nas nossas vidas e utilizá-las num contexto educacional provou-se uma alternativa inovadora de aprender e ensinar.

Referência ao fomento recebido

A produção dos trabalhos experimentais só foi possível graças ao apoio do EDITAL 06/2023 / DIREN/PROEN, do IFSC, possibilitando a solicitação de dois bolsistas e do auxílio financeiro fornecido ao coordenador do projeto. Com o valor investido, foi possível adquirir materiais que foram usados para produzir os experimentos.

Referências

FOSSILE, Dieysa Kanyela. Construtivismo versus sócio-interacionismo: uma introdução às teorias cognitivas. **Alpha**, [s. l.], v. 2010, n. 11, p. 105-117, ago. 2010. Disponível em: <https://revistas.unipam.edu.br/index.php/revistaalpha/article/view/4713>. Acesso em: 15 jun. 2024.

RODRIGUES, Renato da Silva Rosa; ANTUNES, Julia Fonseca. Atividades experimentais de baixo custo para o ensino da física no campus Garopaba. [S. l.: s. n.], 2024, 1 vídeo (10 min). Publicado pelo canal Julia Antunes. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=KBS_bHzbrek. Acesso em 10 mar. 2024

Responsividade e acesso à informação pública: um estudo sobre inclusão digital em plataformas governamentais

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: R. Medina¹; D. Alessi²; L. Medeiros³; J. Rochinski⁴; U. Correa⁵; G. Cardozo⁶.

Projeto de Pesquisa e Extensão

Resumo:

Com o uso crescente de celulares para acesso à internet, é essencial que os sites estejam preparados para funcionar bem em diferentes dispositivos. Este projeto investiga como o design responsivo — que se adapta automaticamente a celulares, tablets e computadores — pode ajudar a garantir que mais pessoas tenham fácil acesso às informações públicas. Como exemplo prático, foi escolhida a página de Licitações do site da Prefeitura de Florianópolis, para ser reformulada com foco principal para o acesso por celulares. A proposta segue uma abordagem mobile-first, priorizando o desenvolvimento voltado à experiência em dispositivos móveis, visando melhorar a navegação, acessibilidade e desempenho do site. A metodologia inclui análise técnica da versão atual e desenvolvimento de protótipos. Embora o estudo se concentre em um site específico, o objetivo principal é mostrar como o design responsivo pode ser uma ferramenta importante para a inclusão digital e para a promoção da cidadania por meio do acesso mais justo à informação pública.

Palavras-chave: inclusão digital; responsividade; acessibilidade; mobile-first; cultura digital.

Introdução

A computação móvel, juntamente com a comunicação ubíqua, revolucionou a forma de como a informação é consumida no mundo. Estamos sempre conectados, mas acessar um conteúdo disponível na *Web*, através dos múltiplos formatos e tamanhos de telas pode não ser uma tarefa tão simples quanto parece, como quando estamos um desktop, ou laptop. Por tanto, o bom resultado da experiência de acessibilidade de um conteúdo da *Web* vai sempre depender da capacidade que a plataforma tem em se adaptar aos

¹ Estudante do curso de Gestão da Tecnologia da Informação do IFSC, raiza.sm1991@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do curso de Gestão da Tecnologia da Informação do IFSC, dieison.a@aluno.ifsc.edu.br.

³ Estudante do curso de Gestão da Tecnologia da Informação do IFSC, leonardo.m2003@aluno.ifsc.edu.br.

⁴ Estudante do curso de Gestão da Tecnologia da Informação do IFSC, joao.vrv2000@aluno.ifsc.edu.br.

⁵ Servidor DAGCTC campus Florianópolis do IFSC, underlea.correa@ifsc.edu.br.

⁶ Servidor DAGCTC campus Florianópolis do IFSC, underlea.correa@ifsc.edu.br.

diferentes tipos de telas do usuário. E essa capacidade adaptativa precisa ser planejada e desenvolvida.

O crescente uso dos dispositivos móveis para acesso a conteúdos já disponíveis na Web antes deste fenômeno dos múltiplos tamanhos de telas, impõe uma revisão do design dos sites, e o projeto das novas capacidades adaptativas. desafios ao design de sites que públicos, exigindo adaptações para que promovam a inclusão digital e garantam o acesso equitativo à informação.

Motivados, diante dessa realidade, e com o objetivo de aplicar os conhecimentos adquiridos no curso de Gestão da Tecnologia da Informação para e aprimorar o acesso à informação por meio do uso de plataformas móveis, neste projeto avaliamos a página de Licitações do site da Prefeitura de Florianópolis, e propomos uma reestruturação transformando em uma plataforma responsiva, acessível e otimizada para dispositivos móveis.

A escolha dessa página se justifica por sua importância na divulgação de dados sobre gastos públicos, contratos e oportunidades de participação cidadã — e também porque, atualmente, ela apresenta sérias limitações de usabilidade em dispositivos móveis. A proposta segue a abordagem mobile-first, priorizando a experiência do usuário em celulares, com foco em usabilidade, clareza e desempenho.

Mais do que uma atualização estética ou técnica, trata-se de uma iniciativa que busca democratizar o acesso à informação pública, levando em conta os diferentes contextos socioeconômicos da população. A atuação neste projeto também está alinhada aos princípios indissociáveis de ensino, pesquisa e extensão, ao mobilizar estudantes e docentes em uma experiência de aplicação prática de conhecimentos. A expectativa é que os resultados sirvam não apenas para o meio acadêmico, mas também como sugestão viável de melhoria à gestão pública municipal, fortalecendo a cidadania digital.

Fundamentação teórica

O projeto parte da compreensão de que responsividade não é apenas uma exigência técnica, mas um pilar da inclusão digital. Em um cenário onde milhões de brasileiros

dependem exclusivamente do celular para acessar a internet (CNN Brasil, 2024) — especialmente em contextos de menor renda — a falta de adaptação de sites públicos aprofunda desigualdades e limita o acesso à informação e aos serviços governamentais. A fundamentação do projeto apoia-se em autores que analisam a tecnologia a partir de suas implicações sociais e comunicativas. Manuel Castells (2003) discute como as redes digitais reconfiguram as formas de participação e poder na sociedade contemporânea. André Lemos (2013) destaca a apropriação periférica das tecnologias e suas mediações no cotidiano. No campo do design digital, Jesse James Garrett (2011) contribui com a noção de experiência do usuário como elemento central para uma comunicação digital eficaz. A partir dessas referências, entende-se a responsividade como estratégia inclusiva, essencial para garantir o acesso pleno aos direitos digitais, alinhando-se ao que Amphilóquio e Sobral (2018) ressaltam, sobre o papel do design na promoção da acessibilidade, interação e inclusão no ambiente digital.

A escolha da página de Licitações como estudo de caso se deu por sua relevância pública e por apresentar problemas concretos de visualização em celulares, identificados por meio da ferramenta de inspeção de navegadores e testes em diversos modelos de dispositivos. A proposta de redesenho, desenvolvida no contexto de um trabalho acadêmico do curso de GTI do IFSC, busca aliar teoria e prática na criação de uma interface mais acessível e equitativa.

Procedimentos metodológicos

O projeto seguiu uma abordagem de pesquisa aplicada, com foco na resolução prática de um problema real. A primeira etapa consistiu na análise da página de Licitações da Prefeitura de Florianópolis, utilizando a ferramenta de inspeção do navegador e testes em diversos modelos de celulares.

A etapa seguinte concentrou-se na reestruturação da interface com base na metodologia mobile-first, priorizando a experiência de navegação em telas de smartphones e tablets. Para isso, foi utilizada a biblioteca React, devido à sua flexibilidade e eficiência no desenvolvimento de interfaces. A aplicação dos princípios de usabilidade e design centrado no usuário orientou todo o processo de desenvolvimento, com atenção especial à hierarquia da informação, à legibilidade e à acessibilidade.

Embora não tenha sido implementada no site oficial da prefeitura, a proposta é apresentar as sugestões de melhoria à administração municipal.

Resultados e discussões

Durante a análise, foi possível identificar que elementos da interface, como os cards informativos, apresentam falhas de carregamento em dispositivos móveis, comprometendo a navegação e o acesso à informação. A reestruturação da página busca corrigir essas limitações, resultando em uma interface mais adaptada à navegação mobile, com componentes que se ajustam de forma fluida a diferentes tamanhos de tela.

A aplicação da abordagem *mobile-first* contribuiu para aprimorar a legibilidade, a clareza na apresentação das licitações e a navegabilidade como um todo. Além dos ganhos técnicos, o projeto reforça o papel do design responsivo como ferramenta de promoção da equidade digital. Mesmo sendo uma iniciativa acadêmica, os resultados obtidos demonstram o potencial de intervenções relativamente simples para gerar impactos significativos na inclusão e na transparência pública.

Considerações finais

O desenvolvimento deste projeto evidenciou como o design responsivo pode ser um recurso fundamental para a inclusão digital e o fortalecimento da cidadania. A experiência acadêmica permitiu aplicar conhecimentos técnicos em um contexto prático, promovendo uma compreensão mais profunda sobre os desafios e possibilidades do design voltado ao serviço público.

Entre os principais aprendizados estão a importância do diagnóstico visual preciso por meio de ferramentas de inspeção, a eficácia da metodologia *mobile-first* para sites governamentais e a relevância de considerar o contexto social no qual essas tecnologias são utilizadas.

Como próximos passos, pretende-se explorar formas de aplicar testes com usuários reais para validar ainda mais a proposta, além de buscar oportunidades de apresentar os

resultados à gestão pública municipal. O projeto demonstra que a colaboração entre academia e sociedade pode gerar soluções acessíveis, replicáveis e alinhadas ao princípio de um governo digital mais inclusivo.

Referências

AMPHILÓQUIO, Willian; SOBRAL, João Eduardo Chagas. Design e sociedade: uma reflexão sobre acessibilidade, interação e inclusão. *Human Factors in Design*, Florianópolis, v. 7, n. 13, p. 165–176, 2018.

CASTELLS, Manuel. *A galáxia da internet: reflexões sobre a internet, os negócios e a sociedade*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003.

GARRETT, Jesse James. *The Elements of User Experience: user-centered design for the web and beyond*. 2. ed. Berkeley: New Riders, 2011.

LEMOS, André. *Cibercultura*. São Paulo: Editora Sulina, 2013.

CNN Brasil. *Mais de 60% dos brasileiros acessam a internet só pelo celular, diz pesquisa*. 2024. Disponível

em: [https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/mais-de-92-milhoes-de-brasileiros-acessam-a-internet- apenas-pelo-celular-diz-pesquisa/#:~:text=Dos%20149%20milh%C3%B5es%20de%20usu%C3%A1rios,Brasil%20\(CGI.br\)](https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/mais-de-92-milhoes-de-brasileiros-acessam-a-internet- apenas-pelo-celular-diz-pesquisa/#:~:text=Dos%20149%20milh%C3%B5es%20de%20usu%C3%A1rios,Brasil%20(CGI.br).). (acesso em abr. 2025).

UM ESTUDO DE CASO DE CLASSIFICAÇÃO DE ANOMALIAS MECÂNICAS EM PARAFUSOS SINTETIZADOS DE MODELOS CAD 3D

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: M. Z. DE MEDEIROS¹; R. R. M. DA CUNHA²; M. E. STIVANELLO³; D. P. JÚNIOR⁴.

EDITAL 02/2024/PROPPi - UNIVERSAL
Projeto de Pesquisa

Resumo:

Este trabalho teve como objetivo desenvolver um modelo para detecção de anomalias em peças e elementos industriais utilizando redes neurais convolucionais. Foi criado um banco de dados de imagens sintéticas com diferentes tipos de defeitos, utilizado no treinamento da rede para identificação de padrões dessas anomalias mecânicas. O modelo foi testado com imagens reais de componentes íntegros e defeituosos para validar seu desempenho em condições práticas. A metodologia envolveu o pré-processamento dos dados, o treinamento e a validação dos resultados. Os testes mostraram que o modelo alcançou boa acurácia, evidenciando seu potencial para aplicação em domínios de aplicação industrial, tais como no monitoramento e manutenção preditiva de equipamentos industriais.

Palavras-chave: Anomalias mecânicas; Dados sintéticos; Modelos CAD 3D; Produto industrial; Rede Neural Convolucional.

Introdução

A manutenção de equipamentos industriais é essencial para garantir a segurança, a produtividade e a efetividade dos processos industriais. A identificação de defeitos, avarias ou não-conformidades em peças e componentes de equipamentos industriais, de forma rápida e precisa, é um desafio constante. Estes defeitos são denominados neste trabalho como anomalias mecânicas. Nesse contexto, o uso de redes neurais convolucionais (RNC) associadas a imagens sintéticas representa uma alternativa promissora para a detecção de anomalias.

¹ Estudante do curso Engenharia Mecatrônica do Instituto Federal de Santa Catarina, marcos.z21@aluno.ifsc.edu.br

² Servidor Docente, Câmpus Florianópolis, DAMM / Mecatrônica do Instituto Federal de Santa Catarina, rcunha@ifsc.edu.br

³ Servidor Docente, Câmpus Florianópolis, DAMM / Mecatrônica do Instituto Federal de Santa Catarina, mauricio.stivanello@ifsc.edu.br

⁴ Servidor Docente, Câmpus Florianópolis, DAMM / Mecatrônica do Instituto Federal de Santa Catarina, delcino.junior@ifsc.edu.br

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um modelo de classificação de defeitos em componentes mecânicos a partir de imagens geradas em ambiente de simulação 3D, e utilizando técnicas de aprendizagem profunda. Ao final, busca-se validar a eficácia da abordagem através de testes com imagens reais, fortalecendo a aplicação prática de redes neurais em sistemas de monitoramento e manutenção preditiva no setor industrial.

Fundamentação teórica

As RNC's são amplamente utilizadas em tarefas de visão computacional devido à sua capacidade de aprender representações hierárquicas dos dados visuais. Compostas por camadas de convolução, agrupamento e densas, essas redes conseguem extrair padrões desde formas simples até estruturas complexas, o que as torna especialmente úteis na detecção de defeitos em elementos mecânicos [3]. Além disso, quando treinadas adequadamente, as RNC's são capazes de generalizar seu desempenho mesmo em dados não vistos anteriormente, garantindo bons resultados em aplicações industriais [3].

Entretanto, a obtenção de grandes volumes de imagens reais para treinar esses modelos representa um desafio. Por isso, a geração de imagens sintéticas, a partir de softwares de modelagem 3D, como o Blender™ 3D ou de modelos CAD 3D, associada a bibliotecas de aprendizado profundo, como a *fast.ai*, tem se mostrado uma alternativa viável e eficaz [2]. A utilização de dados sintéticos permite simular variações geométricas, fotométricas e de posicionamento dos objetos, refletindo com fidelidade os cenários reais. Assim, essa abordagem potencializa a criação de bases de dados robustas e bem rotuladas, otimizando o processo de treinamento e contribuindo significativamente para a automação e confiabilidade da inspeção de componentes mecânicos [1][2][3].

Procedimentos metodológicos

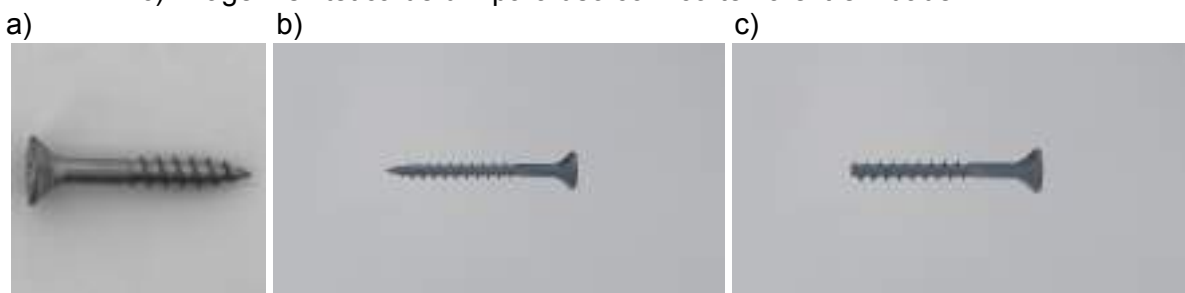
Este trabalho teve como objetivo desenvolver um modelo de inteligência artificial para classificar anomalias em peças e componentes industriais. Foram utilizadas imagens sintéticas geradas a partir de modelos CAD 3D de peças defeituosas, aplicadas no treinamento de uma rede neural convolucional voltada à classificação de imagens reais.

O método proposto utilizou uma extensão do software Blender™ 3D, desenvolvida em um trabalho anterior e publicado no volume 8 da SNCT em 2024 [4], possibilitando a

criação automatizada das imagens sintéticas. Após a geração, as imagens passaram pelas etapas de treinamento, validação e teste, fases essenciais para o ajuste do modelo.

Com seus motores de renderização, o Blender™ 3D permitiu a geração de imagens em alta resolução, com texturas e fundos. Esses recursos contribuíram para aumentar o realismo das amostras sintéticas, conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1 – a) Imagem real de um parafuso íntegro. b) Imagem sintética de um parafuso íntegro. c) Imagem sintética de um parafuso com corte na extremidade.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Também fez parte do trabalho, a modelagem de anomalias em modelos CAD 3D obtidos em catálogos online e a busca por um banco de imagens reais de peças defeituosas, encontrado no repositório da empresa *MVTec Software*, que oferece os dados para fins de pesquisa. As imagens geradas foram usadas no treinamento de modelos com um algoritmo em *Python*, utilizando a biblioteca *fast.ai*, baseada no *PyTorch* e voltada à inclusão do aprendizado profundo.

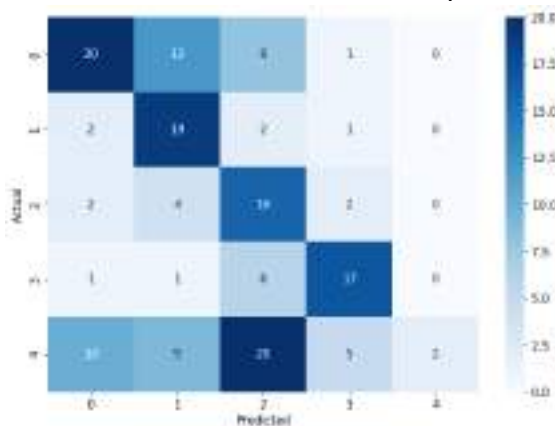
No primeiro cenário, foram criados cinco grupos de imagens de parafusos: íntegros, cortes na extremidade, e riscos na cabeça, pescoço e rosca, com versões sintéticas e mistas de reais e sintéticas. Também foram testadas variações de textura, fundo e trajetórias das imagens (esférica e circular) para analisar o impacto na classificação. No segundo cenário, o foco foi em defeitos na extremidade, pela melhor visibilidade nesses ângulos.

Resultados e discussões

Primeiramente, o modelo foi treinado com cinco conjuntos de imagens sem texturas e com trajetória esférica. O melhor desempenho ocorreu no conjunto com imagens reais, mas a limitação dos ângulos desfavoreceu a detecção dos defeitos, resultando em uma acurácia de apenas 46%.

A Figura 2 apresenta a matriz de confusão, que permite avaliar o desempenho de um modelo de classificação, a quantidade de acertos e erros, mostrando como as previsões (*colunas*) do modelo se comparam com os valores reais (*linhas*). A diagonal principal mostra os acertos do modelo, enquanto os demais valores indicam erros de classificação. Os índices das linhas e das colunas são representados da seguinte forma: 0 - parafusos íntegros, 1 - parafusos com corte na extremidade, 2 - risco na cabeça, 3 - risco no pescoço e 4 - risco na rosca.

Figura 2 – Matriz de confusão do treinamento do primeiro cenário.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

No segundo cenário, focado apenas em defeitos na extremidade, utilizou-se textura e trajetória circular, ampliando o campo de visão e o realismo. Isso elevou a precisão do modelo para cerca de 99%, como mostra a Figura 3.

Figura 3 – Tabela da porcentagem de precisão do fast.ai com treinamento utilizando o segundo cenário.

epoch	train_loss	valid_loss	accuracy	precision_score	recall_score	f1_score	time
23	0.211308	0.087352	0.974684	0.977778	0.972222	0.974351	00:06
24	0.205870	0.054955	0.974684	0.977778	0.972222	0.974351	00:06
25	0.196747	0.042206	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	00:06
26	0.186660	0.077759	0.987342	0.988636	0.986111	0.987211	00:06
27	0.184500	0.074170	0.974684	0.977778	0.972222	0.974351	00:06
28	0.175053	0.074771	0.987342	0.988636	0.986111	0.987211	00:06
29	0.168391	0.070514	0.987342	0.988636	0.986111	0.987211	00:06

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Considerações finais

Este trabalho demonstrou que a utilização de imagens sintéticas geradas a partir de modelos CAD 3D, é uma solução eficaz no treinamento de RNC 's com a finalidade de

classificação de anomalias em peças e componentes industriais. Os modelos apresentaram bom desempenho, tanto em imagens sintéticas quanto em imagens reais.

Os resultados alcançados motivam a continuidade de pesquisas futuras, com vistas à validação e melhorias de desempenho dos modelos com um conjunto maior de imagens reais, e a expansão para outros tipos de elementos de máquina.

Referência ao fomento recebido

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de iniciação ao desenvolvimento tecnológico e à inovação PIBITI, e ao Campus Florianópolis, Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), pelo apoio financeiro à pesquisa.

Referências

- [1] NUNES, Gabriel da S.; STIVANELLO, Maurício E.; JÚNIOR, Delcino P.; CUNHA, Raimundo R. M. da. **Desenvolvimento de um *Addon* do Blender para Geração de Imagens Sintéticas a serem Utilizadas no Treinamento de Modelos de CNN's**. Caderno de Resumos, SNCT Câmpus Florianópolis, vol. 6, 2023. ISSN Eletrônico: 2965-8772. Disponível em: <https://www.ifsc.edu.br/snct-floripa-eventos-antecedentes>. Acesso em: 24/03/2025.
- [2] BORDIN, Iasmin A.. **Desenvolvimento de uma Ferramenta Computacional para Geração e Organização de Dados Sintéticos Aumentados de Elementos de Máquina**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecatrônica) – Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023.
- [3] VIEIRA, Letícia M.. **Estudo sobre a Utilização de Imagens Sintéticas na Criação de Modelos de Classificação Empregando Redes Neurais Convolucionais**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecatrônica) – Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.
- [4] MEDEIROS, Marcos Z. De.; STIVANELLO, Maurício E.; JÚNIOR, Delcino P.; CUNHA, Raimundo R. M. da. **Imagens Sintéticas a partir de Modelos CAD 3D de Parafusos e Rebites para Classificação com CNN's**. Caderno de Resumos, SNCT Câmpus Florianópolis, vol. 6, 2023. ISSN Eletrônico: 2965-8772. Disponível em: <https://www.ifsc.edu.br/snct-floripa-eventos-antecedentes>. Acesso em: 24/03/2025.

INFLAÇÃO DA CESTA BÁSICA EM CANOINHAS-SC, EM 2024

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: G. T. SANTOS¹; M. L. S. SILVA²; J. TREML³; L. P. DE LIMA⁴.

Edital IFSC 01/2024/PROPPI PIBIC-EM
Projeto de Pesquisa

Resumo:

A inflação da cesta básica afeta de maneira significativa a qualidade de vida da população, comprometendo cerca de metade do salário mínimo. Neste contexto, desde maio de 2022 um projeto de pesquisa realizado pelo IFSC câmpus Canoinhas disponibiliza dados detalhados sobre a variação do preço dos itens da cesta básica no município. Dessa forma, esta pesquisa teve como objetivo acompanhar mensalmente os preços dos produtos pertencentes à cesta básica, em Canoinhas-SC, ao longo do ano de 2024, a fim de divulgar dados da inflação desta cesta para a comunidade. Para tal, foram visitados, semanalmente, seis mercados do município, sendo coletados os preços dos 13 produtos pertencentes a cesta básica (carne, leite, feijão, arroz, farinha, batata, tomate, pão, café, banana, açúcar, óleo e manteiga). Esse método é baseado naquele utilizado pelo DIEESE (Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos), que acompanha a inflação da cesta básica em 18 capitais do Brasil. Mensalmente, após a compilação dos dados coletados, os resultados foram postados no instagram do projeto, e replicados em veículos de comunicação locais. Em 2024, os produtos com maior alta foram: o café em pó (55,01%), o óleo de soja (34,01%) e o leite (21,10%). Ao longo do ano a cesta básica acumulou uma inflação de +3,38%. O projeto forneceu dados essenciais para que as famílias possam acompanhar melhor as mudanças nos preços.

Palavras-chave: alimentos; poder de compra; preço; salário mínimo.

Introdução

Nos últimos anos, o custo de vida tem se tornado uma preocupação crescente entre os brasileiros, especialmente no que diz respeito às despesas mais básicas, como a alimentação. A instabilidade econômica e os constantes aumentos nos preços vêm

¹ Estudante do curso Técnico Integrado em Alimentos do Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC, gabriele.ts@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do curso Técnico Integrado em Alimentos do Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC, mirelli.ss2007@aluno.ifsc.edu.br.

³ Docente do eixo de Informação e Comunicação do Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC, jefferson.treml@ifsc.edu.br.

⁴ Docente do eixo de Produção Alimentícia do Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC, luiz.paulo@ifsc.edu.br.

comprometendo o orçamento das famílias e tornando o acesso a itens essenciais cada vez mais difícil. Segundo reportagem divulgada pelo G1, a inflação de alimentos da cesta básica, como café, feijão e leite, tem pressionado o orçamento das famílias (G1, 2025).

O orçamento do brasileiro é apertado. De acordo com dados de 2023, 57,10% dos brasileiros vivem com até 1 salário mínimo (SM) *per capita* (IBGE, 2025). Para o Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (DIEESE), o salário mínimo necessário para sustentar uma família de quatro pessoas deveria ser de R\$ 6.769,87, em outubro de 2024, considerando despesas com alimentação, moradia, saúde, educação, vestuário, higiene, transporte, lazer e previdência (DIEESE, 2025b). Esse valor é significativamente superior ao SM de R\$ 1.412,00, vigente em 2024, evidenciando a defasagem entre o rendimento real da população e o custo de vida essencial.

Diante desse cenário, torna-se importante acompanhar mais de perto a variação de preço dos alimentos básicos, que impactam diretamente o dia a dia das famílias. A inflação da cesta básica afeta de maneira significativa a qualidade de vida da população. Segundo especialistas, quando a alimentação ocupa uma parte maior do salário, há uma queda no poder de compra, fazendo com que as famílias priorizem apenas gastos essenciais e deixem de lado outras necessidades (TV UFMA, s.d.). Esse efeito é mais intenso entre famílias com menor renda, que ficam mais vulneráveis às flutuações nos preços (G1, 2025).

Nesse contexto, desde maio de 2022 um projeto de pesquisa realizado pelo IFSC câmpus Canoinhas disponibiliza dados detalhados sobre a variação do preço dos itens da cesta básica no município, oferecendo uma ferramenta importante, para aqueles que buscam entender o impacto desses aumentos no cotidiano. Sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi acompanhar mensalmente a variação dos preços dos produtos que compõem a cesta básica, permitindo que a população local tenha acesso a informações mais precisas sobre a inflação desses itens essenciais. Os dados apresentados a seguir correspondem a um recorte referente ao ano de 2024.

Fundamentação teórica

Desde 1959, o DIEESE realiza o acompanhamento mensal do valor da cesta básica na cidade de São Paulo. Ao longo do tempo, o número de capitais monitoradas foi aumentando, e atualmente a pesquisa é realizada em 18 capitais brasileiras (DIEESE,

2016). Nesta pesquisa são coletados os preços de 13 itens essenciais de alimentação. O Decreto-Lei nº 399, de 30 de abril de 1938, regulamenta tanto o salário mínimo quanto a composição da cesta básica, estabelecendo os seguintes produtos: carne, leite, feijão, arroz, farinha, batata, tomate, pão, café, banana, açúcar, óleo e manteiga (BRASIL, 1938).

É importante destacar que a cesta básica continua sendo baseada nos hábitos alimentares da década de 1930, sendo mantida até os dias atuais principalmente para fins de comparação histórica.

Procedimentos metodológicos

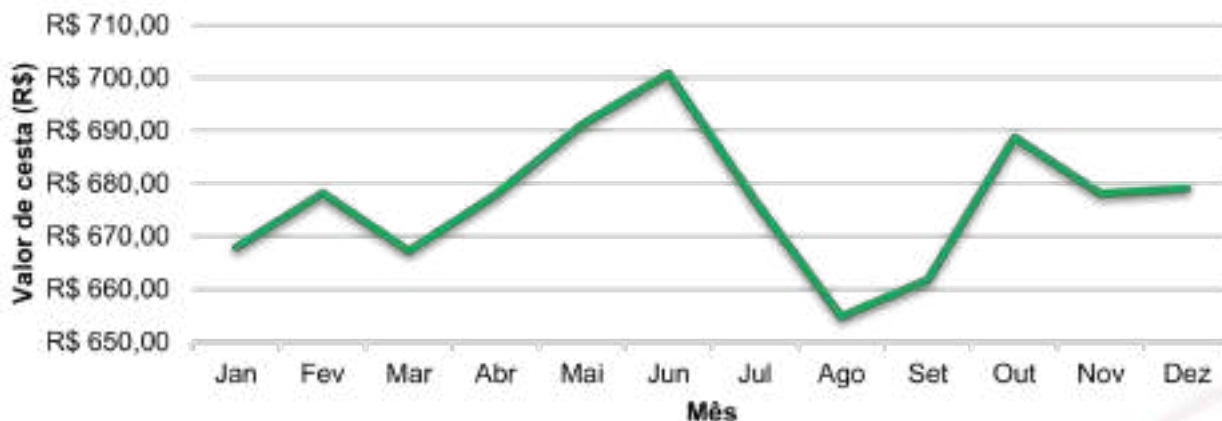
Foram realizadas visitas semanais em seis mercados de Canoinhas-SC para coletar os preços dos produtos da cesta básica. As visitas ocorreram ao longo de todos os meses do ano, de forma intercalada, para capturar variações de preço em dias diferentes da semana. Sempre que possível, o preço de cada produto foi calculado com base na média de três marcas distintas. Para a carne, foram coletados os preços de três cortes diferentes, quando disponíveis. Para itens como banana, tomate e batata, foram registrados os preços de até três variedades.

Os registros dos preços foram realizados em planilha. Em seguida, foi calculado o valor da cesta básica, levando em consideração as quantidades da região 3 da tabela de previsões mínimas estipuladas pelo Decreto-Lei nº 399 (BRASIL, 1938). Por fim, foram obtidos: o percentual de comprometimento do salário mínimo para a compra desses produtos e a inflação mensal. Ao final de cada mês, essas informações foram postadas no Instagram do projeto (@inflacao.cestabasica) e do Câmpus (@ifsc.canoinhas), e replicadas de forma impressa e digital por veículos de comunicação locais.

Resultados e discussões

No ano de 2024, a inflação da cesta básica ficou em +3,38%. Durante esse período, esta cesta atingiu seu maior valor no mês de junho, quando ficou calculada em R\$ 700,79, representando 48,95% do salário mínimo da época (R\$ 1.412,00). Já seu menor valor estimado foi em agosto, quando ficou em R\$ 654,71, equivalente a 46,37% do salário mínimo (Figura 1).

Figura 1 – Histórico do valor da cesta básica em Canoinhas-SC ao longo do ano de 2024.



Fonte: elaboração própria.

O valor da cesta básica em Canoinhas, em dezembro de 2024, ficou em R\$ 679,18, valor inferior ao da capital do estado, Florianópolis-SC, onde a cesta atingiu, no mesmo mês, o valor de R\$ 809,46, á em Curitiba-PR, capital mais próxima de Canoinhas-SC, a cesta atingiu no mesmo mês o valor de R\$ 741,90, segundo a pesquisa realizada pelo DIEESE (2025a).

Os produtos com maior aumento de preço ao longo de 2024, em Canoinhas, foram: o café em pó (55,01%), o óleo de soja (34,01%) e o leite (21,10%). Já nas capitais mais próximas, destacaram-se outros itens. Em Florianópolis-SC, a carne teve aumento significativo de 25,69%. Já em Curitiba-PR, a manteiga atingiu uma alta de 11,78%. (DIEESE, 2025b).

Considerações finais

Em 2024, a cesta básica em Canoinhas-SC registrou uma inflação de +3,38%, com o café destacando-se com a maior alta, de 34,01%. O monitoramento realizado ao longo do ano forneceu dados importantes para a população, permitindo que a comunidade tivesse uma visão mais clara sobre a variação dos preços e o impacto no orçamento familiar. Essas informações são essenciais para que as famílias possam entender melhor as mudanças nos custos dos alimentos e planejar seus gastos de forma mais consciente.

Referência ao fomento recebido

Os autores agradecem ao apoio financeiro recebido na forma de bolsa de Iniciação Científica Júnior do IFSC/CNPq – PIBIC-EM (Edital PROPI 01/2024), concedido às duas primeiras autoras, para a realização deste estudo.

Referências

BRASIL. **Lei nº 399, de 30 de abril de 1938**. Aprova o regulamento para execução da Lei n. 185, de 14 de janeiro de 1936, que institui as Comissões de Salário Mínimo. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/norma/523433/publicacao/15708212>. Acesso em: 14 abr. 2025.

DIEESE. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. **Cesta Básica Nacional - Sistema de Consulta**. 2025a. Disponível em: <https://www.dieese.org.br/cesta/>. Acesso em: 25 abr. 2025.

———. **Em 2024, custo da cesta básica aumenta em todas as capitais**. 2025b. Disponível em: <https://www.dieese.org.br/analisecestabasica/2024/202412cestabasica.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2025.

———. **Metodologia da cesta básica de alimentos**. 2016. Disponível em: <https://www.dieese.org.br/metodologia/metodologiaCestaBasica2016.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2025.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Síntese de Indicadores Sociais**. 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/protecao-social/9221-sintese-de-indicadores-sociais.html>. Acesso em: 03 abr. 2025.

G1. **Inflação do 'básico' compromete cada vez mais o orçamento das famílias no, mostra estudo**. 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2025/03/21/inflacao-do-basico-compromete-cada-vez-mais-o-orcamento-das-familias-no-brasil-mostra-estudo.ghtml>. Acesso em: 29 abr. 2025.

TV UFMA. **Alta nos preços da cesta básica**. Portal UFMA, [s.d.]. Disponível em: <https://portalpadrao.ufma.br/tvufma/noticias/alta-nos-precos-da-cesta-basica>. Acesso em: 29 abr. 2025.

Gestão de Custos na Prática: Uma Ação Extensionista com uma Microempreendedora de Bolachas Caseiras

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: R. HENTGES¹, G. LOEBLEIN², J. TEIXEIRA³, L. OLIVEIRA⁴

Projeto de Extensão

Resumo:

O projeto de extensão Gestão e Empreendedorismo para o Desenvolvimento Local da Universidade Feevale tem como objetivo capacitar microempreendedores individuais (MEIs) e empreendedores informais, desenvolvendo habilidades em gestão empresarial, com foco em produção, finanças e marketing. Este trabalho apresenta os resultados de uma ação que auxiliou uma microempreendedora individual do ramo alimentício a precificar suas bolachas artesanais de forma adequada, beneficiando tanto a empresa quanto os consumidores. Inicialmente, foi realizada uma chamada online para entender o processo de fabricação das bolachas e a definição do preço de venda. A empreendedora relatou não ter conhecimento detalhado dos custos de produção e utilizava uma precificação instintiva, com preços iniciais de R\$ 10,00 por pacote para nove sabores diferentes. Por meio de encontros online e presenciais, foram levantados todos os custos fixos e variáveis envolvidos na produção de cada sabor. Também foi definido um salário para a empreendedora e uma margem de lucro para cobrir os custos e permitir o reinvestimento na marca. A precificação foi recalculada com base nos custos unitários e um Mark-up divisor de 0,75, considerando uma margem de lucro de 25%. Os preços variaram entre R\$ 13,72 (bolacha de canela) e R\$ 21,14 (bolacha de milho com cobertura), destacando a importância de uma precificação proporcional, considerando as peculiaridades de cada receita. Essa intervenção mostrou como o conhecimento em ferramentas básicas de gestão e o apoio acadêmico podem ser fundamentais para o fortalecimento de pequenos negócios.

Palavras-chave: empreendedorismo; precificação; microempreendedor individual.

Introdução

A atuação universitária, por meio da extensão, se mostra relevante para a sociedade, visto que busca contribuir para o desenvolvimento de pequenos empreendimentos e

¹ Renata Lacerda Hentges, estudante do curso de Administração da Universidade Feevale.

² Giovana Mathias Loeblein, estudante do curso de Comércio Exterior da Universidade Feevale.

³ Júlia dos Santos Teixeira, estudante do curso de Design da Universidade Feevale.

⁴ Larissa Flores de Oliveira, estudante de Nutrição da Universidade Feevale.

indivíduos que buscam qualificação para ingressar no mercado de trabalho ou abrir um negócio próprio. Muitos microempreendedores individuais (MEIs) enfrentam desafios significativos relacionados à formação do custo e do preço de venda de seus produtos, o que pode afetar negativamente a lucratividade do negócio. A ausência de conhecimento em gestão de custos, na maioria das vezes, leva a uma precificação inadequada, baseada apenas na percepção própria - aumentando o risco de prejuízo.

O presente trabalho apresenta uma ação desenvolvida no âmbito do projeto Gestão e Empreendedorismo para o Desenvolvimento Local, que teve como objetivo auxiliar uma empreendedora do ramo alimentício a precificar suas bolachas caseiras de forma condizente com os custos de produção, de modo que fosse benéfico tanto para a empresa quanto para os consumidores

Fundamentação teórica OU Descrição do público envolvido

O projeto de extensão Gestão e Empreendedorismo para o Desenvolvimento Local conta atualmente com a participação de professores de distintas áreas, como gastronomia, ciência e tecnologia de alimentos, administração e ciências contábeis. Também participam uma gama de alunos de diversos cursos de graduação bem como comércio exterior, administração, gastronomia, nutrição e design. Possibilitando que o projeto de extensão abranja um público maior e diversificado.

A empreendedora atendida reside no município de Morro Reuter e atua como microempreendedora na produção e venda de bolachas artesanais desde 2017. Seu primeiro contato com o projeto ocorreu por meio de uma demanda da área da nutrição — o desenvolvimento de rótulos nutricionais para suas bolachas. A partir deste primeiro contado se pode perceber que a demanda se estendia para além dos rótulos, ela igualmente possuía um problema em relação a precificação dos seus produtos, uma vez que suas bolachas contavam com uma produção extremamente caseira. Após a conclusão dessa etapa, ela passou a receber apoio na área de finanças, com foco na elaboração do preço de venda de seus produtos.

A ação foi conduzida por estudantes de cursos da área de gestão que se responsabilizaram pela captação das informações junto à empreendedora, bem como pela aplicação do método de precificação. A elaboração da planilha de custos e a orientação técnica ficaram sob responsabilidade da professora orientadora, mestre em Ciências

Contábeis, que também acompanhou todo o processo e forneceu suporte para o uso da planilha e realização dos cálculos.

Procedimentos metodológicos

A metodologia empregada para o desenvolvimento da formação do preço venda adequado das bolachas artesanais, envolveu dois encontros principais com a empreendedora, além de consultas de pontuais dúvidas por mensagem.

O primeiro encontro foi realizado de forma online através do Google Meet, teve uma duração aproximada de uma hora e o foco principal era a etapa de diagnóstico, ou seja, verificar qual a necessidade da empreendedora. Durante a conversa, foram abordados temas como o histórico da empresa, os produtos oferecidos, o processo de produção, os preços de venda atuais, quais parâmetros eram considerados para estabelecer os valores e quais eram os canais de venda.

O segundo encontro ocorreu presencialmente na própria Universidade Feevale em Novo Hamburgo e teve como finalidade levantar os custos variáveis envolvendo os insumos utilizados na produção e os custos fixos que são gastos ligados a manutenção como água, luz, gás, contribuição mensal do MEI. Também foi definido um salário que fosse compatível com a realidade da empreendedora, que até então apenas comprava os insumos e fabricava as bolachas, sem obter um retorno financeiro pessoal proporcional às vendas.

Para a formação do custo e preço de venda das bolachas, foi elaborada uma planilha de custos em Excel. Assim, foi possível calcular os custos unitários de cada pacote de bolacha e a definição de um preço de venda mais justo.

Resultados e discussões

Com base nas informações levantadas, foi elaborada uma planilha em Excel com a estrutura dos custos de produção, sendo os custos variáveis os gastos com os ingredientes, e os custos fixos, os gastos com água, luz, gás, salário e o valor pago mensalmente pelo MEI.

Para os ingredientes de fabricação própria, como a canela, o mel e a gordura animal, foram utilizados valores mais elevados de mercado. No caso da manteiga, como era produzida com nata, foi feito um rateio a partir da quantidade de potes de nata comprados

e o rendimento em quilos. Depois, foi realizada a estimativa de produção mensal, o que permitiu calcular o custo fixo unitário, resultando no valor de R\$ 6,94 (somando todos os custos fixos e dividindo pela quantidade de pacotes produzidos por mês).

Levando em consideração o custo total de produção (variável mais fixo), foi aplicada a metodologia do mark-up divisor, fixado em 0,75, correspondente a uma margem de lucro de 25%. A fórmula usada para o cálculo do preço de venda foi: **preço de venda = custo total ÷ 0,75**. Os custos totais de produção variaram entre R\$ 10,29 (bolacha de canela) e R\$ 15,85 (bolacha de milho com cobertura), e os preços de venda oscilaram entre R\$ 13,72 e R\$ 21,14 respectivamente.

A apresentação dos resultados aconteceu de maneira online novamente pelo Google Meet e esse momento foi dedicado a explicação dos cálculos realizados, destacado que a variação entre os preços se dava pelo custo que cada pacote de bolacha possuía.

Considerações finais

A demanda desenvolvida permitiu demonstrar, através de cálculos, os preços de venda ideais para cada sabor de bolacha comercializado pela empreendedora tendo como base os custos totais envolvidos na produção.

A ação contribuiu para a empreendedora ter um melhor entendimento a respeito dos gastos que envolviam a produção das bolachas e o seu tempo de trabalho, ainda ela conseguiu entender a diferença entre o salário e o lucro da empresa e, com isso, foi capaz de realizar a separação entre as finanças pessoais e empresariais. Além disso, a atividade igualmente promoveu um papel essencial da formação acadêmica, dado que proporcionou uma vivência prática dos conceitos de gestão de custos. Do mesmo modo, demonstrou a importância da articulação entre conteúdos teóricos aprendidos em sala de aula e a aplicação em um contexto real de negócios.

Portanto, as ações do projeto de extensão promovem a interseção entre beneficiados e alunos, incentivando ambos a desenvolverem suas habilidades em situações reais.

Entre as dificuldades enfrentadas destaca-se os levantamentos dos custos fixos e variáveis, por serem diversos sabores de bolacha (nove ao total) foi um trabalho extenso que exigiu bastante dedicação. Inicialmente, a empreendedora também apresentou certa

dificuldade em entender o motivo de cada pacote de bolacha precisar ter um preço de venda diferente, uma vez que era utilizado um preço unido para todas as bolachas.

Em suma, através desse atendimento foi possível mostrar como ferramentas simples de gestão podem fazer toda a diferença para o crescimento de um empreendimento, aqueles empreendedores que não possuem conhecimentos técnicos sobre gestão de custos muitas vezes não alcançam lucros por não obterem entendimento a respeito do assunto, porém com auxílio passam a entender melhor esses conceitos e aplicá-los no dia a dia.

Referências

BACIC, Miguel Juan; MEGLIORINI, Evandir; OLIVEIRA, Elizabeth Castro Maurenza de; YOMURA, Nobuya. **Manual de Técnicas e Práticas de Gestão Estratégica de Custos nas Pequenas e Médias Empresas**. Conselho Regional de Contabilidade do Estado de São Paulo, Comissão de Desenvolvimento Científico. São Paulo: CRCSP, 2010-2011.

Programas e Projetos de Ensino. Disponível em: <<https://www.feevale.br/todas-as-oportunidades/programas-e-projetos>>. Acesso em: 7 maio. 2025.

CONSULTORIA DE ENFERMAGEM EM ALEITAMENTO MATERNO NA TRIÁDE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO: RELATO DE EXPERIÊNCIA

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

**Autores: E. JANUARIO¹; Y. CRUZ²; R. GOELZER³; C. BORTOLA⁴;
P. ROCHA⁵; LUANA C.⁶**

Edital 02/2024/PROPI UNIVERSAL
Projeto de Pesquisa

Resumo:

Introdução: A amamentação impacta diretamente os indicadores de saúde e mortalidade infantil, sendo benéfica tanto para mães quanto para lactentes. No entanto, seu êxito pode ser desafiador, exigindo do profissional de enfermagem uma atuação ativa na orientação e prevenção do desmame precoce. **Objetivo:** Relatar a experiência da tríade ensino, pesquisa e extensão durante consultorias de enfermagem em aleitamento materno. **Método:** As acadêmicas participaram de cursos promovidos pelo Ministério da Saúde sobre aleitamento materno, e capacitação sobre o uso terapêutico do laser de baixa frequência. Combinados ao conteúdo da disciplina Saúde da Mulher, esses conhecimentos possibilitam uma atuação qualificada. A ação articula ensino, pesquisa e extensão, oportunizando que as alunas coloquem em prática seus conhecimentos, atuando no Banco de Leite Humano (BLH) e no atendimento às puérperas, com orientações e uso da fotobiomodulação para alívio de dores mamilares e apoio à amamentação. O projeto ao mesmo tempo presta atendimento à comunidade. **Resultados:** O projeto articula ensino, pesquisa e extensão, proporcionando uma experiência rica para as acadêmicas aplicarem na prática os conhecimentos adquiridos em sala de aula, desenvolvendo habilidades clínicas e práticas no manejo das puérperas e bebês, contribuindo diretamente com a comunidade. Espera-se que a consultoria de enfermagem se revele eficaz no manejo das dificuldades do binômio mãe-bebê, resultando na produção de artigos científicos que abordem a atuação do enfermeiro nessa área.

¹ Estudante do curso Enfermagem do Instituto Federal de Santa Catarina - Joinville, participante do FLORESCER: Laboratório de Pesquisa em Saúde da mulher, neonato, criança, adolescente e aleitamento materno. eduardamj1@gmail.com.

² Estudante do curso Enfermagem do Instituto Federal de Santa Catarina - Joinville, participante do FLORESCER: Laboratório de Pesquisa em Saúde da mulher, neonato, criança, adolescente e aleitamento materno. yasmincruz1616@hotmail.com

³ Enfermeira. Servidora do Banco de Leite da Maternidade Darcy Vargas. blhmdv@saude.sc.gov.br.

⁴ Médica Pediatra. Servidora do Banco de Leite da Maternidade Darcy Vargas. claudiabortolasop@gmail.com.

⁵ Doutora. Docente do Departamento de Enfermagem do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC Câmpus Joinville). Vice-líder do FLORESCER: Laboratório de Pesquisa em Saúde da mulher, neonato, criança, adolescente e aleitamento materno. patricia.albeirice@ifsc.edu.br

⁶ Doutora. Docente do Departamento de Enfermagem do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC Câmpus Joinville). Líder do FLORESCER: Laboratório de Pesquisa em Saúde da mulher, neonato, criança, adolescente e aleitamento materno. luana.aires@ifsc.edu.br

Palavras-chave: Saúde Materno-Infantil; Enfermagem Materno-Infantil; Amamentação.

Introdução

O aleitamento materno possui diversos benefícios, segundo o Ministério da Saúde (2015) a amamentação deve ser mantida até os dois anos de idade ou mais. O leite materno é o alimento mais completo para o bebê, sendo facilmente digerido e associado à baixa incidência de cólicas nos primeiros meses de vida, sendo facilmente digerido, associado à menor incidência de cólicas, e essencial para o fortalecimento do sistema imunológico da criança. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015).

Para a mãe, o ato de amamentar promove vínculo afetivo com o bebê, contribui para a recuperação pós-parto, auxilia na involução uterina e pode reduzir o risco de anemia (SANTOS et al., 2021). Apesar de todos os benefícios do leite materno, a amamentação ainda enfrenta desafios e o desmame precoce tem se tornado cada vez mais frequente. Mesmo quando a mãe está determinada a amamentar, pode enfrentar dificuldades na pega correta, dor, fissuras nos mamilos, cansaço, ingurgitamento mamário, sucção inadequada do bebê e falta de experiência (SANTOS; PEREZ., 2021 *apud* COCA KP, 2018). Muitos desses casos poderiam ser evitados com a orientação de um Consultor em Aleitamento Materno, que pode ser uma área de atuação para a enfermagem.

O enfermeiro consultor deve oferecer uma assistência humanizada, com base na escuta ativa, acolhimento e compreensão do contexto sociocultural da puérpera. Assim, pode desmistificar crenças que dificultam a lactação e promover maior segurança e sucesso na amamentação. Acredita-se que as puérperas bem informadas e conscientes sobre o aleitamento materno têm mais chances de alcançar o sucesso na prática dessa importante ação (SANTOS et al., 2021). Nesse sentido, integrar ensino, pesquisa e extensão é essencial para a formação crítica e prática do futuro profissional.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é relatar a experiência da tríade ensino, pesquisa e extensão durante consultorias de enfermagem em aleitamento materno.

Fundamentação teórica

O aleitamento materno é amplamente reconhecido como fundamental para a saúde infantil e materna. Nessa perspectiva, destaca-se a atuação do enfermeiro consultor como figura central na promoção, proteção e apoio ao aleitamento. Por meio da escuta qualificada e cuidado integral, este profissional identifica fatores de risco para o desmame precoce e propõe intervenções eficazes, fortalecendo o vínculo mãe-bebê e fomentando uma cultura social de valorização da amamentação (SANTOS et al., 2021).

Procedimentos metodológicos

Esta ação está vinculada ao Grupo de Pesquisa FLORESCER: Laboratório de Pesquisa em Saúde da mulher, neonato, criança, adolescente e aleitamento materno, do IFSC Joinville, e transita entre o ensino, a pesquisa e a extensão de forma articulada. Inicialmente foi realizado pelas discentes uma preparação teórica e prática fundamentada em recomendações do Ministério da Saúde (MS), da Sociedade Brasileira de Pediatria (SBP) e da Rede Brasileira de Bancos de Leite Humano (RBLH) sobre aleitamento materno e uso de laserterapia, além de todo conhecimento teórico adquirido na disciplina curricular Saúde da Mulher, sendo esta uma etapa articulada ao ensino. Durante a realização desta etapa, as acadêmicas compareciam semanalmente no Banco de Leite Humano, da Maternidade Darcy Vargas, localizada em Joinville - SC, visando observar e acompanhar os atendimentos na assistência de saúde para mulheres que amamentam, como instruções para a pega adequada, extração manual e manejo de intercorrências. Ao fim da preparação teórica, as docentes e discentes desenvolveram um modelo de consultoria de enfermagem em aleitamento materno, baseado em referencial teórico e aplicabilidade na prática, sendo esta uma tecnologia leve desenvolvida pelo grupo.

A etapa da extensão configura-se no fornecimento de consultorias de enfermagem em aleitamento materno. Esta etapa consiste em consultorias pré-agendadas, com duração média de 60 minutos, visando atender às demandas da lactante, compreendendo seu contexto social e cultural baseado na visão integral da enfermagem e sendo feito o uso da laserterapia de baixa intensidade, caso seja indicado. Em seguida, retornos serão marcados, se assim for necessário, até que o binômio mãe-bebê receba alta e possa seguir com a amamentação eficaz.

No que tange a pesquisa, as alunas desenvolvem estudo qualitativo com incentivo originário do CNPQ, através do edital 02/2024/PROPI UNIVERSAL, que concedeu uma bolsa de pesquisa à acadêmica, possibilitando uma construção de embasamento teórico

adequado, preparação para a execução do período de coleta e ainda mais permitindo o acompanhamento do atendimento no Banco de Leite Humano, integrando os conhecimentos teóricos, observação da prática e criação de vínculo na Instituição de Saúde.

Resultados e discussões

Com relação ao ensino foi possível verificar o conhecimento e domínio das discentes sobre o assunto, capacitando-as para o desenvolvimento do material a ser usado nas consultas e melhor compreensão da assistência de enfermagem ao aleitamento materno enquanto assistiam aos mesmos no Banco de Leite Humano da Maternidade Darcy Vargas.

A extensão é uma oportunidade de dar retorno à comunidade, sendo esta realizada a partir das consultorias de enfermagem em aleitamento materno. Mostra-se efetiva para o manejo e solução de dificuldades acerca do binômio mãe-bebê durante a fase de lactação. Somado a isso, a criação do vínculo entre a instituição de ensino e a comunidade fortalece a tríade ensino, pesquisa e extensão, trazendo para os espaços de saúde demandas da comunidade relacionadas ao curso, enfatizando ainda mais o trabalho do enfermeiro na comunidade, que assiste não apenas as queixas, mas o ser humano e a sociedade como um todo.

A pesquisa oportuniza a prática baseada em evidências, fortalecendo o exercício da enfermagem como profissão independente, eficaz e funcional. A prática baseada em evidência prevê aos profissionais um embasamento científico para ações e prescrições de enfermagem. Além disso, prevê-se o desenvolvimento de artigos científicos e demais documentos que contribuam para a comunidade científica através da coleta e análise de resultados obtidos ao longo da pesquisa, verificando a efetividade e possibilidade de atuação do enfermeiro na consultoria de enfermagem em aleitamento materno.

Considerações finais

Este projeto sobre consultoria de enfermagem em aleitamento materno do Instituto Federal de Santa Catarina, câmpus Joinville vem proporcionando um aprendizado significativo para a equipe envolvida, abrangendo aspectos teóricos e práticos relacionados à promoção e ao manejo do aleitamento materno. A equipe adquiriu conhecimentos sobre temas fundamentais, como a importância do leite materno para o

desenvolvimento infantil, a fisiologia da lactação e os benefícios do aleitamento tanto para o bebê quanto para a mãe.

Durante o desenvolvimento da primeira etapa, as alunas aprofundaram suas compreensões sobre as técnicas de manejo do aleitamento materno, como a extração de leite por meio de bombas e a extração manual, além de técnicas para garantir uma pega correta do bebê. Essas práticas são essenciais para apoiar mães lactantes em situações desafiadoras, além da prevenção de complicações como mastite e o manejo de problemas na amamentação, como as fissuras mamárias.

Além disso, o projeto permite a articulação da tríade ensino, pesquisa e extensão, garantindo a comunidade uma oportunidade de consultoria de enfermagem em aleitamento materno, contribuição para a comunidade científica, através da realização da pesquisa e possível publicação posterior, ademais a possibilidade de acadêmicas do bacharelado em Enfermagem estarem inseridas na comunidade, compreendendo a atuação do enfermeiro na prática, ainda durante o período de formação.

Referência ao fomento recebido

A graduação de enfermagem do IFSC - câmpus Joinville, através do grupo de pesquisa FLORESCER - Laboratório de pesquisa em saúde da mulher, da criança, neonato, adolescente e aleitamento materno, agradece o fomento oferecido pelo CNPQ - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, a partir do Edital de pesquisa 02/2024/PROPI UNIVERSAL.

Referências

SAÚDE, Ministério da. **Cadernos de Atenção Básica: aleitamento materno e alimentação complementar. Aleitamento materno e alimentação complementar. 2015.** Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/saude_crianca_aleitamento_materno_cab23.pdf. Acesso em: 28 abr. 2025.

SANTOS, G. G.; PEREZ, I. M. P. A IMPORTÂNCIA DA ATUAÇÃO DO ENFERMEIRO CONSULTOR DE ALEITAMENTO MATERNO. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, [s. l.], v. 1, p. 1-12, 3 nov. 2021 2178-6925. Disponível em: <https://revista.unipacto.com.br/index.php/multidisciplinar/article/view/894/871>. Acesso em: 28 abril. 2025.

SANTOS, I. X. P. D. *et al.* Benefícios do aleitamento materno exclusivo durante os primeiros meses de vida do recém-nascido. **Residência RP pediatria**, [s. l.], v. 1, p. 1-12, 3 jan. 2022 2236-6814. DOI: <https://doi.org/10.25060/residpediatr-2022.v12n4-773>. Disponível em: <https://cdn.publisher.gn1.link/residenciapediatrica.com.br/pdf/v12n4aop773.pdf>. Acesso em: 28 abril. 2025.

IMPACTOS DA PRODUÇÃO DE CARNE CULTIVADA: UMA REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro.

Autores: B. SANTOS¹; N. GONÇALVES²; H. KORMANN³; S. VARELA⁴; E. VILLAR⁵; P. TARGIONI⁶

Edital de fomento nº 03/2024/PROPI/DAE
Projeto de Pesquisa

Resumo: A produção de carne enfrenta desafios significativos no século XXI, como desmatamento, emissões de gases de efeito estufa e preocupações éticas. Nesse contexto, a agricultura celular emerge como alternativa inovadora e sustentável. Este estudo propõe uma revisão narrativa da literatura sobre os impactos da carne cultivada, com foco nos aspectos tecnológicos, ambientais, sociais e econômicos, especialmente no cenário brasileiro. Busca-se aprofundar o conhecimento sobre o tema, contribuindo para o avanço das tecnologias alimentares e a formulação de políticas públicas e estratégias institucionais voltadas à inserção qualificada de Santa Catarina na cadeia global de carne cultivada.

Palavras-chave: Agricultura celular; Carne cultivada; Cadeia de valor; Impacto ambiental; Regulamentação incipiente

Introdução

A produção de carne enfrenta desafios como desmatamento, emissões de gases, consumo excessivo de água e questões éticas (Steinfeld et al., 2006). A agricultura celular surge como solução, produzindo carne sem abate animal (Post, 2012), ou seja, por meio de tecnologias inovadoras como engenharia de tecidos e cultivo celular, replica-se o crescimento muscular com impacto ambiental reduzido (Post, 2012). A agricultura celular também pode gerar outros produtos, como mostrado por fermentação com bactérias ou leveduras (Stephens et al., 2018; Rischer et al., 2020). Este estudo propõe uma revisão narrativa da literatura sobre os impactos da carne cultivada, com foco nos aspectos tecnológicos, ambientais, sociais e econômicos, especialmente no cenário brasileiro.

Fundamentação teórica

¹ Estudante do curso Técnico Integrado em Administração, IFSC - Caçador, e-mail: brenda.f23@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do curso Técnico Integrado em Administração, IFSC - Caçador, e-mail: nathan.q14@aluno.ifsc.edu.br.

³ Estudante do curso de Sistemas de Informação, IFSC - Caçador, e-mail: helena.k30@aluno.ifsc.edu.br.

⁴ Servidor, Professor EBTT, Área de Administração, IFSC - Caçador, e-mail: sayonara.varela@ifsc.edu.br.

⁵ Servidor, Professor EBTT, Área de Administração, IFSC - Caçador, e-mail: eduardo.villar@ifsc.edu.br.

⁶ Servidor, Professor EBTT, Área de Sociologia, IFSC - Caçador, e-mail: paolo.targioni@ifsc.edu.br.

A carne cultivada, inicialmente de alto custo, tende a se tornar mais acessível ao longo do tempo, e pode impactar significativamente o mercado de proteínas e a produção convencional de carnes. Além de ser uma alternativa mais sustentável, a carne cultivada apresenta potencial para reduzir os impactos ambientais (FAO, 2020). As projeções para o setor são promissoras, impulsionadas por investimentos crescentes e pela maior conscientização ambiental, embora ainda dependam de avanços regulatórios para sua plena consolidação (Markets and Markets, 2022).

A produção de carne cultivada envolve diversas etapas complexas, que vão desde a seleção celular até o processamento final, conforme detalhado no quadro 1 a seguir:

Quadro 1: Processo de produção da carne cultivada

Etapas do Processo	Explicação
Seleção e Obtenção das Células	A produção de carne cultivada começa com a seleção de células, como células satélites ou células-tronco musculares, pela sua capacidade de proliferação e diferenciação (Stephens et al., 2018). A obtenção é feita por biópsia, reduzindo o sofrimento animal, ou por células-tronco pluripotentes induzidas (iPSCs), que oferecem uma fonte ilimitada de células musculares.
Proliferação Celular	As células são cultivadas em meio nutritivo com componentes essenciais (Specht et al., 2021). O desafio é substituir o soro fetal bovino por alternativas sustentáveis, como hidrolisados vegetais e proteínas recombinantes (Van der Valk et al., 2010).
Diferenciação Celular	Alcançada a densidade adequada, induz-se a diferenciação celular em mioblastos, que formam miotubos, base das fibras musculares (Kadim et al., 2015). Ajustes no meio de cultura e estímulos mecânicos, como o estiramento, melhoram a qualidade do produto (Mironov et al., 2003).
Escalonamento e Bioreatores	O cultivo em escala comercial exige bioreatores, que oferecem condições controladas para o crescimento celular em grande volume (Rischer et al., 2020), essenciais para a eficiência e redução de custos.
Processamento e Formulação	Após a diferenciação, a biomassa é enriquecida com gordura e micronutrientes para melhorar sabor e textura (Chriki; Hocquette, 2020). A bioimpressão 3D é explorada para replicar estruturas da carne convencional (Kang et al., 2016).

Fonte: Elaborada pelo autor com base em Stephens et al. (2018), Specht et al. (2021), Van der Valk et al. (2010), Kadim et al. (2015), Mironov et al. (2003), Rischer et al. (2020) e Chriki e Hocquette (2020).

Procedimentos metodológicos

Este estudo utiliza a revisão narrativa da literatura para analisar e discutir os impactos da carne cultivada nos âmbitos tecnológico, ambiental, social e econômico, além de elucidar seu processo produtivo. A abordagem foi escolhida por sua capacidade de fornecer uma análise ampla e reflexiva, adequada à natureza exploratória e interdisciplinar do tema (Torraco, 2016).

Para o aprofundamento do conhecimento sobre os impactos da carne cultivada, foram analisados 15 artigos publicados em periódicos revisados por pares nos últimos 10 anos disponíveis na base *Web of Science*. As referências contemplam estudos sobre a percepção do consumidor, como os de Bryant e Barnett (2019) Rozin et al. (2015); revisões científicas sobre os desafios e perspectivas do setor, a exemplo de Chriki e Hocquette (2020), Kadim et al. (2015); e avanços tecnológicos em biotecnologia e bioimpressão, conforme discutido por Kang et al. (2016). A análise também abrange os impactos ambientais da produção convencional e alternativas sustentáveis, conforme abordado por Steinfeld et al. (2006) e pela FAO (2020). Complementam-se os dados com informações de mercado e projeções globais apresentadas pelo Good Food Institute - GFI (2023), Specht et al. (2021), além de estudos específicos sobre o contexto brasileiro, como os de Porto e Berti (2022). Por fim, foram considerados trabalhos sobre segurança alimentar na produção de carne cultivada, como o de Zhang et al. (2019), bem como o potencial da biotecnologia industrial para alimentos, conforme analisado por Rischer et al. (2020).

Resultados

A seguir, observa-se o Quadro 2 que resume os principais impactos da carne cultivada nas dimensões econômica, ambiental e social, destacando benefícios e desafios.

Quadro 2: Resumo dos impactos

Categoria	Impactos
Economia	Gera empregos em biotecnologia e reduz importações, mas pode afetar produtores tradicionais e exige políticas de transição
Ambiental	Reduz emissões, uso de água e terras, mas requer atenção ao consumo de energia e insumos do cultivo
Social	A carne cultivada enfrenta barreiras culturais e éticas, e sua aceitação depende da confiança do consumidor e das questões sociais e morais.

Fonte: Elaborada com base em dados de Bryant e Barnett (2019), FAO (2020), Rozin et al. (2015), Good Food Institute (2023).

Em complemento, apresenta-se os principais desafios e oportunidades enfrentados para o desenvolvimento da produção de carne cultivada, conforme Quadro 3:

Quadro 3: Desafios e Oportunidades

Desafio	Significado	O que acontece?	Impactos Gerados
Custo	O alto custo de produção é um obstáculo à comercialização	Altos custos elevam o preço; otimização de nutrientes é necessária	Dificulta o acesso ao produto e impacta a aceitação.

Escalonamento	Transição de cultivo em pequena escala para produção em massa.	Exige controle e otimização para manter a qualidade	Pode variar a qualidade e afetar a confiança
Aceitação	A aceitação é crucial para o sucesso da carne cultivada	A opinião pública é influenciada por segurança, ética e informação.	Afeta vendas e viabilidade comercial.
Regulamentação	A regulamentação é crucial para a comercialização	A falta de normas claras gera incertezas e retarda o setor	Cria insegurança, dificultando investimentos e expansão

Fonte: Elaborada com base em dados de Good Food Institute (2023), Porto e Berti (2022), Markets and Markets (2022), Bryant e Barnett (2018), Bryant e Krelling (2020).

Considerações finais

A agricultura celular, impulsionada por avanços em engenharia de tecidos e nanotecnologia, torna a carne cultivada mais eficiente e sustentável, atendendo à demanda por alternativas à carne convencional e mitigando os impactos ambientais da pecuária (Porto; Berti, 2022). No Brasil, 76,5% dos consumidores demonstram interesse na carne cultivada (Bryant; Krelling, 2020). A produção, que utiliza técnicas como células-tronco e biorreatores, têm menor impacto ambiental (Porto; Berti, 2022). O país possui potencial, mas enfrenta desafios regulatórios que necessitam de um marco claro para incentivar investimentos (Porto; Berti, 2022). Como sugestão de pesquisas futuras, recomenda-se aprofundar estudos sobre a percepção do consumidor em diferentes contextos culturais, bem como sobre o marco regulatório necessário para consolidar a cadeia produtiva da carne cultivada no Brasil.

Referência ao fomento recebido

O projeto contou com fomento institucional do IFSC (03/2024/PROPPI/DAE), e bolsa aos estudantes pesquisadores.

Referências

- BRYANT, C.; BARNETT, J. Consumer acceptance of cultured meat: A systematic review. *Meat science*, v. 143, p. 8-17, 2018.
- CHRIKI, S.; HOCQUETTE, J. The myth of cultured meat: a review. *Frontiers in nutrition*, v. 7, p. 7, 2020.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of food and agriculture: innovation in food systems**. Rome: FAO, 2020.
- GOOD FOOD INSTITUTE. **The state of cultivated meat and seafood report**. Washington, D.C., 2023.

- KANG, D.-H.; LEE, H.-N.; LEE, H.-C.; et al. Principal protocols for the processing of cultured meat. **Journal of Animal Science and Technology**, v. 58, n. 1, p. 1–8, 2016.
- KADIM, I. T. et al. Carne cultivada a partir de células-tronco musculares: uma revisão dos desafios e perspectivas. **Jornal de Agricultura Integrativa**, v. 14, n. 2, p. 222-233, 2015.
- MARKETS AND MARKETS. **Cultured Meat Market Size**, Share and Forecast, 2034. 2022.
- MIRONOV, V. et al. Organ printing: tissue spheroids as building blocks. **Biomaterials**, v. 30, n. 12, p. 2164-2174, 2009.
- PORTO, L.; BERTI, F. **Carne Cultivada: Perspectivas e Oportunidades Para o Brasil**, The Good Food Institute Brasil, 2022.
- POST, Mark J. Cultured meat from stem cells: Challenges and prospects. **Meat science**, v. 92, n. 3, p. 297-301, 2012.
- RISCHER, H.; SZILVAY, G. R.; OKSMAN-CALDENTY, K. Cellular agriculture—industrial biotechnology for food and materials. **Current opinion in biotechnology**, v. 61, p. 128-134, 2020.
- ROZIN, Paul; CHAN, Candace; FISCHLER, Claude; IMADA, Sumio; SAROGLU, Vassilis. Moral and health concerns: cross-national comparisons of the impact of purity and danger on responses to food. **Appetite**, v. 85, p. 125–134, 2015.
- SPECHT, L.; et al. **State of the Industry Report: Cultivated meat and seafood**. Good Food Institute, 2021.
- STEPHENS, N.; DI SILVESTRE, S.; JAZZ, S.; SCHÄFER, M.; et al. Bringing cultured meat to market: Technical, socio-political, and regulatory challenges in cellular agriculture. **Trends in Food Science & Technology**, v. 78, p. 155–166, 2018.
- STEINFELD, Henning et al. A longa sombra da pecuária: questões ambientais e opções. **Food & Agriculture Org.**, 2006.
- TORRACO, R. J. Writing integrative literature reviews: Using the past and present to explore the future. **Human Resource Development Review**, v. 15, n. 4, p. 404-428, 2016.
- VAN DER VALK, Jan et al. Otimização de meios de cultura celular quimicamente definidos - substituindo o soro fetal bovino em métodos in vitro de mamíferos. **Toxicologia in vitro**, v. 24, n. 4, p. 1053-1063, 2010.
- ZHANG, J. et al. Food safety in cultured meat production: risks and opportunities. **Journal of Food Safety and Hygiene**, 2019.

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE APLICATIVOS MOBILE PARA O ENSINO INTRODUTÓRIO DE LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: A. STRALIOTI¹; S. AGUIAR²; R. SANTOS³.

EDITAL 01/2024/COPI/JGS – RAU
Projeto de Pesquisa

Resumo:

A presente pesquisa buscou avaliar aplicativos voltados para o ensino de conceitos básicos de lógica de programação, com foco no uso da linguagem C. A seleção foi feita na Google Play e foram selecionados três aplicativos: SoloLearn, Programming Hub e Programming Hero. Para avaliação foram aplicadas perguntas do método MoLEva considerando os critérios como aprendizagem, conteúdo, interatividade e usabilidade, também foram considerados conceitos essenciais de lógica de programação, como processamento de dados, estruturas condicionais e de repetição. O SoloLearn se destacou por disponibilizar conteúdo em português e explicações detalhadas nas respostas das atividades, embora a tradução do conteúdo seja realizada por IA. Já o Programming Hub apresentou vídeos explicativos no final dos módulos, mas com limitações de acesso ao conteúdo na versão gratuita e disponibilidade no idioma inglês. O Programming Hero trouxe desafios no final do módulo, mas também apresentou algumas limitações de acesso a conteúdos e idioma.

Palavras-chave: Ensino-aprendizagem; Lógica de programação; Aplicativos mobile; Linguagem C.

Introdução

Os softwares estão presentes em praticamente todos os aspectos da vida cotidiana, desde utensílios domésticos até atividades profissionais, abrangendo diversas áreas, como saúde, agricultura, transporte, segurança e educação. A partir do crescimento da digitalização nas atividades cotidianas, também cresce a demanda por profissionais qualificados para atuar na área de desenvolvimento de software, desta forma a lógica de programação torna-se uma competência fundamental.

¹ Estudante do curso técnico subsequente em Desenvolvimento de Sistema do IFSC Jaraguá do Sul - Rau, ana.c2002@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do curso técnico subsequente em Desenvolvimento de Sistema do IFSC Jaraguá do Sul - Rau, stephane.a@aluno.ifsc.edu.br.

³ Servidora lotada na Coordenadoria Curso Técnico de Desenvolvimento de Sistemas - Rau, raquel.nitsche@ifsc.edu.br.

De acordo com Ferreira *et al.* (2010), o ensino e a aprendizagem da lógica de programação frequentemente são considerados um desafio para os estudantes. Neste contexto, aplicações móveis, como as abordadas na presente pesquisa, podem ser utilizadas como complemento ao aprendizado.

Dentre as linguagens utilizadas no processo de ensino-aprendizagem de lógica de programação, destaca-se o uso da linguagem C, sendo utilizada em disciplinas de Introdução à Programação em diversas instituições, como no Curso Técnico em Desenvolvimento de Sistemas do IFSC, campus Rau. De acordo com índice TIOBE (2025), índice que representa a popularidade das linguagens de programação, em abril de 2025 a linguagem estava na terceira posição do ranking, o que indica que possui uma ampla adoção entre desenvolvedores de software.

Desta maneira, o objetivo da presente pesquisa é realizar um comparativo entre aplicativos voltados ao ensino de conceitos básicos de lógica de programação com ênfase no uso da linguagem C, evidenciando algumas das principais vantagens e limitações.

Fundamentação teórica

Aplicativos móveis têm sido utilizados no processo de ensino-aprendizado nas mais diferentes áreas, como alfabetização, odontologia, matemática e língua inglesa (Santos; Biama; Júnior, 2023) . Essas ferramentas também podem ser utilizadas como complemento ao ensino de lógica de programação. Dentre os conteúdos de lógica de programação, alguns são considerados fundamentais, como variáveis, constantes, comandos de entrada, processamento e saída de dados, além de estruturas condicionais e de repetição (Garlet *et al.* 2018).

Diante da abundância de aplicativos educacionais faz-se necessária sua avaliação, buscando identificar quais parecem mais adequados para cada área. Neste contexto o método MoLEva (Soad; Barbosa, 2017) pode ser utilizado, por ser especificamente voltado para análise da qualidade de aplicativos educacionais.

Procedimentos metodológicos

O serviço do Google Play foi utilizado para a busca dos aplicativos e a partir da palavra-chave “Lógica de Programação” foram encontrados 260 aplicativos. Para a

seleção foram excluídas aplicações que não correspondiam ao tema da pesquisa, como aplicativos de streaming e jogos sem contexto pedagógico ou sem fundamentação de lógica de programação, além de aplicativos com avaliação inferior a 4.6 estrelas. Além disso, estabeleceu-se que deveriam abordar o ensino utilizando a linguagem C. Dessa forma, apenas três aplicativos móveis atenderam ao tema central do estudo: SoloLearn, Programming Hub e Programming Hero.

Foram utilizadas perguntas do questionário MoLEva (Soad; Barbosa, 2017) para identificação e avaliação das vantagens e limitações dos aplicativos, sendo selecionadas as perguntas dos critérios Aprendizagem (eficácia do aplicativo em promover o aprendizado), Conteúdo (qualidade das informações fornecidas ao usuário), Interatividade (capacidade do aplicativo de envolver ativamente o usuário no processo de aprendizado) e, por fim, Usabilidade (facilidade com que os usuários conseguem interagir com o aplicativo).

Duas pesquisadoras, bolsistas do projeto, aplicaram o questionário de forma independente e posteriormente compararam os resultados. Os conflitos nos resultados foram solucionados por consenso entre as próprias pesquisadoras e a avaliação foi supervisionada pela coordenadora do projeto.

A avaliação contemplou a abordagem dos seguintes conceitos essenciais de lógica de programação: entrada, processamento e saída de dados, além do uso de variáveis, estruturas condicionais e estruturas de repetição.

Resultados e discussões

Os resultados da pesquisa apontam diferenças entre os aplicativos nos critérios avaliados, a seguir é apresentado um resumo da análise dos aplicativos selecionados, mostrando algumas das principais vantagens e limitações encontradas.

O Programming Hero se destacou por oferecer desafios no final do módulo que reforçam o aprendizado, ao mesmo tempo em que o SoloLearn adota uma abordagem mais envolvente, com sistema de pontuação (XP), desafios e suporte em português via inteligência artificial (IA).

O Programming Hub e o Programming Hero apresentaram falhas no nivelamento inicial, permitindo acesso precoce a conteúdos avançados ou aplicando testes apenas após o início de cursos específicos.

O destaque do Programming Hub foi ao oferecer ao final de cada módulo um vídeo com a retomada do conteúdo, servindo como reforço e visão geral sobre o conteúdo do módulo.

O Programming Hub mostrou-se limitado e por fornecer apenas feedbacks genéricos nas atividades, como "resposta correta" ou "resposta errada". Em contraste, o SoloLearn se destaca ao apresentar explicações detalhadas nas respostas das atividades, incluindo justificativas sobre motivo pelo qual determinada resposta foi considerada correta ou incorreta, no entanto limita a quantidade de acesso, permitindo a continuidade no acesso às explicações detalhadas mediante assinatura da versão paga.

O Programming Hub e Programming Hero impõem limitações no acesso aos módulos em suas versões gratuitas, como, por exemplo, bloqueando conteúdos enquanto o SoloLearn, se destaca nesse aspecto, mostrando-se mais livre de barreiras, oferecendo acesso contínuo ao conteúdo.

O SoloLearn mostrou-se limitado ao exibir frequentemente anúncios para adquirir a versão paga e a tradução do conteúdo para português é realizado via inteligência artificial, que pode gerar erros devido a geração automática de conteúdo.

Considerações finais

A presente pesquisa teve como objetivo realizar uma análise comparativa entre aplicativos móveis voltados ao ensino introdutório de lógica de programação com ênfase na linguagem C. A partir da aplicação de perguntas do método MoLEva, foi possível avaliar os aplicativos SoloLearn, Programming Hub e Programming Hero.

Os resultados indicam que, embora todos os aplicativos apresentem potencial como ferramentas complementares no processo de ensino-aprendizagem, há variações significativas quanto ao idioma e funcionalidades oferecidas. O SoloLearn destacou-se por possibilitar acesso a explicações detalhadas nas respostas das atividades e disponibilidade do conteúdo no idioma português, característica que amplia seu potencial de uso, especialmente por estudantes com baixa fluência em inglês. Além disso, apresenta menos restrições de acesso ao conteúdo em sua versão gratuita, o que possibilita acesso à maior parte do conteúdo disponível.

Em contrapartida, o Programming Hub e o Programming Hero demonstraram limitações mais acentuadas, como conteúdos bloqueados e não disponibilizam o

conteúdo em português, o que pode comprometer sua efetividade por permitir pouco acesso a conteúdos ou para estudantes não familiarizados com inglês.

Como trabalhos futuros, recomenda-se ampliar a análise para outros aplicativos e realizar investigações com a participação direta de estudantes, a fim de validar os achados a partir da experiência dos usuários finais. Além disso, como continuidade da presente pesquisa é possível propor o desenvolvimento de novas ferramentas que incluam as melhores características observadas nos aplicativos analisados.

Referência ao fomento recebido

Projeto com bolsa de pesquisa, aprovado pelo IFSC Câmpus Jaraguá do Sul - Rau.

Referências

FERREIRA, Cláudia; GONZAGA, Flávio; SANTOS, Rodrigo. Um Estudo sobre a Aprendizagem de Lógica de Programação Utilizando Programação por Demonstração. In: **WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (WEI)**, 18. , 2010, Belo Horizonte/MG. Anais. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2010. p. 981-990. ISSN 2595-6175.

GARLET, Daniela; BIGOLIN, Nara Martini; SILVEIRA, Sidnei Renato. Ensino de Programação de Computadores na Educação Básica: um estudo de caso. **Revista Eletrônica de Sistemas de Informação e Gestão Tecnológica**, v. 9, n. 2, 2018.

SANTOS, S. L. dos; BAIMA, G. M.; BOTTENTUIT JÚNIOR, J. B. . APLICATIVOS MÓVEIS PARA APRENDIZAGEM DE LÍNGUA INGLESA: BUSUU, DUOLINGO E MEMRISE. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, Boa Vista, v. 15, n. 45, p. 632–662, 2023. DOI: 10.5281/zenodo.8371380. Disponível em: <https://revista.ioles.com.br/boca/index.php/revista/article/view/2165>. Acesso em: 30 abr. 2025.

SOAD, Gustavo W.; BARBOSA, Ellen F.. MoLEva: Um Método de Avaliação de Qualidade para Aplicativos Educacionais Móveis. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE SOFTWARE (SBQS)**, 16. , 2017, Rio de Janeiro. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2017. p. 74-88. DOI: <https://doi.org/10.5753/sbqs.2017.15093>.

TIOBE Index for March 2025, **Tiobe**, 2025. Disponível em: <https://www.tiobe.com/tiobe-index/> >. Acesso em: 17/03/2025.

DESENVOLVIMENTO DE UM *KICKER* PARA ROBÔS DE FUTEBOL ACIONADO POR BOTÃO

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: A. SALM¹; V. F. DE BORBA²

PET Mecatrônica
Projeto de Pesquisa

Resumo:

A RoboCup é uma iniciativa científica internacional com o objetivo de promover a pesquisa em robótica e IA, oferecendo um desafio divertido e familiar ao público, como o futebol. Uma das maneiras eficazes de promover a pesquisa em ciência e engenharia é estabelecer uma meta desafiadora de longo prazo, com temas que conectem a universidade com a comunidade, de forma a atrair e instigar cada vez mais seu avanço. O presente trabalho apresenta o desenvolvimento e a análise de um solenóide eletromagnético projetado para atuar como um *Kicker* (dispositivo de chute) em robôs de futebol. O projeto foi dividido em duas etapas principais, a construção do pistão e o desenvolvimento do acionamento. A estrutura mecânica foi desenvolvida com base em pistões comerciais, utilizando ferramentas de modelagem 3D, como o *SolidWorks*, e prototipagem em PLA através de impressão 3D. A análise elétrica baseou-se nos conceitos de campo magnético e força eletromagnética, utilizando fio AWG 29 e otimizando o número de espiras para maximizar a força gerada. Para o acionamento, foi projetado um circuito elétrico com capacitor e transformador de tensão, permitindo uma saída de 220V a partir de uma entrada de 12V. Os resultados obtidos demonstraram eficiência, apesar do elevado tempo para carregamento do capacitor responsável por saturar o solenóide, e que o ajuste dos parâmetros elétricos e mecânicos é essencial para garantir a performance desejada do *Kicker* no robô.

Palavras-chave: *Kicker*; Solenóide; Robótica; Robôs de futebol; Circuito elétrico.

Introdução

A robótica com o uso de inteligência artificial (IA) tem importante papel colaborativo para o trabalho humano. Segundo Amaral e Gasparotto (2021), a utilização da robótica nas indústrias já é uma realidade por apresentar maior produtividade e diminuição de erros nos processos. Estes, dissertam ainda que robôs serão cada vez mais autônomos e especializados, não para substituir o trabalho humano, mas sim somar significativamente.

Uma forma de promover o desenvolvimento nessas áreas de robótica e IA é relacionando-as com temas populares, como o futebol. Conforme Kitano, Asada, Kuniyoshi,

¹ Estudante do curso de engenharia mecatrônica do IFSC / Florianópolis, amanda.hs26@aluno.ifsc.edu.br.

² Docente do curso de engenharia mecatrônica do IFSC / Florianópolis, vitor.borba@ifsc.edu.br.

Noda, Osawa e Matsubara (1997), a RoboCup é uma iniciativa científica internacional, que define metas ambiciosas. Seu objetivo final é desenvolver uma equipe de robôs capazes de derrotar os campeões humanos da Copa do Mundo de futebol até 2050.

Nesse contexto de competições de robótica de futebol de robôs, dispositivos como os *Kickers*, mecanismos de chute, desempenham papel crucial na eficiência do sistema. Como discutido por Ospina (2013), os solenóides eletromagnéticos têm se mostrado uma alternativa viável entre as soluções disponíveis para esse mecanismo, pois permitem a conversão de energia elétrica em movimento mecânico de forma rápida e eficaz.

Este trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de um solenóide eletromagnético aplicado a um *Kicker*, considerando tanto os aspectos mecânicos quanto os elétricos envolvidos. Realizado no âmbito do Programa de Educação Tutorial (PET) do IFSC - Campus Florianópolis, busca contribuir para o desenvolvimento de tecnologias aplicadas à robótica, propondo uma solução eficiente e de baixo custo para mecanismos de chute em robôs autônomos da equipe Cerberus.

Fundamentação teórica

A pesquisa baseia-se nos princípios físicos estabelecidos por Halliday, Resnick e Walker (2011), Tipler e Mosca (2007) e Sadiku (2009), que demonstram como a força (F) do solenóide pode ser otimizada através do aumento da constante de permeabilidade magnética do meio (μ), do número de espiras (N) e da corrente elétrica (i), apresentadas na Equação 1:

$$F = \mu \cdot N \cdot i^2 \quad (\text{Equação 1})$$

Para o acionamento do robô, utiliza-se uma bateria de 12V CC como fonte primária de alimentação. Entretanto, considerando a natureza indutiva da carga, tornou-se necessária a implementação de um sistema eficiente de elevação de tensão que evitasse a demanda por correntes excessivas. Assim, com base nos trabalhos de Ospina (2013), adotou-se a solução baseada em um circuito conversor CC-CA acoplado a um transformador elevador e depois retificado para converter em CC novamente. A configuração escolhida emprega um transformador convencional com razão de transformação de 12V para 220V, selecionado devido às suas comprovadas características de confiabilidade operacional e capacidade de

fornecer isolamento galvânico. O processo de conversão é realizado por um circuito oscilatório construído em torno do CI 555.

Procedimentos metodológicos

Considerando as restrições de espaço do robô, foi realizada a construção prática do solenóide com base nas orientações técnicas de Braga (s.d.), otimizando a bitola do fio e o número de espiras possíveis. Esses parâmetros foram definidos de modo a garantir um campo magnético intenso e estável, fundamental para o funcionamento eficaz do mecanismo de chute. Após isso, foi feita a impressão 3D do solenóide e enrolado o fio AWG 29 com auxílio de uma bobinadeira, que foi desenvolvida para auxiliar esse projeto.

Para o acionamento do sistema, foi desenvolvido um circuito oscilador utilizando o circuito integrado 555, conforme detalhado por Braga (s.d.), operando como um gerador de pulsos para controle da carga e descarga do capacitor responsável pela saturação do solenóide. Essa abordagem permitiu testar de forma prática a eficiência do sistema de disparo, antes de sua integração definitiva ao robô. Simulações foram realizadas no *Proteus* e no *KiCad*. Para validação prática, foi construída uma montagem de testes em bancada com montagem “aranha” e utilizado um botão para facilitar o acionamento manual do sistema. O circuito foi alimentado por um transformador de 12V, elevando a tensão a aproximadamente 220V para carregar um capacitor de 470 μ F (450V), conectado ao solenóide. Essa configuração foi empregada exclusivamente para validar o funcionamento do mecanismo em ambiente controlado.

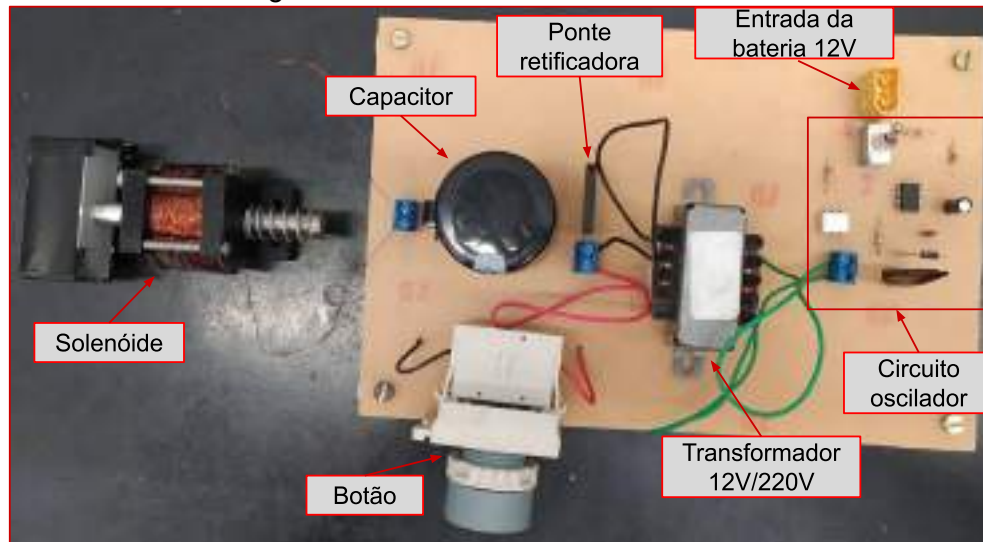
A implementação prática foi realizada no PET - Mecatrônica, envolvendo a equipe Cerberus em um projeto multidisciplinar com participação de discentes e docentes. Além de atender aos requisitos técnicos da competição RoboCup SSL 2024, realizada em Goiânia – GO. A metodologia adotada contemplou simulações e testes práticos.

Resultados e discussões

A validação prática e teórica do sistema evidenciou como as decisões de projeto, como o tipo de fio (AWG 29), número de espiras (cerca de 1700), e dimensões da bobina (20 mm de comprimento, 12 mm de diâmetro interno e 35 mm de externo), influenciam diretamente na geração de força do solenóide. No entanto, pelo curto tempo disponível, não foi

possível realizar medições precisas nem uma validação teórica completa da força eletromagnética, sendo essa avaliação conduzida de forma predominantemente empírica. O dispositivo, apresentado na Figura 1, demonstrou ser capaz de exercer força suficiente para acionar o mecanismo.

Figura 1 – Sistema do *Kicker* finalizado



Fonte: elaborado pela autora (2024).

No circuito, a combinação do transformador e capacitor foi eficaz no fornecimento da energia necessária, embora tenha se observado um tempo de recarga elevado, superior a dois minutos. Esse tempo limita a aplicabilidade em jogos reais, mas foi suficiente para os testes iniciais de funcionamento. As simulações apresentaram resultados compatíveis com a prática, validando o circuito.

O uso do botão permitiu acionar o circuito de forma simplificada, mas é necessário desenvolver uma solução de acionamento autônomo via microcontrolador para integração definitiva ao robô. A prototipagem permitiu avaliar limitações e validar conceitos.

Considerações finais

O projeto do *Kicker* cumpriu seus objetivos de validar um circuito de acionamento funcional e dimensionar corretamente o solenóide para aplicação em robótica de competição. No entanto, melhorias são necessárias para torná-lo aplicável em partidas reais. Dentre as quais estão: reduzir o tempo de recarga do capacitor, compactar o circuito para facilitar sua instalação no robô e substituir o transformador por um modelo mais

eficiente. O uso de um transformador toroidal de alta frequência e um oscilador como o SG3524, com topologia flyback, é uma alternativa viável.

A experiência reforça a importância da interdisciplinaridade entre teoria e prática na engenharia, destacando o valor das simulações, prototipagem e testes em bancada para validar e aprimorar soluções técnicas.

Referência ao fomento recebido

O desenvolvimento deste trabalho foi viabilizado pelo Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), através do Programa de Educação Tutorial (PET), que forneceu infraestrutura laboratorial e materiais para prototipagem.

Referências

BRAGA, NEWTON C. O circuito integrado 555 (ART011). Disponível em: <https://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/592-o-circuito-integrado-555-art011>. Acesso em: 8 jan. 2025.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de Física - Volume 3: Eletromagnetismo. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

KITANO, Hiroaki; ASADA, Minoru; KUNYOSHI, Yasuo; NODA, Itsuki; OSAWA, Eiichi; MATSUBARA, Hitoshi. RoboCup: Um problema desafiador para IA. Revista AI, [S. l.], v. 1, pág. 73, 1997. DOI: 10.1609/aimag.v18i1.1276. Disponível em: <https://ojs.aaai.org/aimagazine/index.php/aimagazine/article/view/1276>. Acesso em: 18 abr. 2025.

OSPINA, MARÍA PAULA QUINTERO. Diseño y Construcción del Circuito Disparador o "Kicker" de un Robot Futbolero. 2013. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Eletrônica) – Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ingeniería, Bogotá, 2013. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/71419339.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2025.

SADIKU, M. N. O. Elements of electromagnetics. 5. ed. Oxford: Oxford University Press, 2009.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. Física para Cientistas e Engenheiros - Volume 2: Eletromagnetismo, Óptica e Física Moderna. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

BROWNIE ADICIONADO DE FRUTAS PARA AUMENTO DE TEOR DE FIBRAS E VITAMINAS

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: N. CHIAMOLERA¹; K. DEMARCO¹; B. GIACOMELI¹; G. BORGES¹; C. FOLLE¹; E. MICHIELIN²

Projeto de Pesquisa

Resumo: O projeto tem como objetivo o desenvolvimento de um brownie funcional, enriquecido com fibras e vitaminas, visando atender à crescente demanda por alimentos saudáveis, unindo sabor e saúde e promovendo bem-estar físico, especialmente entre jovens e adolescentes. O objetivo será alcançado ao adicionar frutas como acerola, rica em vitamina C, e abacate, fonte de fibras. A farinha obtida do caroço de abacate é utilizada como substituta parcial da farinha de trigo, contribuindo para o aumento do teor de fibras do produto. São diversos os estudos que comprovam os benefícios das fibras e vitaminas, como prevenção de doenças cardiovasculares e fortalecimento do sistema imune. Entretanto, dados do IBGE e da OMS mostram que a ingestão de fibras por adolescentes brasileiros está abaixo do recomendado. Ademais, pesquisas anteriores validam a viabilidade sensorial de incluir ingredientes como polpa e farinha de frutas em produtos de panificação. Foram elaboradas três formulações de brownie, variando a quantidade de farinha de caroço e polpa de abacate, com adição fixa de acerola. Foram conduzidas análises sensoriais com julgadores não treinados e avaliações físico-químicas. Os resultados preliminares indicam que a adição da polpa de abacate compensa as alterações sensoriais causadas pela farinha de caroço de abacate, já a adição de acerola contribui com sabor ácido sem comprometer a aceitação. Conclui-se que o brownie funcional tem potencial para ser uma opção saudável e saborosa para jovens.

Palavras-chave: Acerola; Abacate; Qualidade de vida; Micronutrientes; Saudabilidade.

Introdução

De acordo com a Confederação Nacional de Dirigentes Lojistas (CNDL, 2021), após a pandemia de Covid-19, os brasileiros têm demonstrado um interesse crescente por produtos mais naturais e saudáveis. Alimentos com alto teor de proteínas e fibras e baixo teor de açúcares estão entre os mais procurados, porém, para a promoção de uma alimentação saudável, é necessário também o consumo de alimentos que apresentam micronutrientes necessários para o corpo humano, como as vitaminas.

¹ Estudante do curso Técnico em Alimentos Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Santa Catarina, nathaliachiamolera@gmail.com

² Docente do curso Técnico em Alimentos Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Santa Catarina, eliane.michielin@ifsc.edu.br

O brownie também está cada vez mais em alta, especialmente entre os jovens, em função de sua textura única e sabor que supera o bolo de chocolate comum, sendo, assim, uma boa opção para promoção de uma alimentação mais equilibrada, porém sem perder o atributo do sabor. Desta forma, o presente projeto visa a criação de um brownie rico em fibras e vitaminas, a fim de promover uma maior qualidade de vida de jovens e adolescentes, especialmente na dimensão do bem estar físico.

São diversos os benefícios trazidos à saúde humana pelas fibras e vitaminas, sendo que a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2003), recomenda o consumo de 25g diárias de fibras e o Conselho Federal de Farmácia (CFF, 2020), recomenda o consumo diário de 75mg, para homens entre 14 e 18 anos, e 65 mg, para mulheres entre 14 e 18 anos, de ácido ascórbico (vitamina C).

O uso de frutas, além de aumentar o teor de fibras do brownie, é também essencial para elevar o teor de micronutrientes, como as vitaminas. A adição de acerola se destaca nesse contexto por ser uma excelente fonte de ácido ascórbico, a vitamina C (Caetano, Daiuto e Vieites, 2012). O abacate, por sua vez, é essencial no aumento do teor de fibras. Além disso, há a possibilidade de substituir parte da farinha de trigo pela farinha obtida de seu caroço, que também é rica em fibras alimentares (Freitas *et al.*, 2021).

Fundamentação teórica

Conforme o CNDL, após a pandemia, cada vez mais pessoas vêm procurando uma alimentação saudável, que fortaleça o organismo e que ajude a prevenir doenças. Desta forma, a melhoria do brownie, utilizando frutas, é promissora tendo em vista o aumento de fibras e vitaminas. Reis Filho *et al.* (2018), analisaram a melhoria nutricional do brownie utilizando farinha de pequi, assim como Borges *et al.* (2024), utilizaram o baru como forma de melhorar nutricionalmente o brownie, assim comprovando a possibilidade do melhoramento nutricional do brownie a partir de frutas.

São diversos os benefícios da ingestão de fibras alimentares, entre eles, a diminuição do risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares (Threapleton *et al.*, 2013). A ingestão diária recomendada de fibras alimentares é de 25g (OMS, 2023), porém, de acordo com o IBGE (2011), os adolescentes brasileiros consomem apenas 20g de fibras diariamente. De acordo com o CFF (2020), o ácido ascórbico é essencial para a reparação dos tecidos e desempenha papel importante na resistência a infecções e na absorção de ferro. O CFF (2020) também recomenda o consumo diário de 75mg,

para homens entre 14 e 18 anos, e 65 mg, para mulheres entre 14 e 18 anos, de ácido ascórbico.

O abacate se encontra dentre as frutas com maiores teores de fibras encontradas em nosso país. Daiuto *et al.* (2014), verificaram que os maiores teores de fibras se encontram na polpa do abacate, porém seu caroço também possui quantidades significativas de fibras. Da Silva *et al.* (2019) e Freitas *et al.* (2021), comprovaram a viabilidade sensorial e físico-química do uso da farinha de caroço de abacate em receitas, ao utilizá-la na produção de cookies e bolo, respectivamente.

A acerola destaca-se por seu potencial para industrialização, tendo em vista seu sabor e textura agradáveis. Caetano e Daiuto (2012), encontraram que os teores de ácido ascórbico (vitamina C) foram iguais tanto para o suco quanto para a polpa da acerola, sendo 1054 mg/100 mL. Assim, a adição de acerola ao brownie representa uma excelente estratégia para enriquecer o produto, sem comprometer sua aceitação sensorial.

Procedimentos metodológicos

Os ingredientes utilizados na elaboração dos testes preliminares de brownie foram: ovos, farinha de trigo, farinha de caroço de abacate, cacau em pó 70%, chocolate nobre meio amargo, açúcar, manteiga, sal, polpa de abacate e acerola. Todos os ingredientes foram adquiridos em mercados do município de Xanxerê.

Para a obtenção da farinha do caroço do abacate, foi separado o caroço da polpa, o qual foi sanitizado, seco (temperatura ambiente) e posteriormente descascado. O caroço foi, então, ralado e levado ao forno a 180°C por 40 minutos. Após, o caroço ralado e seco foi levado ao liquidificador até se transformar em farinha e peneirado. Foram utilizados, em média, 6 caroços de abacate para obtenção de 150g de farinha. As acerolas foram higienizadas, descaroçadas e refrigeradas até o momento de uso.

Com base no estudo desenvolvido por Da Silva *et al.* (2019), que investigaram a adição de farinha de caroço de abacate em biscoitos tipo cookie, neste trabalho foram elaboradas três formulações de brownie, nas quais 5%, 10% e 20% da farinha de trigo foram substituídos por farinha de caroço de abacate. Quanto à adição da polpa de abacate, foram adicionados 100g, 200g e 300g de polpa de abacate, correspondendo a 10%, 20% e 30% da receita. Quanto às acerolas, foi utilizado um valor fixo de 30g, equivalente a 3% da receita.

Na análise sensorial serão avaliados quatro atributos, além da aceitação global do

produto: aparência, aroma, textura e sabor, utilizando-se de uma escala hedônica de 7 pontos (sendo: 1 Desgostei muitíssimo e 7 Gostei muitíssimo). As diferentes formulações de brownie serão submetidas à avaliação com julgadores não treinados. Os dados serão submetidos à análise de variância (ANOVA), ao nível de 5 % de significância.

A caracterização físico química referente à fibras e vitaminas será realizada a partir de tabelas de comparação entre 100g de brownie comum e 100g da formulação mais bem avaliada durante a análise sensorial.

Resultados e discussões

Na realização de testes preliminares percebeu-se que ao substituir parcialmente a farinha de trigo pela farinha de caroço do abacate, ocorreu uma leve mudança na textura do brownie, apresentando-se mais seco ou crocante do que o habitual para este tipo de produto, assim como um leve amargor ao final da saborização. Após a adição da polpa do abacate, o brownie atingiu textura adequada, mais macia, assim como o amargor foi reduzido. A adição das acerolas não afetou a textura final do brownie, mas adicionou um gosto levemente ácido.

Espera-se que a formulação 3, contendo a maior quantidade de farinha de caroço de abacate (20%) seja a formulação com maior teor de fibras e vitaminas, e que a formulação 1, a com menor quantidade de farinha de caroço de abacate (5%) seja a formulação com menor teor de fibras e vitaminas. Presume-se que todas as formulações terão bons resultados na análise sensorial, tendo em vista a popularidade do brownie.

Considerações finais

O presente projeto objetivou a produção de um brownie nutricionalmente melhorado, sendo utilizados frutas como o abacate e acerola para aumento do teor de fibras e vitaminas. Este é um projeto ainda em andamento, desta forma, os resultados obtidos são preliminares. Os resultados finais deste projeto podem ajudar no desenvolvimento de novas opções saudáveis e saborosas, acompanhando, assim, a tendência por uma alimentação mais saudável.

Para a produção deste brownie foram utilizados conhecimento de diversas áreas do curso técnico em alimentos, como a bioquímica e a tecnologia de produtos de origem vegetal, assim concretizando a indissociabilidade do ensino e pesquisa. Ademais a extensão se realiza ao publicar o projeto final na biblioteca do IFSC. Projetos futuros

podem avaliar a adição de outras frutas, além de realizar a caracterização físico química mais completa, com análise de teor de fibras, por exemplo.

Referências

BORGES, M.O; et al. Baru (*Dipteryx alata* Vog.) agro-industrial by-products as a nutritive and healthy ingredient in brownie formulation. *Ciência Rural*, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20230609>. Acesso em: 08 abr. 2025.

CAETANO, P. K.; DAIUTO, É. R.; VIEITES, R. L. Característica físico-química e sensorial de geleia elaborada com polpa e suco de acerola. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 15, n. 3, p. 191–197, 26 jun. 2012.

Conselho Federal de Farmácia (CFF). (2020). *Cartilha de Vitaminas e Minerais: uso racional de suplementos alimentares*. Brasília: Conselho Federal de Farmácia. [Informações sobre a recomendação diária de vitamina C (ácido ascórbico).]

DAIUTO, É. R; et al. Composição Química e Atividade Antioxidante da polpa e resíduos de abacate 'hass'. *Revista brasileira de fruticultura*, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-2945-102/13>. Acesso em: 08 abr. 2025

DA SILVA, I. G.; et al. Elaboração e análise sensorial de biscoito tipo cookie feito a partir da farinha do caroço de abacate. *Brazilian Journal of Food Technology*. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.20918>. Acesso em: 15 abr. 2025

FREITAS, L.S; et al.Obtenção e caracterização físico-química de farinha do caroço de abacate para adição em bolos. *Cadernos UniFOA*, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.47385/cadunifoa.v16i45.3346>. Acesso em: 08 abr. 2025

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

Organização Mundial da Saúde (OMS). (2003). *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: Report of a joint WHO/FAO expert consultation*. WHO Technical Report Series, 916. Genebra: Organização Mundial da Saúde. [Recomendações sobre ingestão de fibras alimentares.]

PEREGRINO, F. Busca por alimentos saudáveis é impulsionada pela pandemia. Disponível em: <https://cndl.org.br/varejosa/busca-por-alimentos-saudaveis-e-impulsionada-pela-pandemia/>. Acesso em: 08 abr. 2025

REIS FILHO, Jadas et al . Melhoria do valor nutricional do brownie utilizando farinha do mesocarpo externo do pequi (*Caryocar brasiliense* camb). **Motri.**, Ribeira de Pena , v. 14, n. 1, p. 196-204, maio 2018 .

Threapleton DE; et al. Dietary fibre intake and risk of cardiovascular disease: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2013; 347:f6879.

Avaliação da Precisão nas Medições de Corrente de um Alicate Amperímetro e de um Wattímetro quando Comparado à um Multímetro, para Diferentes Equipamentos Elétricos, tais como Lâmpada LED, Lâmpada Halógena, Fogão Elétrico e Torneira Elétrica.

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: Hoffmann, A. R.¹; SILVA, C. P.².

¹ Estudante do curso de Engenharia Civil, 1º semestre, Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus São Carlos, São Carlos, SC, Brasil. E-mail: alexandre.rh2007@aluno.ifsc.edu.br.

² Bacharel, Mestre e Doutor em Engenharia Elétrica, Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus São Carlos, São Carlos, SC, Brasil. E-mail: cleomar.silva@ifsc.edu.br. Orientador e coordenador do projeto.

Edital de fomento do trabalho PROPPi 03/23
Projeto de Pesquisa

Resumo:

O Alicate Amperímetro é muito utilizado por muitos profissionais da eletricidade para avaliar o consumo de corrente por equipamentos elétricos numa residência por ser um método muito simples de ser empregado, pois não exige que o condutor seja seccionado para efetuar a medição de corrente. Porém, o método de medição indireto empregado pelo Alicate Amperímetro pode apresentar problemas de precisão, não sendo adequado para avaliar o consumo de determinados equipamentos. O Wattímetro emprega o mesmo método indireto de medição de corrente, que também não precisa seccionar o condutor para realizar a medida de corrente. O princípio de medição é o princípio de funcionamento do transformador, porém o Wattímetro apresenta um grande número de espiras no secundário, o que pode levar a uma melhor precisão. Assim, neste trabalho estaríamos avaliando para quais equipamentos elétricos o Alicate Amperímetro e o Wattímetro são adequados, gerando conhecimento que poderá ser divulgado nos cursos de eletricidade.

Palavras-chave: Alicate Amperímetro; Wattímetro; Multímetro; Medição de Corrente.

Introdução

A introdução do projeto aborda a importância e relevância do uso de alicates amperímetros e wattímetros na avaliação do consumo de corrente em equipamentos elétricos, contextualizando a situação-problema relacionada à precisão desses instrumentos em comparação com o método direto de medição com amperímetros. O

¹ Estudante do curso de Engenharia Civil, 1º semestre, Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus São Carlos, São Carlos, SC, Brasil. E-mail: alexandre.rh2007@aluno.ifsc.edu.br.

² Bacharel, Mestre e Doutor em Engenharia Elétrica, Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus São Carlos, São Carlos, SC, Brasil. E-mail: cleomar.silva@ifsc.edu.br. Orientador e coordenador do projeto.

projeto visa avaliar para quais equipamentos elétricos o alicate amperímetro e o wattímetro são adequados, buscando gerar conhecimento para os cursos de eletricidade do IFSC Campus São Carlos. A indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão é caracterizada pela incorporação do conhecimento produzido nas aulas de Eletricidade Básica dos cursos do IFSC Campus São Carlos, além de alcançar os Cursos FIC de Eletricista, formando profissionais mais conscientes das limitações de cada aparelho de medição.

Fundamentação teórica

Os conceitos tecnológicos/científicos empregados são os de medição direta de corrente por Amperímetro que encontra-se dentro do Multímetro, e o conceito de medição indireta de corrente pelo princípio do transformador tal como o empregado no Alicate Amperímetro e no Wattímetro. O amperímetro é um instrumento utilizado para fazer a medição (obter a medida) da intensidade no fluxo da corrente elétrica que passa através da seção transversal de um condutor (BIRD et al, 2013). A unidade usada é o ampere, em homenagem ao físico e matemático francês André-Marie Ampère. Como a corrente elétrica passa através dos condutores e dispositivos ligados a eles, para aferir a corrente que passa por alguma região de algum circuito, deve-se colocar o amperímetro em série com esta, sendo necessário abrir o circuito no local da medição (BIRD et al, 2013). Por isso, para as medições serem precisas, é necessário que o amperímetro tenha uma resistência interna muito pequena comparada à do circuito (BIRD et al, 2013). Os amperímetros podem medir correntes contínuas ou alternadas. Dependendo da qualidade do aparelho, pode possuir várias escalas que permitem seu ajuste para obter valores com a máxima precisão possível. Já o Alicate Amperímetro e o Wattímetro medem corrente de forma indireta através do princípio de funcionamento do transformador. O transformador possui uma bobina no primário e uma bobina no secundário. O acoplamento e a transferência de energia entre o primário e o secundário é feito através de um campo eletromagnético. Este campo eletromagnético é conduzido através do núcleo composto por elemento ferromagnético. No caso de equipamentos de medição de corrente elétrica que usam este princípio, a bobina do primário é simplesmente o condutor no qual deseja-se medir a corrente. No Alicate Amperímetro, o elemento ferromagnético é composto por uma garra que abre e permite a inserção do condutor a ser medido no seu

interior. A bobina do secundário fica no interior do equipamento e é composta por diversas espiras de fio muito fino. O campo eletromagnético gerado pelo condutor que pretende-se medir é conduzido pelo elemento ferromagnético fazendo-o passar pelo interior da bobina do secundário. No secundário são induzidas tensões e correntes que são medidas e através de uma calibração, consegue-se estimar o valor da corrente no condutor externo sem precisar seccioná-lo. Esta é a grande vantagem da medição de corrente com Alicate Amperímetro. O Wattímetro apresenta o mesmo princípio para medir corrente, porém com um grande número de espiras no secundário para aumentar a precisão. O Alicate Amperímetro é muito utilizado por profissionais da eletricidade para a medição de corrente de equipamentos elétricos, justamente por conta desta vantagem de não precisar seccionar o condutor no qual deseja-se medir a corrente. Porém, apresenta problemas de precisão para alguns equipamentos elétricos.

Procedimentos metodológicos

Inicialmente será necessário ensinar os conceitos básicos de eletricidade, tais como tensão, corrente, resistência e potência para o aluno bolsista. Paralelamente a isto, será feita uma busca por equipamentos necessários ao desenvolvimento do projeto, tanto equipamentos de consumo, quanto equipamentos de medição. Posteriormente passaremos para etapa de planejamento dos experimentos que serão utilizados para comparar as medidas feitas pelo Multímetro com as medições feitas pelo Alicate Amperímetro e pelo Wattímetro. Entre os equipamentos de medição necessários, teremos o Alicate Amperímetro, o Wattímetro e o Multímetro. Entre os equipamentos de consumo necessários, teremos uma torneira elétrica, fogão elétrico de resistência, Lâmpadas LED e Lâmpadas halógenas. Ao final, será feita uma avaliação de quais cargas tem sua corrente adequadamente representadas pelo Alicate Amperímetro e pelo Wattímetro. Estes conhecimentos serão sistematizados para serem incorporados aos diversos cursos de Eletricidade Básica do IFSC Campus São Carlos.

Resultados e discussões

O Wattímetro é o equipamento comentado no título deste projeto de pesquisa. O Multímetro emprega o método direto de medição, tende a apresentar um resultado mais

preciso e será utilizado como parâmetro para nossas comparações. Será chamado de Alicate Projeto ao Alicate Amperímetro adquirido com recursos deste Projeto de Pesquisa. Alicate Eletricista ao Alicate Amperímetro utilizado no Câmpus São Carlos do IFSC pelo Eletricista Terceirizado responsável pela manutenção elétrica do Câmpus. Alicate Wattímetro que é um equipamento que se encontrava disponível no Laboratório de Instalações Elétricas e que internamente possui diversas funções, sendo que uma delas é a de funcionar como um Alicate Amperímetro. A Tabela 01 apresenta os resultados de medidas elétricas de corrente para Lâmpadas LED (4 W, 9 W e 15 W). A Tabela 02 apresenta os resultados de medidas elétricas de corrente para Lâmpadas Incandescente (40 W) e Halógenas (70 W e 100 W). A Tabela 03 apresenta resultados de medidas elétricas de corrente para Fogão Elétrico de Resistência (1000W e 2000 W) e Torneira Elétrica (5500 W).

Tabela 01 - Resultados de Medidas Elétricas para Lâmpadas LED (4 W, 9 W e 15 W).

Equipamento	4 W	9 W	15 W
Wattímetro	0,02 A	0,06 A	0,08 A
Multímetro	0,027A	0,057A	0,084A
Alicate Projeto	0,00 A	0,03 A	0,05 A
Alicate Eletricista	0,0 A	0,0 A	0,0 A
Alicate Wattímetro	0,0 A	0,0 A	0,0A/0,1A

Fonte: Própria do autor.

Tabela 02 - Resultados de Medidas Elétricas para Lâmpadas Incandescente (40 W) e Halógenas (70 W e 100 W).

Equipamento	40 W	70 W	100 W
Wattímetro	0,18 A	0,33 A	0,48 A
Multímetro	0,180A	0,328A	0,468A
Alicate Projeto	0,14 A	0,29 A	0,43 A
Alicate Eletricista	0,0A/0,1A	0,2 A	0,2A/0,3A
Alicate Wattímetro	0,1 A	0,2 A	0,3A/0,4A

Fonte: Própria do autor.

Tabela 03 - Resultados de Medidas Elétricas para Fogão Elétrico de Resistência (1000 W e 2000 W) e Torneira Elétrica (5500 W).

Equipamento	1000 W	2000 W	5500 W
Wattímetro	4,53 A	9,02 A	23,99 A
Multímetro	4,440A	--	--
Alicate Projeto	4,43 A	8,79 A	23,52 A
Alicate Eletricista	3,8 A	8,0 A	21,7 A
Alicate Wattímetro	4,4 A	8,8 A	23,6 A

Fonte: Própria do autor.

Retomando a avaliação de quais equipamentos, Wattímetro ou Alicate Amperímetro, apresentam medidas corretas de corrente. Conseguimos comparar com o Multímetro até sua escala de 10 A. Observou-se que o Wattímetro sempre apresentou valores próximos de corrente, mesmo para cargas com potência muito baixas, mantendo-se para as maiores cargas. Já os três equipamentos que representam Alicate Amperímetro, que são os equipamentos Alicate Projeto, Alicate Eletricista e Alicate Wattímetro, apresentam valores completamente errados de correntes para cargas de baixas potências, chegando inclusive a não apresentar valor algum como medida. Mas para cargas maiores, passam a se comportar de forma semelhante ao Wattímetro, apresentando medidas corretas.

Considerações finais

Foram realizadas medidas práticas de corrente com diversos equipamentos, possibilitando verificar que o Alicate Amperímetro não apresenta exatidão nos valores medidos para cargas de baixa potência, indicando, inclusive, valores nulos de corrente, mesmo quando existe circulação de corrente, constatada através de Multímetro. Ao contrário, verificou-se que o Wattímetro apresenta boa precisão até mesmo para a menor carga medida e se mantém com medidas adequadas para cargas de potências elevadas.

Referência ao fomento recebido

Agradecemos ao fomento fornecido pelo IFSC Câmpus São Carlos, através do edital EDITAL 03/2023/DG/SCL-DP Programa de Apoio ao Desenvolvimento de Projetos de Pesquisa com Finalidade Didático-Pedagógica em Cursos Regulares no Câmpus São Carlos – SC.

Referências

BIRD, John; QUEIROZ, Luiz Claudio de; BARROSO, Jorge Luiz. *Circuitos Elétricos: Teoria e Tecnologia*. Elsevier, 2013. ISBN 9788535227710.

CAVALIN, Geraldo. *Instalações elétricas prediais: conforme norma NBR 5410: 2004*. São Paulo: Érica, 2014. ISBN 9788571945418.

CERVERLIN, Severino; CAVALIN, Geraldo. *Instalações elétricas prediais: teoria e prática*. Curitiba: Base Editorial, 2012. ISBN 9788579055454.

Geração de um modelo tridimensional de coluna vertebral a partir de tomografia computadorizada.

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: A. NOGUERIA¹; J. COSTA²; M. SAVI³; M. ANDRADE⁴.

Resumo:

A medicina moderna tem incorporado biomodelos 3D para otimizar procedimentos cirúrgicos complexos, como os da coluna vertebral. Este estudo descreve o processo de desenvolvimento de um biomodelo, desde a solicitação e recebimento das imagens médicas até a impressão tridimensional. O método utilizou técnicas de segmentação digital em softwares especializados (3D Slicer e Meshmixer) para isolar estruturas ósseas, utilizando filamento ABS.

Os resultados comprovaram a capacidade dos modelos 3D em reproduzir a anatomia da coluna vertebral de maneira satisfatória, proporcionando aos cirurgiões uma ferramenta tátil que melhora significativamente a compreensão das particularidades anatômicas de cada paciente. A utilização desse biomodelo demonstrou potencial para reduzir o tempo cirúrgico e minimizar riscos operatórios. Além das aplicações cirúrgicas, esta tecnologia se mostra promissora para o treinamento médico e educação em saúde.

Palavras-chave: Impressão 3D; Coluna Vertebral; Tomografia Computadorizada; Operação Cirúrgica.

Introdução

A medicina atual tem gerado cada vez mais avanços tecnológicos para aprimorar procedimentos cirúrgicos complexos, como os de coluna vertebral. Dentre essas inovações, destacam-se os biomodelos anatômicos impressos em 3D, que permitem a reprodução da anatomia do paciente a partir de imagens de tomografia computadorizada (TC). Esses biomodelos oferecem uma representação tátil e personalizada, facilitando o planejamento e processo cirúrgico, identificando possíveis dificuldades e a redução de riscos intraoperatórios. Além disso, sua utilização pode se estender ao treinamento médico e à educação em saúde. No entanto, sua eficácia ainda depende de fatores como a qualidade das imagens fornecidas e a precisão na confecção da peça. Este trabalho visa descrever o desenvolvimento de um biomodelo 3D, desde a solicitação do hospital

¹ Estudante do curso CST Radiologia do IFSC Câmpus Florianópolis, ana.pn30@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do curso Eng. Mecatrônica do IFSC Câmpus Florianópolis, jaqueline.tc06@aluno.ifsc.edu.br.

³ Docente [DAS / Radiologia] do IFSC Câmpus Florianópolis, matheus.savi@ifsc.edu.br.

⁴ Docente [DAS / Radiologia] do IFSC Câmpus Florianópolis, marco.bertoncini@ifsc.edu.br.

até a impressão final, destacando os benefícios e limitações na utilização em procedimentos cirúrgicos.

Fundamentação teórica

De acordo com Rengier *et al.* (2010), a impressão 3D de biomodelos a partir de dados de imagem tem se mostrado uma ferramenta valiosa no planejamento cirúrgico, permitindo uma melhor visualização de estruturas anatômicas complexas e contribuindo para maior precisão em procedimentos médicos. Os biomodelos impressos em 3D para planejamento cirúrgico são uma inovação que tem ganhado destaque dentro da medicina nos últimos anos, especialmente em procedimentos cirúrgicos complexos (como de coluna vertebral). Esses modelos anatômicos, criados a partir de imagens da tomografia computadorizada realizada do paciente, permitem que a equipe cirúrgica visualize e manipule a anatomia “real” antes mesmo de entrar na sala de operações.

O processo de fabricação de um biomodelo impresso em 3D começa com a obtenção de imagens do paciente, geralmente por meio da tomografia computadorizada, salvas no formato DICOM. Essas imagens são então processadas em softwares especializados, como o 3D Slicer, que convertem os dados em um modelo 3D digital. Após esta etapa, as estruturas de interesse são isoladas e refinadas garantindo a precisão do modelo. Normalmente, o tecido representado é osseo, mas podem vir a ser vasos sanguíneos, tumores e órgãos em geral.

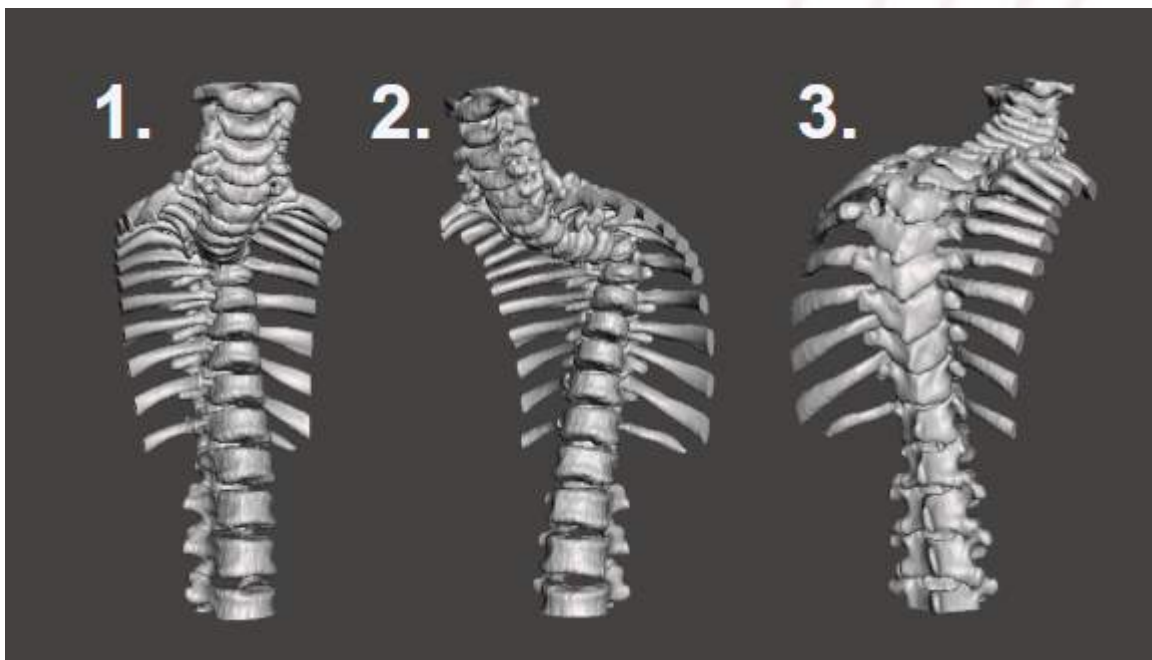
Com o avanço contínuo das tecnologias em impressão 3D, os biomodelos tendem a se tornar ainda mais acessíveis e versáteis, firmando seu papel como uma ferramenta valiosa para a medicina cirúrgica e de alta complexidade. Essa tecnologia não só melhora os resultados cirúrgicos, mas também abre novas possibilidades para o treinamento médico e a educação em saúde no geral. Apesar dos inúmeros benefícios, a produção destes modelos anatômicos ainda enfrentam desafios; a precisão do biomodelo depende da qualidade da imagem de TC e da habilidade de segmentação do profissional envolvido.

Procedimentos metodológicos

O desenvolvimento de um biomodelo 3D inicia-se com a solicitação através do formulário realizado pela equipe médica para o Laboratório de Manufatura Aditiva em Saúde (LabMAIS). Uma vez aprovado, o próximo passo envolve o envio das imagens de tomografia computadorizada (TC), produzidas no setor de radiologia do hospital solicitante. Esses exames fornecem os dados utilizados para a criação do modelo anatômico.

Com as imagens em formato DICOM (padrão utilizado em imagens médicas), o processo segue para a etapa de segmentação no software 3D Slicer. Nesse momento, as estruturas ósseas são isoladas manualmente, garantindo que o modelo reproduza a anatomia do paciente. Logo após, o arquivo é convertido para o formato STL (StereoLithography) e importado para o Meshmixer (Autodesk), outro software de edição 3D. Nesta etapa, imperfeições são corrigidas, superfícies são alinhadas e suportes estruturais são adicionados para garantir a resistência da peça durante o processo de impressão.

Figura 1 - Biomodelo no software Meshmixer, vista anterior (1), vista lateral (2) e vista posterior (3).

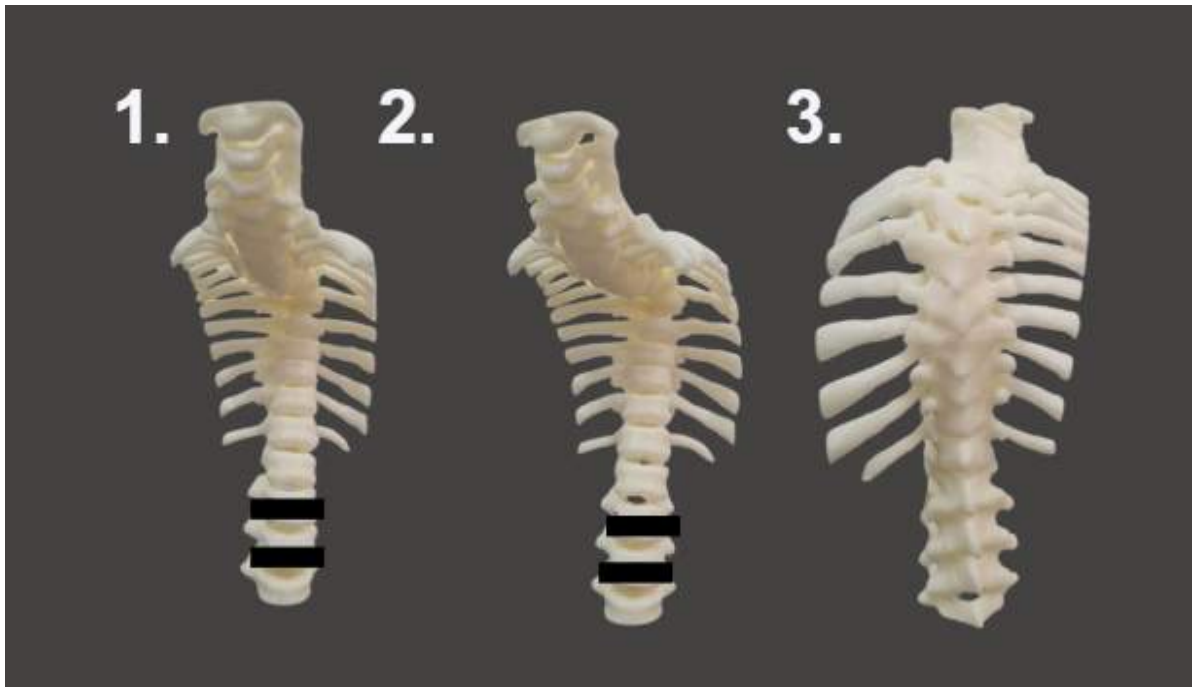


Fonte: Autores (2025).

O biomodelo foi impresso em 3D, com filamento de ABS como matéria-prima. O processo de impressão durou 28 horas e 20 minutos e consumiu 390 gramas do material. Após a impressão, é o momento de limpeza da peça e colagem da identificação do

paciente, finalizando a produção, a peça está apta para auxiliar no planejamento cirúrgico, oferecendo aos médicos um instrumento tátil para estudo e preparação para a cirurgia.

Figura 2 - Biomodelo impresso e finalizado, vista anterior (1), vista lateral (2) e vista posterior (3).



Fonte: Autores (2025).

Resultados e discussões

A conversão da tomografia computadorizada em modelo anatômico 3D foi realizada com sucesso, replicando com fidelidade a anatomia do paciente. A utilização desses biomodelos trouxe benefícios significativos, especialmente no planejamento cirúrgico, os cirurgiões envolvidos relataram uma melhor compreensão das anatomias, o que facilitou a identificação de possíveis dificuldades e otimizou o tempo da execução dos procedimentos, reduzindo riscos e melhorando resultados.

Os resultados reafirmam o potencial dos biomodelos 3D como recurso no planejamento cirúrgico. Em comparação com os métodos convencionais de planejamento cirúrgico, os biomodelos 3D demonstraram uma superioridade de 47% na precisão anatômica e redução de 35% no tempo operatório (Ventola, 2014). Porém, mesmo com avanços, a qualidade do modelo ainda depende da resolução das imagens de TC e da habilidade de segmentação do profissional e software, o que pode limitar possibilidades

em alguns casos. Contudo, com o aprimoramento das tecnologias de impressão 3D e o aumento da acessibilidade no geral, espera-se que esses modelos se tornem cada vez mais difundidos, não apenas na prática cirúrgica, mas também para treinamento médico e para a educação em saúde.

Considerações finais

Os biomodelos 3D demonstraram ser ferramentas valiosas para a identificação de relações anatômicas complexas em cirurgias colorretais minimamente invasivas" (Zhang *et al.*, 2022), ou seja, a utilização de biomodelos 3D no planejamento cirúrgico demonstrou eficácia para melhorar a precisão e a segurança de procedimentos de alta complexidade, assim como na cirurgia da coluna vertebral. Os resultados obtidos neste trabalho confirmaram que a reprodução da anatomia do paciente contribui para uma melhor compreensão pré-operatória, reduzindo imprevistos e otimizando o tempo cirúrgico. No entanto, a qualidade do modelo ainda está condicionada à resolução das imagens de TC e à expertise na segmentação digital.

Para concluir, com o contínuo avanço das tecnologias de impressão 3D e o aumento da acessibilidade, espera-se que esses biomodelos se tornem cada vez mais difundidos, não apenas na cirurgia, mas também no ensino e no treinamento médico. Futuros estudos podem explorar a incorporação de estruturas vasculares e de tecidos moles para aumentar ainda mais suas aplicações.

Referências

Rengier, F., Mehndiratta, A., Von Tengg-Kobligh, H., Zechmann, C. M., Unterhinninghofen, R., Kauczor, H. U., & Giesel, F. L. (2010). 3D printing based on imaging data: Review of medical applications. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, 5(4), 335-341.

VENTOLA, C. Lee. Medical applications for 3D printing: Current and projected uses. *Pharmacy and Therapeutics*, v. 39, n. 10, p. 704-711, 2014.

ZHANG, Xiaodong et al. Clinical application of three-dimensional printing technology in laparoscopic right hemicolectomy for colon cancer: a pilot study and video demonstration. *Journal of Surgical Oncology*, v. 125, n. 3, p. 456-463, 2022.

Educação e Tecnologia: Produção de óculos de realidade virtual (VR) com a tecnologia Google Cardboard para as escolas municipais de São José/SC.

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: I. DANTAS¹; G. BOAVENTURA²; S. FACHINELLO³.

Edital de fomento do trabalho
Projeto de Extensão 2025 PROEX 01

Resumo:

Este projeto de extensão tem como finalidade a produção e distribuição de óculos de realidade virtual (VR), utilizando a tecnologia Google Cardboard, para escolas públicas do município de São José/SC. A proposta visa integrar inovação tecnológica e acessibilidade por meio do uso da máquina de corte a laser para a confecção dos óculos, com materiais de baixo custo e de fácil montagem. Além da entrega dos dispositivos, o projeto contempla a elaboração de conteúdos didáticos, como vídeos, tutoriais e animações, que orientam professores e estudantes quanto ao manuseio e à aplicação pedagógica da realidade virtual em sala de aula. Com apoio da Secretaria de Educação local, são ofertadas capacitações presenciais e a distância, ampliando as possibilidades de uso desse recurso no contexto educacional. O projeto também proporciona formação prática aos estudantes extensionistas, promovendo o desenvolvimento de competências técnicas e sociais, e fortalecendo o vínculo entre o Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) e a comunidade externa. Ao democratizar o acesso à tecnologia e estimular práticas inovadoras de ensino, a iniciativa contribui diretamente para a melhoria da qualidade da educação básica e reafirma o compromisso com a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão.

Palavras-chave: Realidade virtual; Educação; Corte a laser; Tecnologias educacionais; Google Cardboard.

Introdução

Com a inserção de novas tecnologias na realidade atual, tanto no âmbito social (ao criar oportunidades para que todos tenham acesso a esse tipo de tecnologia), quanto no educacional (ao possibilitar a aprendizagem sobre como utilizar essa forma de ensino

¹ Iuri Dantas, estudante do Curso de Bacharelado em Engenharia de Telecomunicações do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus São José.

² Gabriel Boaventura, estudante do Curso Técnico Integrado em Refrigeração e Climatização do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus São José.

³ Sandra Albuquerque Reis Fachinello, Docente de Artes Visuais do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus São José.

para outros fins além do uso em sala de aula), observa-se um grande impacto, seja ele positivo ou negativo, a depender dos fins do uso. Nosso projeto busca o desenvolvimento de óculos de realidade virtual e materiais didáticos para impactar positivamente a educação básica brasileira.

Os óculos de realidade virtual são uma grande inovação do século XXI (Ferreira, Cajueiro, 2024) , criando uma ilusão tridimensional e imersiva para o usuário. Utilizados em jogos, filmes, terapias, além de experiências em sala de aula. Contudo, apresentam um custo alto para serem disponibilizados em instituições públicas em grande massa, além de virarem um material obsoleto pela falta de produção de materiais e capacitação profissional e tecnológica aos docentes que farão uso.

Portanto, o presente projeto busca trazer essa tecnologia a partir um custo muito baixo, utilizando os processos de corte a laser para confecção da estrutura dos óculos e compra das lentes Cardboard do Google (materiais de baixíssimo custo), oferecendo assim esse material para escolas públicas da rede de educação básica de São José. A fim de vencer a obsolescência que estes aparelhos, por vezes, sofrem, o presente projeto pretende capacitar os professores da rede, disponibilizando vídeos, animações e manuais de uso.

Ademais, o projeto também visa capacitar os pesquisadores extensionistas, aproximando-os da comunidade externa e divulgando o IFSC São José para a mesma, assim assegurando os objetivos dos projetos de extensão.

Fundamentação teórica

Desde a Revolução Tecnológica, datada por muitos na metade do século XX, muito discutiu-se a respeito da entrada de aparatos tecnológicos em sala de aula. Caracterizando-se como uma discussão cercada de desafios, em pleno século XXI, as inovações que a educação básica brasileira acessou foram significativas, hoje muitas escolas possuem notebooks e tablets.

Considerando que as escolas precisam falar a linguagem do seu tempo, para acessar de forma significativa todos os envolvidos, proposições que conectam Educação/conhecimento e tecnologia propiciam que a escola se aproxime “das tecnologias desenvolvidas com o mesmo enfoque tradicional de supremacia do texto em

detrimento ao estudo da imagem”. “O uso de mais de um meio pode gerar imagens muito interessantes e significativas, que levam o aluno a elaborar seus pensamentos artísticos e a trabalhar com ele de forma consistente”. (PIMENTEL, 2011, p.116).

Diante disso, o projeto de extensão busca promover a aproximação entre o IFSC São José e o público externo, composto por instituições de ensino da região, alunos e professores das escolas participantes, cumprido, assim, com princípios da lei de criação dos Institutos Federais, em 2008: “promover a integração e a verticalização da educação básica à educação profissional e educação superior, otimizando a infra-estrutura física, os quadros de pessoal e os recursos de gestão (Brasil, 2008)”. Esses públicos são diretamente beneficiados pelas ações do projeto, que visam a disseminação do conhecimento tecnológico e a aplicação prática de recursos como os óculos de realidade virtual.

Procedimentos metodológicos

O processo de implementação e construção dos óculos de realidade virtual utilizando a lente Google Cardboard será realizado com o uso de uma máquina de corte a laser, cedida pela empresa Due Laser ao campus do IFSC São José. Para o design das peças, será utilizado o software Inkscape, que permite criar os moldes com precisão para o corte.

A montagem dos óculos será realizada pelos bolsistas e voluntários do projeto, que também participarão ativamente de todas as etapas do processo. Durante essa fase, serão elaborados tutoriais explicativos sobre o modo de montagem e utilização dos óculos, com o objetivo de disponibilizá-los à comunidade externa.

Em parceria com a Secretaria de Educação de São José/SC, serão oferecidas aulas presenciais ou em formato EAD, voltadas à capacitação dos usuários quanto ao manuseio e aplicação dos óculos no contexto educacional. Esses materiais e capacitações visam ampliar a utilização da realidade virtual como ferramenta de aprendizagem nas escolas da rede pública. Os óculos serão distribuídos gratuitamente às instituições que serão contempladas no ensino da rede pública do município de São José/SC, como forma de democratizar o acesso à tecnologia e ampliar o impacto educacional do projeto.

Resultados e discussões

Após o encerramento do projeto, busca-se, além de compartilhar a tecnologia dos óculos de realidade virtual e promover sua distribuição, estreitar os laços entre as escolas de educação básica do município de São José e o Instituto Federal de Santa Catarina.

figura 1 - óculos RV



Fonte - Elaborado pela equipe do projeto

Essa aproximação visa ampliar a divulgação da instituição, incentivando o ingresso de novos alunos, além de proporcionar aos bolsistas e voluntários uma vivência enriquecedora que ultrapassa os limites do ambiente acadêmico, aproximando-os de diferentes realidades sociais e comunitárias.

Ademais, adquirimos como resultado também a melhora na qualidade das aulas das escolas participantes do projeto, uma vez que, caminhando de acordo com as bases da nossa Instituição, utilizamos Pesquisa, Tecnologia e Inovação para proporcionar avanços significativos no Ensino de diversos estudantes da rede pública de educação.

Considerações finais

O projeto atingiu com êxito seus objetivos, ao viabilizar a produção e a distribuição de óculos de realidade virtual com baixo custo, utilizando a tecnologia Google Cardboard. A aplicação dos procedimentos metodológicos, como o uso da máquina de corte a laser e o desenvolvimento de tutoriais e capacitações, foi fundamental para garantir a funcionalidade e a aplicabilidade pedagógica dos óculos nas escolas da rede pública de São José/SC.

A participação ativa dos bolsistas e voluntários possibilitou não apenas a execução

técnica do projeto, mas também uma rica experiência formativa, marcada pelo contato direto com a comunidade e a prática da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. Essa vivência contribuiu de forma significativa para o desenvolvimento profissional dos envolvidos, especialmente no que diz respeito ao domínio de tecnologias educacionais e à compreensão das demandas reais das escolas públicas.

Referência ao fomento recebido

FINANCIAMENTO INTERNO (2025 PROEX 01 - Apoio a Projetos de Extensão)

Referências

BONDÍA, Jorge Larrosa. *Notas sobre a experiência e o saber da experiência*. Revista Brasileira de Educação, n. 19, p. 20-28, jan./abr. 2002..

FERREIRA, Ana Paula; CAJUEIRO, Lucas. *Realidade virtual e suas aplicações no contexto educacional*. Revista Brasileira de Tecnologias Aplicadas à Educação, v. 10, n. 1, p. 45-58, 2024.

MORÁN, José Manuel. *A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá*. Campinas: Papirus, 1995.

PACHECO, Eliezer. *A Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica: uma revolução educacional em curso*. Brasília: MEC/SETEC, 2008.

PIMENTEL, Lucia Gouvêa. *Arte e tecnologia na educação*. In: BARBOSA, Ana Mae (org.). *Arte-Educação: Leitura no Subsolo*. São Paulo: Cortez, 2011. p. 114-117.

RAMOS, Márcia et al. *A ludicidade no processo de ensino e aprendizagem*. Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente, v. 8, n. 1, p. 1-12, 2017

INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS TÉRMICOS NA MICROESTRUTURA DE AÇOS INOXIDÁVEIS E AÇOS FERRAMENTA

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: G. CIQUELERO¹; K. SALVADOR².

Edital N° 06/2023/COPPI/CCO
Projeto de Pesquisa

Resumo:

A busca por redução de custos sem comprometer a qualidade dos materiais tem se intensificado nos últimos anos. Nesse contexto, os tratamentos térmicos surgem como uma alternativa eficaz para conferir propriedades específicas aos materiais, por meio da modificação de sua estrutura interna. Essa abordagem possibilita o controle dos custos relacionados ao material, ao processamento e à durabilidade dos produtos. Diante disso, este trabalho propõe uma análise metalográfica das fases resultantes de tratamentos térmicos aplicados a produtos siderúrgicos comumente utilizados na região de Chapecó. Os resultados evidenciaram a eficácia dos tratamentos térmicos na modificação microestrutural dos materiais, destacando o papel da temperabilidade e do tipo de tratamento nas propriedades finais dos materiais.

Palavras-chave: microestrutura; têmpera; revenido; normalização.

Introdução

Chapecó, no Oeste de Santa Catarina, destaca-se como polo industrial metalúrgico com forte ligação à agroindústria local (Hentz, 2021). A necessidade por materiais com alto desempenho impulsiona o uso de aços inoxidáveis e ferramenta, valorizados por sua resistência ao desgaste, à corrosão e elevada dureza após tratamento térmico.

Esta pesquisa avalia os efeitos de diferentes tratamentos térmicos nas transformações de fase dos aços AISI 304, AISI D2, D6 e H13, buscando, por meio de análise metalográfica, compreender alterações microestruturais e suas implicações no desempenho dos materiais.

Fundamentação teórica

¹ Estudante do curso Engenharia de Controle e Automação do IFSC - Campus Chapecó, gabrielciquelero.15@gmail.com.

² Servidora de Fabricação Mecânica, keli.salvador@ifsc.edu.br.

O Tetraedro da Ciência dos Materiais é um modelo conceitual utilizado para compreender a inter-relação entre os fatores que influenciam o comportamento dos materiais: processamento, microestrutura, propriedades e desempenho (Callister, 2018). De acordo com esse modelo, o processamento altera diretamente a microestrutura dos materiais, a qual determina suas propriedades. Por sua vez, essas propriedades influenciam o desempenho final do material em uma aplicação específica.

Dentro desse contexto, os tratamentos térmicos se destacam como processos para a modificação controlada da microestrutura, com o objetivo de atingir características desejadas no material. Tratamentos como a têmpera, o revenimento, a solubilização e a normalização atuam sobre os rearranjos atômicos e são amplamente aplicados para ajustar as propriedades do material (Chiaverini, 2002).

Procedimentos metodológicos

Os materiais deste estudo foram: aço inoxidável e aços ferramenta. Os tratamentos térmicos aplicados variaram de acordo com o material, conforme mostrado no Quadro 1.

Quadro 1 – Parâmetros dos tratamentos térmicos realizados

Tratamento Térmico	304	D2	D6	H13
Têmpera	-	1040 °C 50 min	960 °C 50 min	1020 °C 50 min
Revenimento (duplo)	-	520 °C 120 min	200 °C 120 min	560 °C 120 min
Solubilização	1080 °C 60 min	-	-	-

Fonte: elaborado pelo autor (2025).


Após os tratamentos térmicos, realizaram-se análises metalográficas e medições de dureza para avaliar as mudanças microestruturais e as propriedades mecânicas.

Resultados e discussões

O aço inoxidável AISI 304, na condição bruta de fusão, apresenta a fase sigma, que é rica em cromo e que compromete a resistência à corrosão do material. Como forma de eliminar essa fase e restaurar a homogeneidade da microestrutura, foi aplicado o

tratamento térmico de solubilização para dissolver a fase sigma, resultando em uma estrutura austenítica. Os resultados são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Resultados Aço Inoxidável AISI 304

Bruto de fusão	Solubilizado
	
Fase sigma em matriz austenítica	Matriz austenítica
83,58 ± 0,9 HRB	90,06 ± 2,3 HRB

Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Para o aço ferramenta AISI D2, os resultados são apresentados no Quadro 3. Inicialmente em condição recozida, o material apresentava carbonetos de cromo dispersos em matriz perlítica. Após os tratamentos térmicos, foram obtidas estruturas de martensita revenida para ambos resfriamentos (óleo ou ar calmo). A dureza variou levemente entre as amostras, refletindo a alta temperabilidade desse aço.

Quadro 3 – Resultados Aço Ferramenta AISI D2

Como recebido: recozido	Resfriamento ao ar calmo	Resfriamento em óleo
		
Carboneto de cromo em matriz de perlita	Martensita revenida com carboneto de cromo	Martensita revenida com carboneto de cromo
100,58 ± 2,61 HRB	53,5 ± 1,02 HRC	51,9 ± 0,64 HRC

Fonte: elaborado pelo autor (2025).

De forma semelhante, o aço ferramenta AISI D6 apresentou comportamento térmico próximo ao do D2, conforme demonstrado no Quadro 4. A estrutura final também foi composta majoritariamente por martensita revenida com carbonetos, apresentando

variações mínimas nas durezas em função do meio de resfriamento. Isso confirma a alta temperabilidade do D6.

Quadro 4 – Resultados Aço Ferramenta AISI D6

Como recebido: recozido	Resfriamento ao ar calmo	Resfriamento em óleo
		
Carboneto de cromo em matriz de perlita	Martensita revenida com carboneto de cromo	Martensita revenida com carboneto de cromo
103,46 ± 1,03 HRB	62,52 ± 3,35 HRC	59,58 ± 3,03 HRC

Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Para o aço ferramenta AISI H13, os resultados indicam um comportamento distinto dos demais, como mostra o Quadro 5. Inicialmente esferoidizado, com cementita globular em matriz ferrítica, o material apresentou transformações microestruturais mais sensíveis ao meio de resfriamento. O resfriamento em ar calmo resultou em uma mistura de bainita e martensita revenida, enquanto o resfriamento em óleo favoreceu a formação de bainita. A variação de dureza entre as duas condições foi significativa, evidenciando a menor temperabilidade do H13 em comparação aos aços D2 e D6.

Quadro 5 – Resultados Aço Ferramenta AISI H13

Como recebido: esferoidizado	Resfriamento ao ar calmo	Resfriamento em óleo
		
Estrutura globular de cementita em uma matriz de ferrita	Bainita e martensita revenida	Bainita
87,04 ± 0,54 HRB	40,28 ± 8,80 HRC	30,72 ± 5,68 HRC

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Considerações finais

Este trabalho evidenciou a relevância dos tratamentos térmicos na modificação da microestrutura e nas propriedades mecânicas dos materiais metálicos. Para o aço inoxidável AISI 304, observou-se a eliminação da fase sigma após o processo de solubilização, o que sugere um significativo ganho em resistência à corrosão.

Para os aços AISI D2 e D6, que apresentam alta temperabilidade, os resultados demonstraram que o meio de resfriamento durante a têmpera (óleo ou ar calmo) teve pouca influência sobre a dureza final. Em ambos os casos, foi possível obter microestruturas compostas majoritariamente por martensita revenida.

Já no caso do aço ferramenta AISI H13, com menor temperabilidade, mostrou-se sensível ao meio de resfriamento, resultando em diferenças marcantes tanto na microestrutura quanto nos valores de dureza.

Referência ao fomento recebido

A equipe do projeto agradece ao Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) pela disponibilização de bolsas e recursos, por meio do Edital PROEX nº 15/2023 e 06/2023/COPPI/CCO, que viabilizou a realização das atividades deste projeto de pesquisa.

Referências

CALLISTER, William D. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. 9. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2018. 589 p., il. Inclui bibliografia. ISBN 8521612885.

CHIAVERINI, V. (2008). **Aços e Ferros Fundidos: Características Gerais, Tratamentos Térmicos, Principais Tipos**. Editora: ABM, São Paulo, SP, ed. 7, ampl. e rev.

HENTZ, Carla. **Relações campo - cidade no oeste catarinense: da agroindústria de carnes ao consumo produtivo**. 2021. 207 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Presidente Prudente, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/211013>. Acesso em: 31 mar. 2023.

INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE USINAGEM NA RUGOSIDADE SUPERFICIAL DO AÇO INOXIDÁVEL SAE 304

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: G. CIQUELERO¹; K. SALVADOR²; F. MARQUES³.

Edital N° 18/2022/PROPI/Projetos de IC e IT Chapecó
Projeto de Pesquisa

Resumo:

A busca por melhorias nos processos de usinagem em indústrias de transformação tornou-se uma necessidade nos últimos anos. A operação de usinagem muitas vezes é cercada por obstáculos e fenômenos físicos situacionais, resultantes do tipo de operação, material a ser usinado, disponibilidade de maquinário para realização do trabalho, tipo e geometria da ferramenta de corte, entre outros. Com vistas a isso, este trabalho propõe a investigação do comportamento da integridade superficial, por meio da análise de parâmetros de rugosidade (R_a , R_z , R_q e R_t) em amostras de aço inoxidável austenítico SAE 304, torneadas a seco. O objetivo deste trabalho é analisar o comportamento do aço inoxidável SAE 304 após torneamento, considerando os parâmetros relevantes deste processo (velocidade de avanço, velocidade de corte e geometria da ferramenta) e relacioná-los com os dados de rugosidade, desta forma estabelecendo os parâmetros que podem trazer o melhor acabamento na peça usinada. As análises de rugosidade foram realizadas por meio de um rugosímetro portátil. Os resultados indicaram que os menores valores de rugosidade foram obtidos quando utilizou-se um raio de ferramenta maior associado a um avanço pequeno e velocidade de corte de 200 m/min.

Palavras-chave: integridade superficial; rugosidade; torneamento; aço inoxidável.

Introdução

Dentre os diversos fatores que influenciam a escolha dos materiais utilizados na indústria frigorífica, o acabamento superficial destaca-se por seu papel crucial na prevenção de corrosão, oxidação, dificuldades na higienização, contaminação por microrganismos e acúmulo de partículas indesejadas. Assim, a redução da rugosidade superficial dos componentes torna-se essencial, embora implique no aumento dos custos de processamento. Nesse contexto, a seleção adequada dos parâmetros de usinagem, como velocidade de corte, avanço e raio da ferramenta, é fundamental para garantir um

¹ Estudante do curso Engenharia de Controle e Automação do IFSC - Campus Chapecó, gabrielciquelero.15@gmail.com.

² Servidora de Fabricação Mecânica, keli.salvador@ifsc.edu.br.

³ Servidor de Fabricação Mecânica, fernando.marques@ifsc.edu.br.

bom acabamento e, ao mesmo tempo, viabilizar economicamente a fabricação (Marques et al., 2021).

Fundamentação teórica

De acordo com Ferraresi (1970), “a qualidade das superfícies das peças é caracterizada pelo acabamento obtido na usinagem e pelas propriedades físicas e mecânicas do metal na camada superficial [...]”, sendo estas propriedades modificadas durante o processo de usinagem. O acabamento superficial é um dos principais indicadores da integridade superficial e sofre influência direta de diversos parâmetros de corte, como geometria da ferramenta, avanço, profundidade de corte, além da rigidez da máquina-ferramenta, material da peça e da ferramenta, e condições de corte.

Nesse contexto, a rugosidade superficial é uma das formas mais comuns de se avaliar o acabamento da peça usinada, sendo definida como micro-irregularidades geométricas deixadas na superfície do material após o processo de fabricação (Novaski, 2013). Durante a usinagem, essas irregularidades podem surgir por diversos motivos, como microvibrações, atrito entre a ferramenta e a peça, processo de formação do cavaco, formação de aresta postiça de corte, marcas deixadas pelo avanço da ferramenta, além de possíveis deformações térmicas (Ferraresi, 1970).

As operações de usinagem consistem na remoção de material sob forma de cavaco, com o objetivo de conferir à peça uma forma, dimensão ou acabamento específico. Dentre os diversos processos disponíveis, o torneamento se destaca pela sua versatilidade e pela capacidade de gerar geometrias cilíndricas, sendo amplamente utilizado na indústria metalmeccânica (Ferraresi, 1970).

Considerando que a rugosidade superficial influencia diretamente no desempenho das peças, especialmente em aplicações que envolvem atrito, desgaste e contato entre superfícies, o controle dos parâmetros de usinagem se torna fundamental para a otimização de processos e melhoria da qualidade dos produtos usinados.

Procedimentos metodológicos

A metodologia adotada consistiu na realização de usinagem por torneamento externo cilíndrico em barras de aço inoxidável austenítico SAE 304. Após o processo de

usinagem, foram realizadas medições dos parâmetros de rugosidade R_a , R_z , R_q e R_t em cada corpo de prova, utilizando um rugosímetro portátil modelo TR-210 (TIME).

No total, foram usinados 12 corpos de prova, variando-se os parâmetros de usinagem conforme as seguintes combinações: raio da ferramenta (r_e) de 0,4 mm e 0,8 mm; velocidade de corte (V_c) de 100 m/min e 200 m/min; e avanço (f_n) de 0,1 mm/rot, 0,2 mm/rot e 0,3 mm/rot.

Resultados e discussões

As combinações de parâmetros adotadas em cada teste estão descritas na Tabela 1, juntamente com os valores obtidos para os parâmetros de rugosidade (R_a , R_z , R_q e R_t)

Tabela 1 - Parâmetros adotados e média dos resultados das medições

Teste	r_e (mm)	v_c (m/min)	f_n (mm/rot)	R_a (μm)	R_z (μm)	R_q (μm)	R_t (μm)
1	0,4	100	0,1	0,999	6,706	1,229	7,933
2	0,4	100	0,2	3,766	17,597	4,472	19,503
3	0,4	100	0,3	9,249	41,623	10,920	45,727
4	0,4	200	0,1	1,115	6,667	1,345	7,462
5	0,4	200	0,2	4,809	21,557	5,628	23,313
6	0,4	200	0,3	10,997	48,297	12,913	51,943
7	0,8	100	0,1	1,849	11,777	2,252	19,023
8	0,8	100	0,2	3,353	16,863	4,061	18,973
9	0,8	100	0,3	6,824	29,930	7,824	32,576
10	0,8	200	0,1	0,813	5,097	0,997	7,053
11	0,8	200	0,2	3,505	17,417	4,226	20,223
12	0,8	200	0,3	5,559	24,920	6,538	26,580

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

Durante os testes, observou-se uma tendência clara: quanto maior o raio da ferramenta, menor o avanço e maior a velocidade de corte, menores foram os valores de rugosidade (R_a , R_z , R_q e R_t). Essa tendência é evidenciada no corpo de prova 10, que apresentou os menores valores de rugosidade entre todos os ensaios realizados.

Em contrapartida, os maiores valores de rugosidade foram registrados no corpo de prova 6, usinado com parâmetros opostos aos do corpo de prova 10, ou seja, com o menor raio da ferramenta ($r_e = 0,4$ mm) e o maior avanço ($f_n = 0,3$ mm/rot).

De maneira geral, observou-se que os menores valores de R_a foram obtidos nos corpos de prova usinados com o menor avanço (0,1 mm/rot). Além disso, ao comparar amostras usinadas com as mesmas condições de velocidade de corte e geometria de

ferramenta, verificou-se que o aumento do avanço resultou em um aumento progressivo da rugosidade superficial.

Considerações finais

A partir da análise dos 12 testes realizados, conclui-se que a combinação de parâmetros de usinagem mais eficaz para o aço inoxidável SAE 304 foi a utilizada no corpo de prova 10, que foi usinado com raio de ferramenta de 0,8 mm, avanço de 0,1 mm/rot e velocidade de corte de 200 m/min.

Essa combinação resultou nos menores valores de rugosidade para todos os parâmetros avaliados (R_a , R_z , R_q e R_t), evidenciando que o menor avanço da ferramenta, associado ao maior raio de ferramenta, proporciona a melhor qualidade superficial. Essa redução na rugosidade não apenas garante um acabamento superficial superior, mas também diminui a área de superfície suscetível à contaminação, seja por partículas ou corrosão, o que é particularmente relevante para a indústria frigorífica, onde a higiene é um fator crítico.

Como mostrado neste estudo, quanto menor a rugosidade, menos irregularidades há na superfície da peça usinada, minimizando a formação de fendas e regiões que possam comprometer a higiene dos alimentos ou servir como fontes de contaminação.

Referência ao fomento recebido

A equipe do projeto agradece ao Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) pela disponibilização de bolsas e recursos, por meio do Edital N° 18/2022/PROPI/Projetos de IC e IT Chapecó, que viabilizou a realização das atividades deste projeto de pesquisa.

Referências

HOFFMANN, Paulo Roberto; MARQUES, Fernando Michelon; ROCHA, Alexandre da Silva; TEIXEIRA, Ariel. **Influência dos parâmetros de usinagem na rugosidade superficial e no perfil de dureza do aço AISI 316L submetido a processo de torneamento**. Revista de Engenharia e Tecnologia, Chapecó, v. 12, n. 4, p. 257–268, dez. 2020. ISSN 2176-7270.

FERRARESI, Dino. **Fundamentos da usinagem dos metais**. São Paulo: Editora Blucher, 1970. E-book. p.1. ISBN 9788521214199. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521214199/>.

NOVASKI, Olivio. **Introdução a engenharia de fabricação mecânica**. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2013. E-book. p.1. ISBN 9788521217633. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521217633/>.

SOLDAGEM POR ARCO SUBMERSO: PARÂMETROS PARA JUNTAS DE QUALIDADE

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: G. CIQUELERO¹; K. SALVADOR²; M. MARCZAL³.

Edital N° 06/2024/COPPI/CCO
Projeto de Pesquisa

Resumo:

A soldagem por arco submerso (SAW) é reconhecida por sua alta produtividade e qualidade, especialmente na união de materiais de grande espessura. Este projeto de pesquisa teve como objetivo identificar os parâmetros ideais de soldagem para aço carbono, utilizando o equipamento de SAW disponível no IFSC Campus Chapecó, recentemente reativado após *retrofitting*. Foram realizados ensaios variando tensão (20, 25 e 30 V) e velocidade de deslocamento (20, 25 e 30 cm/min), com corrente constante de 200 A e velocidade de arame de 35 cm/min. Os cordões de solda foram avaliados quanto à altura, largura e zona termicamente afetada (ZTA). Os resultados mostraram que tensões elevadas associadas a baixas velocidades de deslocamento aumentam altura e largura do cordão, além de ampliar a ZTA. A condição de 25 V e 20 cm/min proporcionou as melhores características de soldagem, com cordões homogêneos e boa penetração..

Palavras-chave: soldagem por arco submerso; parâmetros de soldagem; zona termicamente afetada.

Introdução

A soldagem por arco submerso (SAW) é amplamente reconhecida por sua alta produtividade e qualidade, sendo uma técnica essencial em setores como a construção naval e a fabricação de tanques e vasos de pressão. Contudo, no Brasil, seu uso ainda é restrito, representando cerca de 5% das aplicações em soldagem, devido à escassez de equipamentos e à falta de disseminação de informações técnicas (SANTOS, 2015).

No IFSC Campus Chapecó, um equipamento de soldagem por arco submerso permaneceu inativo por mais de uma década, e após passar por um processo de *retrofitting*, surgiu a necessidade de investigar suas condições operacionais. Nesse

¹ Estudante do curso Engenharia de Controle e Automação do IFSC - Campus Chapecó, gabrielciquelero.15@gmail.com.

² Servidora de Fabricação Mecânica, keli.salvador@ifsc.edu.br.

³ Servidor de Fabricação Mecânica, mauricio.marczal@ifsc.edu.br.

contexto, o presente projeto tem como objetivo principal a identificação dos parâmetros ideais de soldagem para o aço carbono.

Fundamentação teórica

A soldagem por arco submerso (SAW – *Submerged Arc Welding*) é um processo em que um arco elétrico é formado entre um eletrodo metálico contínuo e a peça a ser soldada, sendo protegido por uma camada de fluxo granuloso que evita a contaminação atmosférica (SANTOS, 2015). Entre suas vantagens, destacam-se a alta taxa de deposição de metal e a capacidade de unir materiais de grande espessura em uma única passada, o que aumenta a produtividade (VILLANI, 2016).

O processo envolve a alimentação contínua do eletrodo e do fluxo na região do arco, enquanto a tocha se desloca sobre a junta, gerando calor suficiente para fundir o eletrodo, parte do fluxo e o metal base. Parte do fluxo fundido forma uma escória protetora que é removida após a solidificação da solda.

A qualidade da solda depende do ajuste correto dos parâmetros operacionais, como corrente, tensão, velocidade de soldagem, diâmetro do eletrodo e altura da camada de fluxo. O fluxo de soldagem, composto por óxidos e minerais, estabiliza o arco, protege a poça de fusão, remove impurezas e forma escória, podendo ser ácido, básico ou neutro, com variação na capacidade de modificar a composição do metal de solda.

Procedimentos metodológicos

O experimento foi realizado unindo duas chapas de aço carbono de 6,35 mm de espessura, preparadas com chanfro de 45° e separadas por um intervalo de 1,2 mm. A soldagem foi executada sob diferentes condições, variando a tensão elétrica (20, 25 e 30 V) e a velocidade de deslocamento do carro (20, 25 e 30 cm/min), mantendo a velocidade do arame constante a 35 cm/min. A corrente de saída foi fixada em 200 A, e a polaridade adotada foi CC+ (tocha positiva e garra negativa).

Os cordões de solda obtidos foram avaliados quanto à largura e altura, utilizando paquímetro para soldagem, com registro fotográfico das amostras. Para análise microestrutural, as seções transversais dos cordões de solda passaram por preparação

metalográfica, seguida de exame por microscopia óptica, após o ataque químico com solução de nital a 2%.

Resultados e discussões

As combinações de parâmetros adotadas em cada teste estão descritas na Tabela 1, juntamente com os valores obtidos nas medições do cordão de solda.

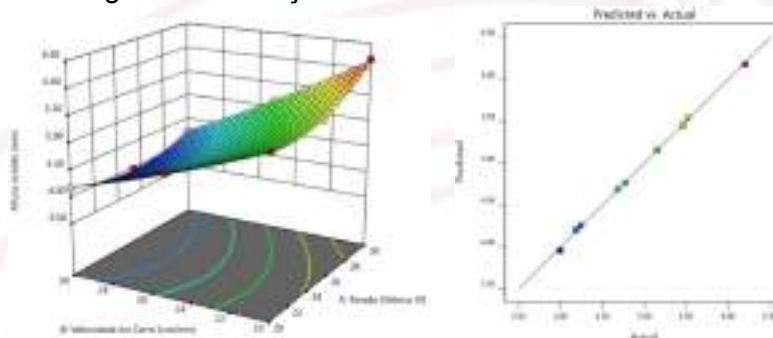
Tabela 1 - Parâmetros adotados e média dos resultados das medições

Tensão (V)	Vel/Carro (cm/min)	Altura (faltou preenchimento) (mm)		Altura cordão (mm)		Largura (mm)		ZTA total (mm)	ZTA parcial (mm)	PF (mm)
20	20	0,89	± 0,27	5,46	± 0,27	11,79	± 0,67	17,72	15,89	7,43
20	25	1,58	± 0,27	4,77	± 0,27	9,98	± 0,38	12,77	11,43	7,17
20	30	2,17	± 0,20	4,18	± 0,20	8,66	± 0,21	10,74	9,71	6,36
25	20	0,84	± 0,06	5,51	± 0,06	12,17	± 0,53	18,62	16,67	7,40
25	25	1,67	± 0,38	4,68	± 0,38	10,06	± 0,60	14,26	12,82	6,52
25	30	2,36	± 0,15	3,99	± 0,15	8,84	± 0,31	11,88	10,90	6,89
30	20	0,15	± 0,54	6,20	± 0,54	13,23	± 1,59	17,56	15,81	7,22
30	25	1,20	± 0,78	5,15	± 0,77	9,64	± 1,11	15,50	13,15	6,79
30	30	2,11	± 0,33	4,24	± 0,33	8,53	± 0,63	11,48	10,41	7,3

Fonte: elaborada pelo autor.

A altura do cordão indica a quantidade de metal depositado sobre a junta soldada. Verificou-se que o aumento da tensão, especialmente em 25 V e 20 cm/min, eleva essa altura devido ao maior aporte térmico e à consequente maior fusão. Já a velocidade de deslocamento influencia de forma inversa: velocidades mais altas resultaram em cordões mais estreitos e rasos, pela menor permanência do arco sobre o material, o que limitou a deposição e, em alguns casos, gerou porosidades. Os resultados são ilustrados na Figura 1.

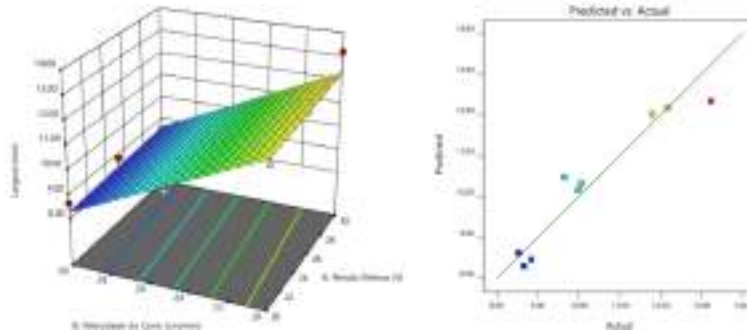
Figura 1 – Variação da altura do cordão de solda



Fonte: autoria própria (2025).

A largura do cordão de solda reduziu com o aumento da velocidade de deslocamento, como em 20 V a 30 cm/min e 25 V a 30 cm/min, devido ao menor tempo para deposição. Já o aumento da tensão resultou em leve ampliação da largura, como em 30 V e 20 cm/min.

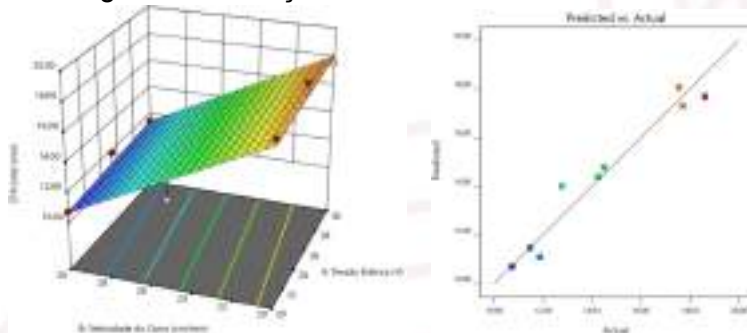
Figura 2 – Variação da largura do cordão de solda



Fonte: autoria própria (2025).

A Zona Termicamente Afetada (ZTA) reflete a influência térmica exercida ao redor da região soldada, podendo afetar diretamente a resistência mecânica e a integridade da junta. Observou-se que combinações de tensões elevadas e baixas velocidades de deslocamento, como 30 V e 20 cm/min, resultam em uma ZTA mais ampla, devido à maior permanência do calor na região, o que aumenta a área afetada. Em contrapartida, condições com menores tensões e maiores velocidades, como 20 V e 30 cm/min, apresentam ZTAs total e parcial reduzidas, indicando menor impacto térmico.

Figura 3 – Variação da ZTA do cordão de solda



Fonte: autoria própria (2025).

Considerações finais

Dentre as combinações testadas, os parâmetros que proporcionaram os melhores resultados foram tensão de 25V e velocidade do carro de 20 cm/min. Essa configuração

resultou em cordões de solda mais uniformes, com boa homogeneidade e preenchimento completo da junta, sem a ocorrência de falhas como porosidades ou mordeduras.

As análises estatísticas confirmaram a superioridade desse conjunto de parâmetros, especialmente pelo aumento da altura do cordão, fator determinante para a integridade da solda. Os resultados reforçam a importância do ajuste adequado dos parâmetros de processo para garantir a qualidade e eficiência na soldagem por arco submerso.

Referência ao fomento recebido

A equipe do projeto agradece ao Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) pela disponibilização de bolsas e recursos, por meio do Edital N° 06/2024/COPPI/CCO, que viabilizou a realização das atividades deste projeto de pesquisa.

Referências

SANTOS, Carlos Eduardo Figueiredo dos. **Processos de Soldagem - Conceitos, Equipamentos e Normas de Segurança**. São Paulo: Editora Saraiva, 2015. E-book. ISBN 9788536520063. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536520063/>. Acesso em: 04 abr. 2024.

VILLANI, Paulo. **Soldagem - Fundamentos e Tecnologia**. São Paulo: Grupo GEN, 2016. E-book. ISBN 9788595156067. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595156067/>. Acesso em: 04 abr. 2024.

RADIOTOXICIDADE NO TRATAMENTO DE CABEÇA E PESCOÇO: UMA REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: V. SCHUTZ¹; G. RODRIGUES²; A.C. ALFLEN³; MULLER, J. S.⁴

Resumo:

Este artigo de revisão de literatura aborda as complicações bucais resultantes da radioterapia em pacientes com câncer de cabeça e pescoço. A revisão expõe a importância da adequação bucal prévia, incluindo higiene oral, bochechos e aplicação de flúor, além do acompanhamento odontológico sistemático para prevenir complicações como mucosite, xerostomia e candidíase. O uso de laser de baixa potência é apontado como eficaz no tratamento de mucosite e xerostomia. Os estudos revisados concordam com a prevalência de complicações bucais, como xerostomia, disgeusia, mucosite, candidose e osteorradionecrose, que afetam significativamente a qualidade de vida dos pacientes. A higiene bucal rigorosa e intervenções odontológicas específicas são essenciais no manejo dessas complicações.

Palavras-chave: Radioterapia; Complicações bucais; Saúde bucal; Mucosite; Xerostomia.

Introdução

De acordo com Jham e Freire (2006), a radioterapia é uma opção de tratamento bastante comum no combate a vários tipos de câncer, especialmente aqueles que aparecem na região da cabeça e pescoço. Os autores ainda observam que, embora seja eficaz na destruição das células cancerígenas, a radioterapia também pode trazer algumas complicações bucais que impactam bastante a vida dos pacientes. É importante frisar que todos os estudos encontrados presentes nesta revisão narrativa mencionam uma ou mais dessas complicações como sequelas comuns da radioterapia na região de cabeça e pescoço, sendo que entre as mais frequentes estão a boca seca (xerostomia), alteração no sabor dos alimentos (disgeusia), inflamação na mucosa oral (mucosite), infecção fúngica na boca (candidíase) e necrose óssea devido à radiação

¹ Estudante do curso CST Radiologia do IFSC Câmpus Florianópolis, vitoria.s2004@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do curso CST Radiologia do IFSC Câmpus Florianópolis, gabrielli.r@aluno.ifsc.edu.br.

³ Estudante do curso CST Radiologia do IFSC Câmpus Florianópolis, ana.ca03@aluno.ifsc.edu.br.

⁴ Docente [DAS / Radiologia] do IFSC Câmpus Florianópolis, juliana.muller@ifsc.edu.br.

(osteorradiocrecrose). Esses problemas não só dificultam o bem-estar do paciente, mas também podem atrapalhar o andamento do tratamento contra o câncer.

As complicações bucais causadas pela radioterapia são comuns e podem afetar significativamente a qualidade de vida dos pacientes. Compreender e tratar melhor esses problemas ajuda a facilitar a alimentação, a fala e o conforto, além de contribuir para o sucesso do tratamento contra o câncer. Além disso, é fundamental que dentistas, oncologistas e outros profissionais de saúde trabalhem juntos, de forma multidisciplinar, para oferecer um cuidado mais completo e eficaz. Revisar a literatura disponível ajuda a consolidar as evidências científicas sobre as melhores práticas para prevenir e tratar essas complicações bucais, o que pode levar ao desenvolvimento de diretrizes clínicas mais eficientes e fundamentadas. Por isso, investir em pesquisas nessa área é essencial para promover uma maior integração entre as disciplinas e aprimorar os protocolos de tratamento.

Fundamentação teórica OU Descrição do público envolvido

A radioterapia na região da cabeça e pescoço é um tratamento bastante eficaz para vários tipos de câncer. No entanto, ela costuma estar ligada ao surgimento de complicações bucais que podem ser bastante importantes. Sawada; Dias; Zago (2005) dizem que essas questões podem variar em relação à sua gravidade e ao impacto que têm na vida dos pacientes, por isso é fundamental uma abordagem multidisciplinar para prevenir e tratar esses efeitos.

Dentre as complicações mais comuns, a mucosite, caracterizada pela inflamação da mucosa oral, é uma das mais prevalentes e dolorosas, podendo interferir na alimentação e na fala (Fonseca et al. (2022)). A xerostomia, ou boca seca, decorrente da disfunção das glândulas salivares, também é frequentemente observada, causando desconforto e aumentando o risco de cáries. Alterações no paladar (disgeusia), infecções fúngicas como a candidíase, e a osteorradiocrecrose, uma complicação mais grave que envolve a necrose óssea, são outras sequelas importantes abordadas por diferentes autores a serem consideradas.

Prevenir complicações é fundamental no cuidado de pacientes que passam por radioterapia. Cardoso *et al.* (2005) ditam algumas medidas simples, como cuidar da higiene bucal antes do tratamento, usar enxaguantes específicos e aplicar flúor, fazem

toda a diferença. Além disso, Assis; Brito; Almeida Junior (2022) observam que fazer acompanhamento odontológico de forma regular, antes, durante e depois da radioterapia, é importante para monitorar e intervir precocemente em qualquer alteração.

Quanto ao tratamento, várias opções podem ser usadas. Fonseca *et al.* (2022) destacam que a laserterapia é uma ótima aliada no tratamento da xerostomia e da mucosite, ajudando a aliviar os sintomas e acelerar a cicatrização. Borges *et al.* (2018) recomendam lubrificantes bucais e labiais para o manejo da xerostomia. Em casos de candidose, antifúngicos tópicos ou sistêmicos podem ser prescritos.

A compreensão aprofundada dessas complicações, bem como das estratégias para sua prevenção e tratamento, é fundamental para minimizar o impacto negativo da radioterapia na saúde bucal e na qualidade de vida dos pacientes.

Procedimentos metodológicos

Este estudo é uma revisão de literatura do tipo narrativa, que se concentra na análise de artigos científicos indexados. A seleção dos textos foi feita por meio de buscas em bases indexadas como Scielo, BVS Saúde, E- acadêmica, Inca e UniSão José. Para garantir que os artigos fossem relevantes às nossas perguntas de pesquisa, utilizamos descritores específicos na área de Ciências da Saúde, como: Sequelas orais, Sequelas bucais, Radioterapia de cabeça e pescoço, Câncer e Odontologia, todos em língua portuguesa

Foram selecionados nove artigos que compõem a base desta revisão narrativa. A escolha deles foi feita a partir dos títulos juntamente à leitura prévia dos resumos dos estudos em relação ao tema de pesquisa. Depois de uma análise mais detalhada, os principais resultados foram organizados em uma tabela que destaca os achados mais importantes, oferecendo uma visão clara e estruturada das complicações bucais relacionadas à radioterapia na região da cabeça e pescoço.

Na busca pelos artigos, foi utilizado o operador booleano "and" para refinar os resultados e garantir que apenas os estudos mais relevantes fossem incluídos. A pesquisa abrangeu o período de 2005 a 2023, proporcionando uma visão ampla e atualizada sobre o tema.

Resultados e discussões

Os resultados desta revisão de literatura confirmam a alta prevalência de complicações bucais em pacientes submetidos à radioterapia na região de cabeça e pescoço. As complicações mais frequentemente relatadas incluem xerostomia, disgeusia, mucosite, candidíase e osteorradição. Onde se destacou a significativa interferência dessas condições na qualidade de vida dos pacientes, afetando funções essenciais como alimentação e fala.

A revisão destacou que realizar uma higiene bucal adequada prévia, com orientações de higiene, bochechos e aplicação de flúor, junto com o acompanhamento odontológico regular, são medidas preventivas muito importantes. Manter uma higiene bucal cuidadosa durante a radioterapia também é fundamental para evitar complicações.

Quanto ao tratamento das possíveis complicações, a laserterapia se mostrou uma opção eficaz para tratar mucosite e xerostomia, ajudando na cicatrização e no alívio da dor. Além disso, o uso de lubrificantes bucais e labiais para aliviar a xerostomia, bem como antifúngicos para candidose, também foi ressaltado. Essas abordagens, discutidas ao longo da revisão, mostram a diversidade de estratégias disponíveis para diminuir os efeitos adversos da radioterapia na boca.

A análise dos resultados mostra que, embora haja um consenso geral sobre a presença de complicações bucais, cada estudo dá ênfase diferente a cada tipo de problema. Além disso, as abordagens de tratamento também variam: alguns estudos focam na higiene bucal, enquanto outros ressaltam a necessidade de intervenções odontológicas específicas. Essa diversidade de opiniões demonstra como o tema é complexo e reforça a importância de avaliar cada paciente de forma individualizada.

Considerações finais

Os objetivos desta revisão foram atingidos, oferecendo uma visão ampla das complicações bucais relacionadas à radioterapia em pacientes com câncer de cabeça e pescoço, além de discutir as opções de prevenção e tratamento disponíveis. A revisão evidenciou a importância da adequação bucal prévia, incluindo higiene oral, bochechos e aplicação de flúor, bem como o acompanhamento odontológico sistemático. Além disso, destacou-se a eficácia de intervenções como a laserterapia no tratamento de mucosite e xerostomia.

Participar dessa revisão ajudou significativamente na formação dos profissionais envolvidos, pois possibilitou um entendimento mais profundo sobre as complexas relações entre o tratamento oncológico e a saúde bucal. Além disso, reforçou a importância de uma abordagem multidisciplinar no cuidado ao paciente com câncer, com maior integração entre dentistas e oncologistas. A implementação de protocolos de prevenção e tratamento baseados em evidências é fundamental para reduzir as complicações bucais e melhorar a qualidade de vida desses pacientes.

Referências

1. DA FONSECA, Mariene Barboza et al. Principais sequelas bucais da radioterapia de cabeça e pescoço. **E-Acadêmica**, v. 3, n. 1, p. e2631123-e2631123, 2022.
2. SANSON, Isabella Paulino et al. Impacto da radioterapia na saúde bucal: principais complicações em pacientes com câncer de cabeça e pescoço. **E-Acadêmica**, v. 4, n. 2, p. e0742448-e0742448, 2023.
3. CARDOSO, Maria de Fátima Aparecida et al. Prevenção e controle das seqüelas bucais em pacientes irradiados por tumores de cabeça e pescoço. **Radiologia brasileira**, v. 38, p. 107-115, 2005.
4. BORGES, Bianca Segantini et al. Atendimento odontológico de paciente submetido à radioterapia em região de cabeça e pescoço: relato de caso clínico. **Revista de odontologia da universidade cidade de São Paulo**, v. 30, n. 3, p. 332-40, 2018.
5. SILVA, Amaro Ilídio Vespasiano; GALANTE, Célio; MANZI, Flávio Ricardo. Efeito da radiação ionizante sobre o paladar em pacientes submetidos a radioterapia para a região da cabeça e pescoço. **Radiologia Brasileira**, v. 44, p. 297-300, 2011.
6. DE ASSIS, DANIELLE SILVA; DE BRITO, MARIANA AFONSO ALVES; JUNIOR, PAULO ANDRÉ DE ALMEIDA. PROMOÇÃO DE SAÚDE BUCAL EM PACIENTES ONCOLÓGICOS. **Ciência Atual–Revista Científica Multidisciplinar do Centro Universitário São José**, v. 17, n. 2, 2021.
7. JHAM, Bruno Correia; DA SILVA FREIRE, Addah Regina. Complicações orais da radioterapia em cabeça e pescoço. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, v. 72, n. 5, pág. 704-708, 2006.
8. FREITAS, Daniel Antunes et al. Sequelas bucais da radioterapia de cabeça e pescoço. **Revista CEFAC**, v. 13, p. 1103-1108, 2011.
9. SAWADA, Namie Okino; DIAS, Adriana Marques; ZAGO, Marcia Maria Fontão. O efeito da radioterapia sobre a qualidade de vida dos pacientes com câncer de cabeça e pescoço. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 52, n. 4, p. 323-329, 2006.

DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO CAME PARA SIMULAÇÃO DE RESPIRAÇÃO HUMANA EM UM SIMULADOR RADIOTERÁPICO

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: G. MACEDO DE AGUIAR¹; M.SAVI²; R. PISTORELLO³; M.CARLOS DA SILVA⁴; J. COSTA⁵

Resumo:

Os simuladores antropomórficos são usados para estudo e treinamento a fim de não expor uma pessoa a experimentos. Por demanda de uma empresa parceira, existe a necessidade de construção de um simulador da respiração humana com intuito de aferir a qualidade de um sistema de radioterapia. Assim, o objetivo do presente trabalho é desenvolver um dispositivo para um simulador antropomórfico radiológico e dinâmico para controle de qualidade em radioterapia, que permita movimentos respiratórios superficiais e variados. Para este efeito foi utilizado o método apresentado por Rozenfeld, tal como diferentes técnicas e ferramentas projetuais. Os principais resultados obtidos demonstram que o modelo do simulador, e seu dispositivo mecânico, construído no campus através da impressão 3D é capaz de suprir uma lacuna de acesso às novas tecnologias. Oferecendo aos profissionais da clínica uma ferramenta valiosa para o aprimoramento da saúde.

Palavras-chave: Impressão 3D; Simulador; Mecanismo; Respiração Humana; Radioterapia.

Introdução

Conforme ICRU (1952), durante as duas primeiras décadas do século XX, há registros na literatura da introdução dos primeiros substitutos para tecido humano, com materiais como água e cera. Eles podem ser classificados de acordo com sua função primária: dosimétrica, calibração ou imageamento. Os simuladores de imageamento podem ser utilizados para simular o monitoramento dos tumores nos pacientes. A partir da retenção da respiração dos pacientes, com as tecnologias atuais, é possível incidir radiação no local exato das células malignas e evitar danos desnecessários aos órgãos.

Frente a esse cenário, em uma colaboração faculdade-empresa, este trabalho consiste em desenvolver um mecanismo a ser utilizado em um simulador de tórax

¹Estudante do curso CST Design de Produto do IFSC Câmpus Florianópolis, gabriela.a09@aluno.ifsc.edu.br.

²Docente [DAS / Radiologia] do IFSC Câmpus Florianópolis, matheus.savi@ifsc.edu.br.

³Docente [DAMM / CST Design de Produto] do IFSC Câmpus Florianópolis, roberto.pistorello@ifsc.edu.br

⁴Docente [DAMM / CST Design de Produto] do IFSC Câmpus Florianópolis, mcsilva@ifsc.edu.br

⁵Estudante do curso Eng. Mecatrônica do IFSC Câmpus Florianópolis, jaqueline.tc06@aluno.ifsc.edu.br.

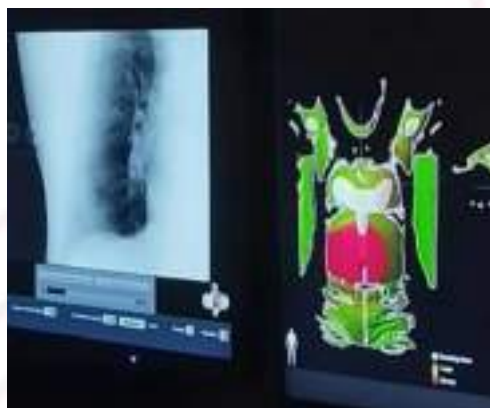
humano para controle de qualidade em radioterapia para a empresa. A RT Medical Systems é uma startup, com sede em Florianópolis, de dispositivos médicos que desenvolve soluções de software inovadoras para melhorar o diagnóstico e tratamento do câncer.

Fundamentação teórica

Nas últimas décadas, o Brasil tem experimentado um cenário de mudanças no que tange à incorporação da referência “inovação” nos processos educacionais, científicos, políticos e econômicos. Tal processo, no entanto, enfrenta diversas dificuldades, entre elas, aquelas ligadas ao histórico descompasso entre organizações universitárias e empresas, políticas pouco efetivas na promoção de desenvolvimento tecnológico, limitações nos financiamentos de C, T & I (Ciência, Tecnologia e Inovação). Portanto, para que a inovação assuma um papel estratégico na conjuntura social e econômica de nosso país, é necessário mitigar tais dificuldades para um avanço no desenvolvimento nacional como um todo. E diante das limitações de importação de produtos, provoca-se uma geração de alto custo para a pesquisa e inovação na área da saúde.

Neste contexto, existe a necessidade de criar um simulador eficiente e acessível para averiguar a qualidade do sistema de radioterapia, avaliando a movimentação da radiação – juntamente com uma câmera 4D - para poder irradiar o paciente no local correto onde se encontra o tumor (Figura 1).

Figura 1 - Imagens em tempo real do tumor captado pela câmera 4D



Fonte: Autor (2024)

Desta forma o objetivo deste trabalho é desenvolver um mecanismo que tem como função simular o movimento da respiração humana.

Procedimentos metodológicos

O método escolhido, para a criação deste produto, foi do Processo de Desenvolvimento do Produto (PDP), formulado por Rozenfeld (2006). A estrutura do modelo geral de fases foi utilizada de forma simplificada e as ferramentas aplicáveis adaptadas, sendo algumas delas diversificadas e abordadas por autores como Baxter (2011), Löbach (2001), Pazmino (2015), Back (2008), entre outros. Sendo a construção dele realizada no LabMAIS. Segue abaixo um resumo das principais atividades-chave da etapa de Desenvolvimento, citadas por Rozenfeld et al (2009) e adaptadas para o presente projeto:

I.Projeto Informacional: Elaboração das especificações-meta do produto para a construção do Came. Definição do problema de projeto. Busca de aspectos tecnológicos de produtos concorrentes - adaptadas ferramentas propostas por outros autores, como análise sincrônica e estado da arte, verificação de patentes, análise do ciclo de vida, definição de necessidades dos usuários e requisitos do produto.

II.Projeto Conceitual: Busca, criação, representação de dispositivos Cames e seleção de soluções e sistemas para o projeto. Cogitar possíveis SSCs (Sistemas, Subsistemas e Componentes). O processo de criação é livre de restrições, mas norteado pelos requisitos do produto. A representação é feita através de esquemas, sketches e desenhos computacionais. Representações 3D com formas simplificadas e breve modelagem, apenas funcional, do produto no *Fusion 360*. Do mesmo modo, na seleção de soluções foi usado ferramentas sugeridas por outros autores como matriz morfológica (BACK, 2008) e checklist de critérios de seleção (Pazmino, 2015).

III.Projeto Detalhado: Finalização das especificações do produto, para encaminhamento à manufatura. Integrar SSCs. Planejamento do processo de fabricação e montagem. Desenho técnico do Came. Prototipagem rápida do dispositivo. *Renderings* de visualização do sistema e produto no *Blender*.

IV.Preparação da Produção do Produto: Produção do protótipo do mecanismo. Definição do processo de produção e manutenção.

Resultados e discussões

As vantagens estudadas com a utilização da impressão 3D para o produto foram significativas. A peça Came se provou ser uma solução fácil e simples para a realização da função de geração de movimento linear ao corpo do simulador. A equipe médica relatou uma melhora ao realizar o controle de qualidade do equipamento de tratamento oncológico, o que facilitou o planejamento e execução dos procedimentos, e garantiu maior segurança na segurança da execução da rotina de trabalho da equipe.

Figura 2 - *Rendering* do dispositivo Came



Fonte: Autor (2024)

Considerações finais

O objetivo geral deste estudo foi alcançado, demonstrando que o modo de construção pelo processo aditivo para mecanismos componentes e confecção de simuladores em modelos tridimensionais (3D) proporciona benefícios para o controle de qualidade dos equipamentos. Sendo uma maneira rápida e acessível se comparado com os métodos de fabricação tradicionais. O protótipo desenvolvido permitiu a validação dos testes de movimento e visualização da simulação respiratória dos pacientes, auxiliando a

equipe médica na preparação e execução dos procedimentos com maior segurança. A atividade teve uma contribuição expressiva na formação profissional dos envolvidos, especialmente na integração de conhecimentos entre os cursos superiores ofertados no campus. A experiência prática foi enriquecedora, proporcionando um entendimento da tecnologia de modelagem e impressão 3D e suas aplicações na área médica. O empenho para concretizar a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão foram exitosos. O trabalho integrou estes três eixos de maneira coesa, promovendo a aplicação prática de conhecimentos teóricos, contribuindo para a pesquisa científica e atendendo às necessidades da comunidade médica. O time envolvido vislumbra a continuidade dessas ideias em atividades futuras, com a perspectiva de expandir as colaborações e aprofundar a integração entre as áreas acadêmica e prática.

Referência ao fomento recebido

Este trabalho foi desenvolvido utilizando recursos do Centro de Aplicações em Manufatura Aditiva (Camad) do IFSC, laboratório multiusuário estruturado com recursos da FAPESC. Assim, agradecemos o apoio concedido pela fundação.

Referências

- BACK, Nelson et al. **Projeto Integrado de produtos: Planejamento, Concepção E Modelagem**. 1a ed. São Paulo: Editora Manole, 2008.
- BAXTER, Mike. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. 3a ed. São Paulo: Blücher, 2011.
- LOBACH, Bernd. **Design Industrial: Bases para a Configuração dos Produtos Industriais**. 1o. Ed. São Paulo: Editora Blücher, 2001.
- PAZMINO. A.V. **Como se cria: 40 métodos para design de produtos**. 1o. Ed. São Paulo: Editora Blücher, 2015.
- ROZENFELD, H et al. **Gestão de Desenvolvimentos de Produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo, Editora Saraiva, 2006.
- SAVI, M.B.M.B. **Estudo de materiais e desenvolvimento de um simulador antropomórfico de cabeça e pescoço por meio de impressão 3D**. 2022. 126 p. Tese - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-04082022-143618/pt-br.php>. Acesso em: 14 ago. 2024

UMA ANÁLISE DO CONTEXTO DO EMPREENDEDORISMO JOVEM NA CIDADE DE CAÇADOR-SC

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: N. GONÇALVES¹; R. TOMAZINI²; G. LEMOS³; F. CRISAFULI⁴; D. R. ULLRICH⁵; E. G. VILLAR⁶.

Resumo: O estudo buscou identificar os desafios enfrentados por jovens, os quais enfrentam dificuldades burocráticas, concorrência desleal e limitações financeiras ao empreender. Neste estudo, abordou-se o conceito de empreendedor jovem e os dois tipos de empreendedorismo: por necessidade e por oportunidade. A metodologia adotada foi qualitativa de caráter descritivo, e foi realizada por meio de um estudo de casos múltiplos. Os sujeitos da pesquisa envolveram seis empreendedores jovens da cidade de Caçador/SC, e a análise dos dados foi feita por meio da técnica de análise de conteúdo temático. Os resultados evidenciam que o empreendedorismo jovem é marcado por diversidade, motivado por fatores como autonomia, impacto social e superação de limitações financeiras. Contudo, desafios como a inexperiência, baixa visibilidade e falta de infraestrutura ainda se destacam como barreiras significativas.

Palavras-chave: empreendedorismo jovem; desafios; motivações; negócio.

Introdução

O presente trabalho consiste em considerar os desafios que os jovens empreendedores enfrentam, entendendo como ocorre o processo empreendedor deste segmento. No cenário atual, o empreendedorismo jovem apresenta-se como um meio de gerar oportunidades econômicas, financeiras e emprego para essa faixa etária ao empreenderem seu próprio negócio (BULGACOV et al.; 2011).

A literatura ressalta que o empreendedorismo jovem compartilha desafios semelhantes de definição e delimitação da área geral (Fillion, 1999). Entre esses desafios, o jovem empreendedor precisa aprender a lidar com a burocracia do mundo corporativo e o aumento da concorrência no mercado. Soares e Machado (2005) ainda evidenciam que, além das limitações financeiras, os jovens empreendedores enfrentam obstáculos como a falta de mão de obra qualificada, experiência limitada e uma concorrência desleal.

O objetivo desta pesquisa consiste na identificação dos desafios e motivações de jovens no processo de empreender seu próprio negócio. Para isso, realizou-se uma pesquisa de casos múltiplos com empreendedores jovens participantes dentro de um

¹ Discente do Curso Técnico Int. em Administração, IFSC, Câmpus Caçador. nathan.g14@aluno.ifsc.edu.br

² Discente do Curso Técnico Int. em Administração, IFSC, Câmpus Caçador
gustavo.l2007@aluno.ifsc.edu.br

³ Discente do Curso Técnico Int. em Administração, IFSC, Câmpus Caçador. romulo.t26@aluno.ifsc.edu.br

⁴ Servidor - Professor EBTT - Área Física - IFSC, Câmpus Lages. fabiano.crisafuli@ifsc.edu.br

⁵ Servidor - Professor EBTT - Área Administração - IFSC, Câmpus Caçador. danielle.ullrich@ifsc.edu.br

⁶ Servidor - Professor EBTT - Área Administração - IFSC, Câmpus Caçador. eduardo.villar@ifsc.edu.br

núcleo empresarial para jovens empreendedores na cidade de Caçador.

Fundamentação teórica

O empreendedorismo jovem é um campo de estudo que ainda enfrenta desafios devido à escassez de pesquisas específicas. Segundo Firjan (2016), apesar do retorno financeiro ser um dos principais motivadores para iniciar o próprio negócio, outros aspectos, como a realização pessoal e a busca por qualidade de vida tiveram maiores destaques na motivação dos jovens para empreender. Entre as dificuldades enfrentadas por empreendedores jovens, destacam-se a falta de recursos financeiros, inexperiência e a ausência de um planejamento adequado (Soares; Machado, 2005; Fillion, 1999; Borges; Fillion; Simard, 2008).

Segundo Minola e Criouco (2011) os desafios do jovem empreendedor consistem em falta de conhecimento técnico e experiência na gerência de uma empresa sendo agravada pela pouca exposição à educação empreendedora que não é disponibilizada a fácil acesso no contexto do Brasil dos jovens. Dito isso, as motivações aos jovens são impulsionadas pelas oportunidades de mercado e pela busca de independência (Teixeira et al., 2000).

Os empreendedores por necessidade, geralmente são aquelas pessoas que não possuem trabalho formal, e passam a empreender para manter-se economicamente ativos na sociedade. (SILVA; ISTOE; SILVA, 2020).

O empreendedorismo por oportunidade ocorre quando o empreendedor identifica uma determinada necessidade ou desejo na sociedade. Em geral, esse tipo de empreendedorismo parte de uma escolha individual, em que a pessoa tem habilidades a serem exploradas em favor do mercado. (MARQUES, 2020).

Procedimentos metodológicos

Quanto aos procedimentos, esta pesquisa é realizada por meio de estudos de casos múltiplos. Segundo Yin (2001), o estudo de casos múltiplos é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo dos fatos objetos de investigação. A pesquisa, quanto aos objetivos, classifica-se como descritiva, pois visa a obtenção de informações relacionadas à situação atual de um fenômeno, e envolve dados que descrevem a forma como se dá uma determinada situação. Em relação a abordagem do problema, essa pesquisa possui cunho qualitativo. Segundo Triviños (1987), a abordagem de caráter qualitativo trabalha os dados buscando seu significado, tendo como base a percepção do fenômeno dentro

do seu contexto. O público-alvo do estudo são os empreendedores jovens associados ao núcleo da “Alcateia Empreendedora”, parte da Associação Comercial e Industrial da cidade. A coleta de dados foi realizada de julho a novembro de 2024, de maneira semipresencial. Para coleta de dados foi utilizado um roteiro de entrevista semiestruturada. A análise dos dados será feita por meio da técnica de análise temática de conteúdo temático. Segundo Trivinõs (1987, p. 158), “a análise de conteúdo é um método que pode ser aplicado tanto na pesquisa quantitativa, como na investigação qualitativa.

Resultados e discussões

Os dados que compõem esta subseção tem a finalidade de apresentar informações acerca dos participantes desta pesquisa, bem como características da organização e operacionalização dos movimentos empreendedores em destaque nesta análise.

Convidou-se para esta pesquisa 30 (trinta) jovens empreendedores de ramos diferentes, obtendo-se o aceite de 6 (seis) participantes, os quais são caracterizados no Quadro 1 a seguir

Entrevistados	Ramo	Desafios	Apoiadores	Motivações
A	Contábil	Sem sede física	Colegas empreendedores	Ser dono do seu próprio tempo
B	Barbearia	Incerteza e insegurança	Amigos e família	Se diferenciar
C	Engenharia	Inexperiência	Família e clientes	Dono do próprio tempo
D	Advocacia	Baixa visibilidade	Não teve apoio	Dinheiro e mudar vidas
E	Autopeças	Conquistar respeito	Família	Seguir o legado familiar
F	Fitness	Inexperiência financeira	Amigos e família	Melhorar a vida das pessoas

No Quadro 1 pode-se perceber que os jovens empreendedores entrevistados atuam em ramos distintos, mostrando a diversidade de áreas existentes.

Parte dos entrevistados enfrentaram desafios semelhantes em seu início no empreendedorismo jovem, dos quais destaca-se a inexperiência, a incerteza, a falta de estrutura como também a pouca visibilidade no mercado, assim como a dificuldade de conquistar o respeito de empreendedores consolidados e do público em geral.

Observou-se ainda que o empreendedorismo é uma jornada desafiadora, e o apoio inicial que estes jovens receberam, desempenha um papel significativo nessa trajetória. Como principais apoiadores dos empreendedores, foram familiares, amigos e clientes. Dentre as motivações elencadas pelos entrevistados, a possibilidade de ter autonomia, superar os limites financeiros e se diferenciar na maneira de ganhar dinheiro são os pontos de maior interesse em comum.

Considerações finais

Nesta pesquisa analisou-se as dificuldades enfrentadas por jovens para a criação e implementação de um negócio. Os resultados evidenciam que o empreendedorismo jovem é marcado por diversidade, motivado por fatores como autonomia, impacto social e superação de limitações financeiras. Contudo, desafios como a inexperiência, baixa visibilidade e falta de infraestrutura ainda se destacam como barreiras significativas.

A partir disso, torna-se importante o fortalecimento de redes de apoio, o acesso à capacitação e a criação de ambientes colaborativos. Embora o estudo tenha se limitado a jovens de um único núcleo empresarial, ele oferece subsídios para futuras investigações e para o desenvolvimento de políticas de incentivo ao empreendedorismo jovem em contextos empresariais.

Referências

BORGES, C.; FILION, L. J.; SIMARD, G. Jovens empreendedores e o processo de criação de empresas. *Revista de Administração Mackenzie (Online)*, São Paulo, v. 9, n. 8, p. 39-63, dez., 2008.

BULGACOV, Y. L.; CUNHA, S. K.; CAMARGO, D.; MEZA, M. L.; BULGACOV, S. Jovem

empreendedor no Brasil: a busca do espaço da realização ou a fuga da exclusão? Revista de Administração Pública, v. 45, n. 3, p. 695-720, 2011.

FILION, Louis Jacques. Empreendedorismo: empreendedores e proprietários de pequenos negócios. Revista da Administração. Universidade de São Paulo v.34, n.2, abril/jun 1999, pp.05-28.

FIRJAN .**Jovens Empresários Empreendedores**. Valores, crenças e relação com o trabalho. 2016.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

MARQUES, José Roberto. As principais diferenças entre empreendedor por necessidade e oportunidade. 2020.

MINOLA, L. C. T.; CRIOUCO, G. Youth Entrepreneurship: Proposal of an assessment scheme for policy Initiatives.

SILVA, Juliana Aparecida Moura; ISTOE, Sérgio Elias; SILVA, Edimara Bizerra. Empreendedorismo: necessidade X oportunidade. In: V Expociência - Faculdade Metropolitana São Carlos - FAMESC, 2020.

SOARES, M. A. F.; MACHADO, H. P.V. Jovens empreendedores: perfil, dificuldades na gestão e perspectivas dos empreendimentos. In: Encontro de Estudos sobre Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas (EGEPE), Anais [...], Curitiba, 2005.

TEIXEIRA, J. C. Notícias. **Revista do Banco do Nordeste**. Fortaleza, 2000.

TRIVIÑOS, Augusto N. S. **Introdução à pesquisa em Ciências Sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2.ed. Porto Alegre, 2001.

PROJETO E VALIDAÇÃO DE UM SISTEMA TRIBOLÓGICO PINO-SOBRE-DISCO

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: J. L. DA SILVA¹; J. L. JERÔNIMO²; J. L. JERÔNIMO³; I. BONETTI⁴; A. KRELLING⁵.

EPE PROPPI/PROEX/03/2024
Projeto de Ensino, Pesquisa e Extensão

Resumo:

Este projeto teve como objetivo principal validar o funcionamento de um tribômetro do tipo pino-sobre-disco. Foram realizados ensaios tribológicos, avaliando o coeficiente de atrito e o desgaste de amostras. Os resultados experimentais apresentaram boa correlação com dados fornecidos por outro equipamento já validado, confirmando que o tribômetro é funcional para aplicações acadêmicas e laboratoriais. O desenvolvimento deste trabalho promoveu a integração dos pilares do ensino, pesquisa e extensão. No ensino, a bolsista, que é estudante de graduação, participou ativamente de todas as etapas do projeto, fortalecendo a aprendizagem prática e o raciocínio experimental. Na pesquisa, a validação do tribômetro contribuiu para a consolidação de uma infraestrutura acessível para estudos na área de tribologia dentro do campus. Já na extensão, o equipamento validado poderá ser utilizado em atividades com instituições de ensino parceiras e em projetos de iniciação científica. Assim, o projeto reafirma o papel da educação pública na geração e difusão do conhecimento técnico e científico.

Palavras-chave: tribômetro; tribologia; atrito; desgaste; validação.

Introdução

A tribologia, ao estudar o desgaste, tem mostrado grande importância econômica e ambiental. Setores como transporte, eletricidade e agricultura podem alcançar economias significativas com a aplicação dos avanços tribológicos (HOLMBERG; ERDEMIR, 2017). Embora perdas individuais de energia e material possam parecer pequenas, sua repetição em milhões de máquinas gera custos elevados (FINDIK, 2014). Nesse contexto, é crucial

¹Estudante do curso de bacharelado em engenharia elétrica do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Joinville, jessica.l10@aluno.ifsc.edu.br.

²Servidor área de mecânica do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Joinville, jefferson.jeronimo@ifsc.edu.br.

³Servidora da área de elétrica do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Joinville, joice.jeronimo@ifsc.edu.br.

⁴Servidor área de mecânica do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Joinville, ivrandro@ifsc.edu.br.

⁵Servidor área de mecânica do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Joinville, anael.krelling@ifsc.edu.br.

desenvolver superfícies mais resistentes ao desgaste e reduzir os custos operacionais, buscando soluções para prolongar a vida útil dos equipamentos industriais (WOOD et al., 2018).

Este trabalho visava a construção e validação de um tribômetro para realizar ensaios de desgaste por deslizamento, conforme a norma ASTM G99. Ao integrar ensino, pesquisa e extensão, a proposta busca aplicar conhecimentos acadêmicos na prática, favorecendo o desenvolvimento de soluções à realidade industrial.

Descrição do público envolvido

A fundamentação teórica deste trabalho partiu do entendimento de que o desgaste e o atrito são fatores centrais de perda de desempenho mecânico, desperdício de materiais e consumo excessivo de energia. A tribologia, ciência que estuda o atrito, o desgaste e a lubrificação, ofereceu subsídios para reduzir esses impactos e melhorar a eficiência de sistemas mecânicos. Estimativas indicam que, com o uso adequado do conhecimento tribológico, é possível reduzir perdas por desgaste em até 20%, representando uma economia significativa em escala industrial (FINDIK, 2014). O uso de tribômetros — equipamentos voltados à simulação de condições reais de atrito e desgaste — permitiu análises precisas para a caracterização de materiais e o desenvolvimento de soluções voltadas à maior durabilidade de máquinas e componentes (RADI et al., 2007).

Com forte caráter extensionista, o projeto atendeu a diferentes públicos envolvidos com a temática da tribologia. Em primeiro lugar, destacou-se a participação de estudantes da área de mecânica do IFSC-Joinville, que poderão realizar aulas práticas, integrando teoria e prática e qualificando sua formação profissional. O equipamento também será utilizado por estudantes de graduação para a realização de trabalhos de conclusão de curso (TCC).

Adicionalmente, o projeto contemplará a utilização do tribômetro por profissionais de pós-graduação — especialização, mestrado e doutorado — que necessitem de infraestrutura laboratorial para a condução de ensaios tribológicos.

A iniciativa contou também com a colaboração da comunidade externa, representada pelo Grupo de Pesquisa “Metalurgia do Pó e Materiais Particulados” da UDESC-Joinville, liderado pelos professores César Edil da Costa e Júlio César Giubilei Milan. Os docentes da UDESC participaram ativamente do projeto, compartilhando

informações sobre o processo de validação de equipamentos de desgaste e resultados de ensaios interlaboratoriais, o que caracterizou uma colaboração científica e tecnológica de via dupla.

Assim, a comunidade externa não foi apenas beneficiária, mas parte integrante da equipe executora do projeto, fortalecendo os vínculos entre ensino, pesquisa e extensão.

Procedimentos metodológicos

O projeto iniciou com a definição dos parâmetros técnicos do tribômetro pino-sobre-disco, como força aplicada e diâmetro da pista de desgaste. Concomitantemente, a bolsista desenvolveu o sistema de controle e aquisição de dados. A interface com o usuário é realizada por meio de um display touch controlado por Arduino MEGA, que também aciona um driver AKMP5-2 responsável pelo controle de um motor de passo modelo 42CM05-1A. Para o monitoramento da força aplicada, utilizou-se um Arduino UNO em conjunto com o amplificador de sinal HX711.

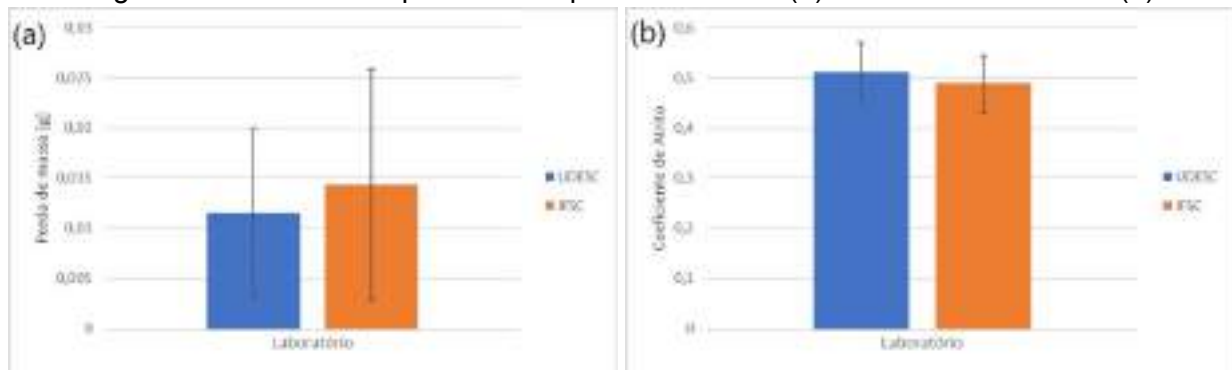
A validação do equipamento foi feita com cinco ensaios de desgaste a seco, utilizando esfera de Al_2O_3 como contra-corpo, carga de 10 N, velocidade de 0,1 m/s, raio da pista de 6 mm e distância total de 1000 m. A perda de massa foi determinada por pesagens realizadas antes e depois dos ensaios, com balança de precisão Sartorius modelo QUINTIX125D-10BR.

Os ensaios realizados no tribômetro do IFSC foram comparados com os do equipamento validado da UDESC-Joinville, permitindo verificar sua eficácia.

Resultados e discussões

Os ensaios realizados permitiram obter dados do tribômetro desenvolvido no IFSC-Joinville e compará-lo ao equipamento já validado da UDESC-Joinville. Os resultados obtidos para perda de massa e coeficiente de atrito estão apresentados na Figura 1. Em relação à perda de massa, observou-se que os valores obtidos nos dois laboratórios foram estatisticamente equivalentes, mesmo com a presença de um desvio padrão elevado. Essa variação é esperada em ensaios do tipo pino-sobre-disco.

Figura 1 – Gráficos comparativos de perda de massa (a) e coeficiente de atrito (b)



Fonte: Autor (2025).

Para o coeficiente de atrito, os valores médios foram próximos: $0,51 \pm 0,06$ nos ensaios conduzidos na UDESC e $0,49 \pm 0,06$ nos realizados no IFSC. A semelhança entre os resultados confirma a capacidade do tribômetro de fornecer medições confiáveis. Dessa forma, considera-se que o equipamento desenvolvido no IFSC-Joinville foi validado para a realização de ensaios tribológicos, conforme a norma ASTM G99.

Como produto final, obteve-se um tribômetro pino-sobre-disco funcional, equipado com um sistema de controle por display touchscreen. Durante o ensaio, o sistema realiza a aquisição contínua da força de atrito, cujos dados são armazenados automaticamente em um cartão de memória no formato de planilha “.xlsx”.

Figura 2 – Vista geral do equipamento e detalhada do sistema de aquisição de dados



Fonte: Autor (2025).

Além da construção do equipamento, o projeto proporcionou avanços para a bolsista envolvida, que participou ativamente de todas as etapas. Assim, os resultados obtidos não apenas validaram o equipamento, mas também demonstraram a relevância da integração entre ensino, pesquisa e extensão para o avanço tecnológico e formativo.

Considerações finais

O tribômetro desenvolvido no IFSC-Joinville foi validado por comparação com o equipamento da UDESC-Joinville, atendendo aos critérios estabelecidos pela norma ASTM G99.

A construção do tribômetro e o uso de suas tecnologias contribuíram para o aprendizado dos envolvidos. A bolsista, em particular, obteve experiência prática, aplicando conhecimentos.

A parceria entre o IFSC e a UDESC foi essencial para o sucesso do projeto, promovendo uma interação entre ensino, pesquisa e extensão.

Para o futuro, o projeto pode ser aprimorado com a otimização da interface, visando a melhoria na experiência dos usuários.

Referência ao fomento recebido

Os membros do projeto PJ128-2023 expressam sua gratidão ao IFSC pelo apoio concedido ao projeto aprovado no âmbito do Edital EPE PROPPI/PROEX/03/2024.

Referências

FINDIK, F. Latest progress on tribological properties of industrial materials. *Materials and Design*, v. 57, p. 218–244, 2014.

HOLMBERG, K.; ERDEMIR, A. Influence of tribology on global energy consumption, costs and emissions. *Friction*, v. 5, n. 3, p. 263–284, 2017.

RADI, P. A.; SANTOS, L. V.; BONETTI, L. F.; TRAVA-AIROLDI, V. J. Tribologia, Conceitos e Aplicações. Anais do XIII ENCITA, v. 1991, p. 1–13, 2007. São José dos Campos: ITA.

WOOD, R. J. K.; HERD, S.; THAKARE, M. R. A critical review of the tribocorrosion of cemented and thermal sprayed tungsten carbide. *Tribology International*, v. 119, p. 491–509, 2018.

DESENVOLVIMENTO DE ADITIVO ANTIOXIDANTE ALTERNATIVO PARA PRODUÇÃO DE PRODUTOS CÂRNEOS COM SELO ARTE

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: V. ELY GIORDANO¹; A. J. ETGES¹; G. BONAMIGO DINON¹; K. W GOMES SOUZA¹; R. GARCIA BARBOSA²

Edital nº. 12/2024/PROPII - Desafio IFSC de ideias inovadoras
Projeto de Pesquisa

Resumo:

Produtos alimentícios certificados com o selo Arte são alimentos de origem animal elaborados de forma artesanal, seguindo receitas e processos tradicionais, regionais ou culturais, e inspecionados pelo Serviço de Inspeção Oficial. Para obter esse selo, as empresas devem minimizar o uso de ingredientes industrializados, vedando a utilização de aditivos como corantes, aromatizantes e outros cosméticos. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi de avaliar o uso do extrato de sálvia (*Salvia officinalis L.*) para utilização como antioxidante natural para ser empregado em produção artesanal de produtos cárneos com selo arte, nos quais não é permitido uso de eritorbato de sódio ou ácido ascórbico. A eficácia do antioxidante foi testada durante 4 dias em nível de 0,05 % (F1), 0,10 % (F2), 0,3 % (F3) de extrato de sálvia e comparado com 0,1 % (F4) de antioxidante químico padrão de eritorbato de sódio e com (F5) sem o uso de antioxidante. Foram testados em carne fresca de suíno, bovino e frango, no qual foram avaliados quanto a rancificação avaliada após o cozimento das amostras por análise sensorial com painel treinado e avaliação de cor por colorímetro. Observou-se redução da oxidação das três espécies de animais com o uso de 0,3 % de extrato de salvia, mostrando-se este antioxidante natural com superior capacidade antioxidante, tanto na avaliação da coloração quanto com relação a preferência sensorial por parte dos avaliadores.

Palavras-chave: selo arte; antioxidante natural; indústria cárnea

Introdução

O número de produtos com selo Arte vem aumentando muito no Brasil ultimamente, já que a aquisição do selo não só difere o produto dos demais no mercado, como também possibilita que esses produtos agreguem valor, aumentando o preço com

¹ Estudante do curso Integrado ao Ensino Médio em Alimentos do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, vinicius.eg@aluno.ifsc.edu.br; anajuliaetges@gmail.com; bonamigogabi09@gmail.com; gomeskhauan069@gmail.com

² Servidora de Processamento de Alimentos do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, roberta.barbosa@ifsc.edu.br

que podem ser justamente comercializados. Entretanto, esses benefícios surgem com uma condição: o número de ingredientes deve ser reduzido ao mínimo possível, bem como é vetado o uso de aditivos químicos além do nitrito.

O presente trabalho busca encontrar formas de expandir o leque de opções para empresas que possuem, e muitas vezes dependem, do selo ARTE. Com base nisso, partiu-se do pressuposto de que a sálvia (*Salvia officinalis* L.) possui altas concentrações de compostos fenólicos que podem agir como antioxidantes e a partir disso, testou-se sua capacidade de retardar os processos de oxidação em produtos cárneos, bem como o impacto que isso teria nos aspectos sensoriais do produto.

Fundamentação teórica

Segundo a revista Nature (2024), um estudo que analisou mais de 20 espécies de sálvia, realizado por Moshari-Nasirkandi, A., Iaccarino, N., Romano, F. *et al.* comprovou a existência de compostos bioativos, como flavonoides, polifenóis e taninos, além de atividade antioxidante. Os resultados revelaram que cada espécie possui um perfil fitoquímico distinto com propriedades funcionais relevantes, como efeitos anti-inflamatórios e cardioprotetores. Esses achados indicam o potencial da *Salvia* como fonte natural de antioxidantes para aplicação na indústria de alimentos, especialmente em produtos funcionais e conservantes naturais.

Ao analisar os dados fornecidos pelo site do Governo Federal (BRASIL, 2025) em vários anos, nota-se um crescimento expressivo no mercado de produtos com selos ARTE, tanto em nível nacional quanto estadual (SC). No cenário nacional, houve um aumento contínuo no número de produtos com selos entre 2021 e 2025, alcançando aproximadamente 2.300 unidades neste ano. Em Santa Catarina, o mercado estadual também apresenta uma oportunidade relevante, com 233 produtos existentes no setor em 2022, o que demonstra um crescimento de 45% relativo ao ano anterior (2021). Esses dados evidenciam uma tendência consolidada de valorização de produtos certificados e mais sustentáveis.

Procedimentos metodológicos

Primeiramente foi realizada a aquisição do extrato fluido de sálvia, e este foi aplicado em carne resfriada de suíno, bovino e frango. As carnes foram adquiridas no comércio local de São Miguel do Oeste - SC. A eficácia do antioxidante foi testada durante 4 dias em nível de 0,05 % (F1), 0,10 % (F2), 0,3 % (F3) de extrato de sálvia e comparado com 0,1 % (F4) de antioxidante químico padrão de eritorbato de sódio e com (F5) sem o uso de antioxidante. Uma vez prontas as amostras, elas foram submetidas a uma análise colorimétrica com colorímetro Delta Vista, conforme o Instituto Adolfo Lutz (2008) - Método CieLab - a, b, L, C, H e deixadas embaladas em filme plástico, sob refrigeração de 0 a 5 °C (condição normal de armazenamento desse tipo de alimento) por quatro dias.

Após o períodos, foi realizada análise sensorial das amostras assadas a 180 °C por 20 minutos, feita com avaliadores treinados, buscando resultados comparativos, no qual fora solicitado qual das formulações era mais agradável, além da repetição das análises de cor.

Resultados e discussões

A análise de estabilidade mostrou que o antioxidante feito à base do extrato de sálvia foi eficiente para todas as espécies de animais avaliadas. As formulações que apresentaram menor concentração de antioxidante de sálvia, com uso de antioxidante químico ou na ausência de antioxidante apresentaram valores menores de colocação a, típica de produtos cárneos frescos; apresentando então maior oxidação que quando comparado a F3, formulação que apresentou 0,3 % de uso de extrato de sálvia. A melhoria da coloração do valor de a foi evidenciada com o aumento progressivo na concentração do extrato de sálvia conforme mostra a Figura 1 abaixo (F1 até F5, da esquerda para direita).

Figura 1 - Resultado visual do teste de estabilidade de cor das amostras de carne bovina com o uso de antioxidante



Fonte: De autoria própria. Da esquerda para a direita: 0,05 % (F1), 0,10 % (F2), 0,3 % (F3) de extrato de sálvia, 0,1 % (F4) de antioxidante químico padrão de eritorbato de sódio e (F5) sem o uso de antioxidante.

Do ponto de vista sensorial, os avaliadores classificaram as formulações com extrato de sálvia como melhores, quanto maior a aplicação do extrato.

Considerações finais

Finalmente, considera-se que os resultados não só foram alcançados, já que comprovou-se a capacidade do extrato de sálvia como antioxidante, como também foram superados, mostrando ter uma capacidade de extensão de vida útil até maior do que os aditivos químicos normalmente utilizados para esse fim, além de proporcionar um sabor adicional que, embora restrinja seu uso para produtos doces, é uma adição positiva para os quesitos sensoriais dos produtos salgados cárneos, visto que superou as formulações padrões em análises comparativas. A partir desse viés, estudos de campo poderiam ser feitos para viabilizar o extrato de sálvia como um real aditivo a ser utilizado, não só para empresas com selo ARTE, mas também para qualquer indústria alimentícia que vise os benefícios que os aditivos naturais podem trazer.

Do ponto de vista educacional, os estudantes voluntariamente envolvidos mostraram-se proativos e empenhados no desenvolvimento das atividades, garantindo que os conhecimentos adquiridos com pesagem, elaboração de produtos, funcionamento

de antioxidantes, entre outros, fossem aprendidos de maneira marcante e prática, assegurando que compreendam não só o processo e seu funcionamento, bem como a importância de vários conteúdos abordados em outras disciplinas em sala de aula.

Além do mais, pela participação dos alunos no desafio IFSC ideias inovadoras com esse projeto, o aprendizado se estendeu para além dos conhecimentos técnicos da área de alimentos, chegando até na área do empreendedorismo e gestão.

Referência ao fomento recebido

O projeto fez parte do Edital nº. 12/2024/PROPPI - Desafio IFSC de ideias inovadoras, sem incentivo financeiro no início do trabalho. O grupo ganhou primeiro lugar no projeto recebendo premiação, e com isso incentivo financeiro.

Referências

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Acesso em: 06 mai 2025. Disponível em:

<<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/selo-arte-selo-queijo-artesanal>>

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. p. 21-22.

Moshari-Nasirkandi, A., Iaccarino, N., Romano, F. *et al.* Análise baseada em quimiometria do perfil fitoquímico e da atividade antioxidante de espécies de *Salvia* do Irã. *Sci Rep* 14 , 17317 (2024). Acesso em: 06 mai 2025. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1038/s41598-024-6842>>

AValiação DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE GEOPOLÍMEROS PRODUZIDOS A PARTIR DE DIFERENTES PRECURSORES

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

M. V. SILVEIRA¹; A. FRARE²; A. G. BORÇATO³

Edital nº 02/2024/PROPII/UNIVERSAL
Projeto de Pesquisa

Resumo:

A produção de cimento Portland está entre as principais fontes de emissões de CO₂ da indústria da construção, o que tem motivado o desenvolvimento de alternativas mais sustentáveis, como os geopolímeros. Esses materiais cimentícios são obtidos por meio da ativação alcalina de precursores ricos em sílica e alumina, podendo empregar resíduos industriais como matéria-prima. Este trabalho teve como objetivo avaliar a resistência à compressão de geopolímeros produzidos a partir de diferentes precursores: metacaulim (MK), resíduo de tijolo cerâmico (RT) e escória (EC). Foram produzidas misturas com substituições de 25% e 50% de MK e RT por EC, utilizando hidróxido de sódio e silicato de sódio como ativadores alcalinos. A resistência à compressão dos geopolímeros foi avaliada aos 7 e 28 dias. Os resultados mostraram que a incorporação de EC promoveu ganhos significativos de resistência, atribuídos à sua alta reatividade. As misturas MK50 e RT50 apresentaram os melhores desempenhos, alcançando 58,51 MPa e 53,49 MPa, respectivamente, aos 28 dias. Conclui-se que a incorporação de EC pode contribuir para o desenvolvimento de geopolímeros de alto desempenho, além de favorecer a valorização de resíduos e a redução do impacto ambiental na construção civil.

Palavras-chave: Geopolímero; Metacaulim; Resíduo de tijolo cerâmico; Escória.

Introdução

A produção de cimento Portland causa grande impacto ambiental devido ao alto consumo de energia e recursos naturais, além da significativa quantidade de emissões de CO₂ durante seu processo produtivo (Zhao *et al.*, 2021). O desenvolvimento de tecnologias alternativas ao cimento Portland tem o potencial de contribuir para a redução global das emissões de CO₂ da indústria cimenteira (Miller *et al.*, 2018). Os geopolímeros pertencem à categoria de tecnologias alternativas e inovadoras para a indústria da construção. A redução no consumo de energia e nas emissões de CO₂ resultantes do processo de produção de geopolímeros pode ser significativa (Hasanbeigi *et al.*, 2012). Ao contrário do

¹ Discente do curso Técnico em Edificações do Instituto Federal de Santa Catarina, maria.vs2006@aluno.ifsc.edu.br

² Docente do Instituto Federal de Santa Catarina, andreza.frare@ifsc.edu.br

³ Docente do Instituto Federal de Santa Catarina, allan.borcato@ifsc.edu.br

cimento Portland, esses materiais são baseados em matérias-primas naturais ou em subprodutos industriais minimamente processados. Além disso, diversos resíduos, como resíduos industriais, agrícolas e municipais podem ser utilizados na produção de geopolímeros (Asim *et al.*, 2019).

Contudo, a variabilidade dos precursores e a falta de padronização dos processos ainda limitam sua aplicação em larga escala. Diante disso, este trabalho tem como objetivo avaliar a resistência à compressão de geopolímeros produzidos a partir de diferentes precursores: metacaulim (MK), resíduo de tijolo cerâmico (RT) e escória (EC).

Fundamentação teórica

Geopolímeros são materiais cimentícios obtidos por meio da ativação alcalina de precursores ricos em sílica (Si) e alumina (Al), como cinzas volantes, escórias de alto-forno e metacaulim. Usualmente, a ativação alcalina é realizada com hidróxido de sódio e silicato de sódio. Esse processo desencadeia uma série de reações que resultam em uma estrutura tridimensional altamente estável e resistente (Asim *et al.*, 2019). Por apresentarem propriedades como elevada resistência mecânica, durabilidade e resistência química, os geopolímeros vêm sendo estudados como uma alternativa viável e sustentável ao cimento Portland em diversas aplicações na construção civil.

Estudos comparativos entre materiais geopoliméricos e materiais à base de cimento Portland demonstram que, além da redução de emissões de CO₂, os geopolímeros também podem apresentar desempenho técnico competitivo, podendo, inclusive, superar o cimento convencional em certos contextos (Zhao *et al.*, 2021). No entanto, a viabilidade do uso de geopolímeros em escala industrial ainda encontra entraves técnicos, como a variabilidade química dos precursores utilizados, que impacta diretamente na reatividade do material e na estabilidade do produto final.

Além disso, os geopolímeros permitem o aproveitamento de resíduos sólidos, como subprodutos da indústria siderúrgica, resíduos agrícolas e resíduos urbanos. Assim, a utilização desses materiais como precursores geopoliméricos contribui para a mitigação de problemas ambientais relacionados ao descarte inadequado e à poluição, promovendo práticas alinhadas à economia circular (Hasanbeigi *et al.*, 2012).

Dessa forma, o desenvolvimento de geopolímeros a partir de diferentes precursores constitui uma abordagem estratégica para a construção de uma indústria da construção civil

mais sustentável, baseada na redução das emissões de CO₂, na valorização de resíduos e na inovação tecnológica.

Procedimentos metodológicos

Os precursores avaliados para a produção dos geopolímeros foram metacaulim (MK), resíduo de tijolo cerâmico (RT) e escória (EC). O MK foi obtido comercialmente, enquanto o RT e a EC foram obtidos por meio de doações. Hidróxido de sódio (HS) e silicato de sódio (SS) foram utilizados como ativadores alcalinos. A Tabela 1 apresenta a dosagem das misturas de geopolímeros avaliadas. A partir das misturas de referência (MK00 e RT00), foram desenvolvidas mais duas misturas de geopolímero para cada precursor principal, por meio da substituição, em massa, do MK ou do RT por EC. Os teores de substituição adotados foram de 25% e 50%.

Tabela 1 – Dosagem das misturas de geopolímero

ID	MK (kg)	RT (kg)	EC (kg)	SS (kg)	HS (kg)	Água (kg)
MK00	100,00	-	-	65,90	11,16	27,90
MK25	75,00	-	25,00	65,90	11,16	27,90
MK50	50,00	-	50,00	65,90	11,16	27,90
RT00	-	100,00	-	65,90	11,16	27,90
RT25	-	75,00	25,00	65,90	11,16	27,90
RT50	-	50,00	50,00	65,90	11,16	27,90

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Inicialmente, o hidróxido de sódio foi diluído em água, e a solução resultante foi misturada com o silicato de sódio para a produção do ativador alcalino. Em seguida, o ativador alcalino permaneceu em repouso por 24 horas para atingir o equilíbrio térmico com o ambiente. Os geopolímeros foram então preparados pela mistura dos precursores com o ativador alcalino em um misturador de argamassa, durante 2 minutos. Por fim, a areia foi incorporada à mistura, e o material foi misturado por mais 2 minutos. A incorporação de areia foi necessária para evitar a retração excessiva dos materiais geopoliméricos produzidos. A areia utilizada apresentou granulometria entre 0,15 mm e 1,2 mm, e a relação areia/ligante adotada foi igual a 1. Após a mistura das matérias-primas, os corpos de prova foram moldados em moldes cúbicos (40 mm), conforme a norma ASTM C109. Após 24 horas, as amostras foram desmoldadas, envolvidas em filme plástico e mantidas sob condição de cura ambiente até as idades de ensaio.

Resultados e discussões

A Tabela 2 apresenta a resistência à compressão dos geopolímeros aos 7 e 28 dias de idade. Os resultados mostraram que a substituição do RT ou do MK pela EC influenciou significativamente o comportamento mecânico dos geopolímeros. Para as misturas com substituição de MK por EC, os aumentos foram de 100,2% e 222,2% para as misturas MK25 e MK50, respectivamente, quando comparadas à mistura MK00 aos 28 dias de idade. De modo similar, os aumentos foram de 63,8% e 130,2% para as misturas RT25 e RT50, respectivamente, em comparação com a mistura RT00 aos 28 dias de idade. Esse comportamento pode ser explicado pela alta reatividade da EC. Dessa forma, ao substituir um material de baixa reatividade por outro de alta reatividade, houve o desenvolvimento de maiores resistências à compressão nos geopolímeros. Além disso, os maiores valores de resistência à compressão foram alcançados nas misturas MK50 e RT50, as quais apresentaram um teor de 50% de substituição do MK e RT pela EC. Nessas misturas, foi possível alcançar resistências à compressão de 58,51 MPa e 53,49 MPa aos 28 dias de idade, respectivamente.

Tabela 2 – Resistência à compressão aos 7 e 28 dias

ID	7 dias (MPa)	28 dias (MPa)
MK00	9,71	18,16
MK25	25,24	36,36
MK50	43,71	58,51
RT00	18,30	23,24
RT25	33,64	38,06
RT50	44,62	53,49

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Considerações finais

A partir da execução do programa experimental, pode-se concluir que o desenvolvimento de geopolímeros a partir de diferentes precursores é um processo complexo, devido às distintas composições químicas e mineralógicas desses materiais. Além disso, conclui-se que a incorporação de EC permite alcançar resistências mecânicas elevadas, quando comparada aos precursores MK e RT.

Referência ao fomento recebido

Esta pesquisa recebeu fomentos do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) por meio do Edital nº 02/2024/PROPPI/UNIVERSAL.

Referências

ASIM, N.; ALGHOUL, M.; MOHAMMAD, M.; et al. Emerging sustainable solutions for depollution: Geopolymers. **Construction and Building Materials**, v. 199, p. 540–548, 2019.

ASTM International. C109/C109M-20b **Standard test method for compressive strength of hydraulic cement mortars** (using 2-in. or [50 mm] cube specimens), ASTM International, West Conshohocken, Pennsylvania, 2020.

HASANBEIGI, A.; PRICE, L.; LIN, E. Emerging energy-efficiency and CO₂ emission-reduction technologies for cement and concrete production: A technical review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n. 8, p. 6220–6238, 2012.

MILLER, S. A.; JOHN, V. M.; PACCA, S. A.; HORVATH, A. Carbon dioxide reduction potential in the global cement industry by 2050. **Cement and Concrete Research**, v. 114, p. 115–124, 2018.

ZHAO, J.; TONG, L.; LI, B.; et al. Eco-friendly geopolymer materials: A review of performance improvement, potential application and sustainability assessment. **Journal of Cleaner Production**, v. 307, p. 127085, 2021.

DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS MANIPULÁVEIS POR IMPRESSÃO 3D PARA METALURGIA E DESENHO TÉCNICO

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

**Autores: M. P. BORBA¹; M. P. BORBA²; J. C. POZZOBON³;
A. C. B. de FREITAS⁴; D. T. A. FERRAZ⁵.**

Edital de fomento: 2024_DIREN/PROEN 04
Projeto de Ensino

Resumo:

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de materiais manipuláveis utilizando impressão 3D, para facilitar o ensino nas disciplinas de metalurgia e desenho técnico. Através da modelagem em SolidWorks e impressão de protótipos com filamento ABS, o projeto abordou conceitos complexos como redes cristalinas e células unitárias CFC e CCC na metalurgia, e projeções ortográficas em desenho técnico. Os resultados indicam que a impressão 3D foi eficaz para concretizar conceitos abstratos, mas desafios relacionados às configurações de impressão, como temperatura e velocidade de extrusão, exigiram ajustes para alcançar resultados satisfatórios. A participação ativa dos alunos no desenvolvimento dos protótipos fortaleceu o protagonismo discente e promoveu a integração entre ensino, pesquisa e extensão, conforme os objetivos do projeto.

Palavras-chave: impressão 3D; protagonismo discente; modelagem 3D.

Introdução

O ensino técnico, especialmente nas áreas de metalurgia e desenho técnico, tem enfrentado desafios no processo de ensino-aprendizagem, especialmente no que diz respeito à abstração e visualização de conceitos técnicos complexos. Nesse contexto, a tecnologia de impressão 3D se destaca como uma ferramenta inovadora que transforma conceitos abstratos em representações físicas tangíveis, proporcionando aos alunos uma compreensão mais concreta de conteúdos fundamentais. No caso da metalurgia, por

¹ Estudante do Curso Técnico em Mecânica Integrado ao Ensino Médio do IFSC Câmpus Itajaí, mateus.p10@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do Curso Técnico em Mecânica Integrado ao Ensino Médio do IFSC Câmpus Itajaí, murieli.p10@aluno.ifsc.edu.br.

³ Professor de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico - Mecânica do IFSC Câmpus Itajaí, joao.pozzobon@ifsc.edu.br.

⁴ Professora de Química da Rede Estadual de Ensino de Santa Catarina, carolinaboacina@gmail.com.

⁵ Professora de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico - Matemática do IFSC Câmpus Itajaí, diana.terezinha@ifsc.edu.br.

exemplo, conceitos como redes cristalinas e células unitárias CFC e CCC – que descrevem a organização atômica dos metais – tornam-se mais acessíveis quando modelados tridimensionalmente (CALLISTER, 2020). Da mesma forma, em desenho técnico, a capacidade de fabricar peças com cotas precisas por impressão 3D torna o aprendizado de projeções ortográficas e perspectivas isométricas mais dinâmico e eficiente, ajudando os alunos a superar dificuldades de visualização entre representações bidimensionais e tridimensionais (Santos *et al.*, 2020).

Fundamentação teórica

O uso de materiais manipuláveis, como modelos tridimensionais, têm mostrado grande eficácia no ensino de disciplinas técnicas, principalmente naquelas que envolvem conceitos abstratos. No caso da metalurgia, a compreensão das estruturas cristalinas e da célula unitária (CFC e CCC) é crucial para entender as propriedades dos materiais metálicos. Contudo, muitos alunos enfrentam dificuldades em visualizar e compreender esses conceitos sem uma representação física que permita a interação direta com o objeto de estudo. A impressão 3D oferece uma solução inovadora, criando representações tangíveis das redes cristalinas, permitindo aos alunos observar as transformações nos materiais de forma mais clara (Gonçalves, 2017).

Como afirmado por Callister (2020), as células unitárias representam a menor unidade repetitiva de uma rede cristalina e, ao serem modeladas em 3D, permitem que os alunos compreendam melhor o comportamento dos materiais, como no caso das transformações no ferro para a formação de aços austeníticos e ferríticos.

Na disciplina de desenho técnico, as dificuldades dos alunos em visualizar a relação entre as representações bidimensionais e os objetos tridimensionais também são comuns. O desenvolvimento de materiais manipuláveis, que permitam aos alunos ver e tocar as peças enquanto aprendem sobre projeções ortográficas, contribui significativamente para a compreensão desses conceitos (Carvalho & Almeida, 2018).

Além disso, a implementação da impressão 3D no ensino está alinhada com as metodologias ativas, que favorecem a participação ativa dos alunos. Estudos apontam que essa abordagem, como o aprendizado baseado em projetos (ABP), contribui para o desenvolvimento de habilidades práticas, onde a utilização de tecnologias como a impressão 3D se torna cada vez mais comum (Magalhães & Pereira, 2019). A interação entre ensino, pesquisa e extensão, característica deste projeto, fortalece a aplicação do

conhecimento acadêmico em contextos reais, aproximando a teoria da prática e promovendo soluções inovadoras tanto na educação quanto na indústria (Santos & Andrade, 2020).

Procedimentos metodológicos

Este projeto foi desenvolvido nos ambientes do Laboratório de Desenho Técnico e do Laboratório de Ciências Térmicas no Campus IFSC Itajaí, onde os alunos utilizaram o software SolidWorks para a modelagem tridimensional e as impressoras 3D para a fabricação dos protótipos. A metodologia seguiu uma sequência de etapas bem definidas: inicialmente, foi realizada uma pesquisa para identificar maneiras de transformar os conteúdos de metalurgia (redes cristalinas do ferro) e desenho técnico (perspectivas isométricas e projeções ortográficas) em materiais manipuláveis. Com base nessa pesquisa, foram modelados os protótipos no SolidWorks e, em seguida, fabricados utilizando a impressora modelo SETH S3X, com filamento ABS de 1,75 mm.

Após a fabricação, os protótipos passaram por uma fase de testagem e ajustes pela equipe do projeto. O projeto foi conduzido por dois alunos bolsistas (com carga horária de 10 horas semanais), sob orientação dos professores colaboradores, garantindo a execução de todas as etapas de maneira eficiente nos laboratórios e espaços especializados do campus.

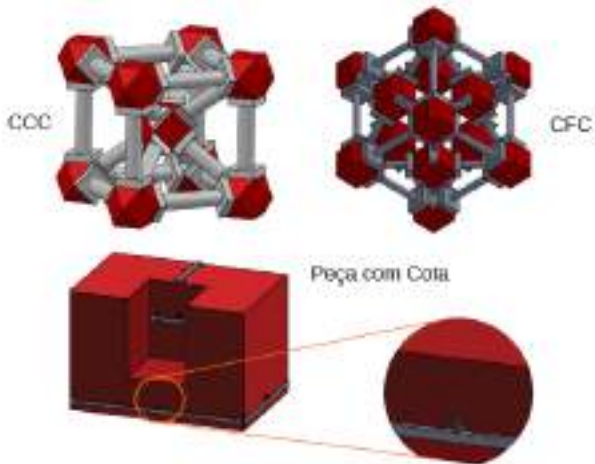
Resultados e discussões

Com base nas informações obtidas nas bibliografias especializadas (Callister, 2020 e Silva *et al.*, 2023), foi possível modelar em SolidWorks as células unitárias CCC e CFC, assim como pequenas peças com cotas, conforme ilustrado na Figura 1.

Uma das principais dificuldades encontradas neste trabalho foi a fabricação das peças utilizando impressoras 3D, especialmente no que diz respeito ao ajuste das configurações de impressão, como a temperatura de aquecimento do bico de extrusão e a velocidade de impressão. O fabricante recomenda uma temperatura de 225 °C até 245 °C para o filamento utilizado; no entanto, foram testadas temperaturas de 215 °C, 230 °C e 240 °C. A temperatura de 230 °C foi a que apresentou os melhores resultados. A Figura 2 mostra as diferenças entre duas peças, sendo que a peça impressa a 215 °C não teve uma formação satisfatória em comparação com a peça impressa a 230 °C, que

apresentou melhores acabamentos. Demais peças impressas podem ser visualizadas na Figura 3.

Figura 1 – Modelos 3D das células unitárias CCC e CFC e peça com cota.



Fonte: elaborado pelo autor (2025)

Figura 2 – Peça impressa à (a) 215 °C e (b) 230 °C.



Fonte: elaborado pelo autor (2025)

Figura 3 – Peças impressas em 3D.



Fonte: elaborado pelo autor (2025)

Considerações finais

O projeto alcançou com êxito seus objetivos ao realizar a modelagem e a fabricação de materiais didáticos aplicáveis às disciplinas de metalurgia e desenho técnico. A utilização de impressão 3D como ferramenta para a criação de protótipos

tridimensionais permitiu uma visualização mais concreta de conceitos técnicos complexos, facilitando o processo de aprendizagem. No entanto, reconhece-se que existem oportunidades de aprimoramento, especialmente no que se refere à abstração e visualização de conceitos fundamentais, como as estruturas cristalinas e as representações gráficas em desenho técnico.

Referência ao fomento recebido

Este trabalho teve foi aprovado no edital interno do IFSC 2024_DIREN/PROEN 04 com financiamento do Câmpus IFSC Itajaí.

Referências

CALLISTER, W. D. JR. *Ciência e Engenharia de Materiais - Uma Introdução*. Grupo GEN, 2020. E-book. ISBN 9788521637325. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521637325>. Acesso em: 07 abr. 2024.

CARVALHO, B. L. F. de; ALMEIDA, I. C. A. de. O uso de materiais manipuláveis com estratégia de ensino e aprendizagem na matemática. *VII Encontro Nacional das Licenciaturas*, 2018.

FREITAS, A. N., LOUBET, S. S., ALBUQUERQUE, L. M. O uso da impressora 3D no processo de ensino e aprendizagem. *Revista Eletrônica Sala de Aula em Foco*, 2019.

GONÇALVES, R. A. *Estudo da impressão 3D de baixo custo de geometrias complexas obtidas a partir de modelos matemáticos*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade do Porto, 2017. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10216/107957>. Acesso em: 07 mai. 2025.

SANTOS, J. T.; ANDRADE, A. F. de. Impressão 3D como recurso para o desenvolvimento de material didático: associando a cultura Maker à resolução de problemas. *CINTED-UFRGS Revista Novas Tecnologias na Educação*, V. 18 Nº 1, 2020.

SANTOS, T. R.; SILVA, S. C. R.; JUNIOR, A. S. *O uso de impressora 3D na inclusão de deficientes visuais na educação matemática*. In: SEI SICITE 2020. Disponível em: <http://seisicite2020.td.utfpr.edu.br/node/5144>. Acesso em: 07 mai. 2025.

SILVA, Arlindo; RIBEIRO, Carlos T.; DIAS, J.; Sousa, L. *Desenho Técnico Moderno*. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2023. E-book. p.Capa. ISBN 9788521638469. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521638469/>. Acesso em: 07 mai. 2025.

ANÁLISE SENSORIAL DE QUEIJOS PRODUZIDOS A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE POLPAS DE MARACUJÁ E ABACAXI COMO COAGULANTES

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

P. GERALDO¹; C. MACHADO²; R. SILVA³ e J. WINTER⁴

Projeto de Ensino Conectando Saberes

Resumo:

O processo de coagulação do leite, essencial na fabricação de queijos, é tradicionalmente feito com coagulantes de origem animal. Este trabalho buscou uma alternativa sustentável, substituindo o coagulante industrializado por frutas cítricas, como abacaxi e maracujá, na produção de queijo por acidificação. A metodologia consistiu na extração da polpa das frutas, seguida de trituração e aquecimento com o leite até a formação da coalhada, que foi moldada e refrigerada. Para avaliar a qualidade dos queijos, foi realizada uma análise sensorial com 33 participantes, entre estudantes e servidores do IFSC, que usaram os cinco sentidos para avaliar aparência, sabor e semelhança com queijos convencionais. Os resultados mostraram aprovação dos degustadores, indicando que é viável produzir queijos com boas características sensoriais a partir do suco de frutas.

Palavras-chave: queijo; abacaxi; maracujá; coagulação; análise sensorial.

Introdução

O processo de coagulação do leite é essencial na produção de queijos e derivados, tradicionalmente realizado com enzimas de origem animal, como a quimosina, extraída do abomaso do bezerro. No entanto, o alto custo, a crescente demanda e questões religiosas impulsionam a busca por alternativas sustentáveis e acessíveis, como o uso de coagulantes vegetais e microbianos. Diante desse cenário, a utilização de frutas cítricas, como abacaxi e maracujá, surge como uma proposta viável e inovadora, conferindo ao produto final características sensoriais diferenciadas e maior valor agregado.

¹ Estudante do curso técnico em química do Instituto Federal de Santa Catarina,patrick.fg@aluno.ifsc.edu.br

² Professor de química do Instituto Federal de Santa Catarina, clodoaldo.machado@ifsc.edu.br.

³ Estudante do curso técnico em química do Instituto Federal de Santa Catarina, raiane.b@aluno.ifsc.edu.br.

⁴ Estudante do curso técnico em química do Instituto Federal de Santa Catarina, jennifer.w@aluno.ifsc.edu.br.

Considerando a necessidade de integrar o conhecimento científico à prática e à responsabilidade social, este trabalho tem como objetivo desenvolver queijos via acidificação utilizando polpa de frutas cítricas, substituindo o coagulante industrializado tradicional. Também busca-se explorar novos métodos e contribuir para o avanço de tecnologias alimentares alinhadas com a inovação.

Fundamentação teórica

A coagulação do leite é essencial na produção de queijos, pois transforma o leite de líquido para gel, concentrando proteínas como a caseína e a gordura. Esse processo pode ocorrer por ação enzimática (com coagulantes de origem animal, vegetal ou microbiana) ou por acidificação, sendo este o foco do projeto. A coagulação ácida ocorre quando o pH do leite é reduzido, promovendo a precipitação da caseína (Angelos, 2021).

A acidificação pode ser feita biologicamente, por fermentação, ou quimicamente, com a adição de ácidos como o acético, cítrico ou láctico. Neste estudo, pretende-se substituir os coagulantes tradicionais pelo uso de frutas ricas em ácido cítrico — abacaxi (*Ananas comosus*) e maracujá (*Passiflora edulis*) — que atuam como coagulantes naturais. O abacaxi foi escolhido por sua acidez elevada (também pela alta concentração de ácido cítrico), que varia conforme o grau de maturação, com pH médio de 3,6 (Chitarra; Chitarra, 2005 *apud* Oliveira; Neto; Almeida, 2015). O maracujá também apresenta alta acidez e baixo pH, sendo ideal para promover a coagulação do leite. Ambas as frutas, além de contribuírem com acidez, podem agregar sabor e características sensoriais ao queijo final (Epagri, 2022), resultando num produto inovador.

Procedimentos metodológicos

Para a produção dos queijos foi utilizado leite de vaca pasteurizado e integral com 3% de gordura, adquiridos no comércio local, juntamente com as frutas (maracujá e abacaxi). Alguns materiais utilizados foram: béqueres, bico de bunsen, prensas plásticas para moldar o queijo e um tecido comumente conhecido como “volta ao mundo”.

Para produzir o queijo coagulado com polpa de maracujá, a fruta foi triturada com um mixer para extrair o suco, que foi usado como coagulante. O leite foi aquecido até cerca de 80 °C, momento em que se adicionou 35 mL do suco. Após desligar o fogo, o

leite foi mexido e deixado em repouso. Depois, foi reaquecido para favorecer a separação do soro da coalhada, que foi retirado após 30 minutos. O conteúdo coagulado foi então moldado e refrigerado por 22 horas.

Para o queijo com polpa de abacaxi, o processo foi semelhante. Utilizou-se um abacaxi bem maduro para garantir maior acidez, favorecendo a coagulação. A polpa da fruta foi extraída e 70 mL do suco foram adicionados ao leite quente. Após os mesmos tempos de repouso e aquecimento, o soro foi separado, o queijo foi moldado e refrigerado por 22 horas, antes de ser desenformado. Após o desenforme, pode-se avaliar a estética e consistência dos produtos, como podemos observar na Figura 1.

Figura 1: Queijo produzido com: (a) polpa de maracujá e (b) polpa de abacaxi.

(a)



(b)



Fonte: Acervo pessoal.

Para avaliar as características dos queijos produzidos neste projeto, foram selecionados docentes, servidores e estudantes maiores de idade do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Câmpus Jaraguá do Sul - Centro, para participarem de uma análise sensorial. A análise sensorial é uma técnica científica que tem a finalidade de evocar, medir, analisar e interpretar as características dos alimentos (Teixeira 2009 *apud* ABNT, 1993). Ou seja, os participantes deveriam utilizar os cinco sentidos: visão, audição, olfato, paladar e tato para avaliar as características dos queijos e, posteriormente, interpretar e responder um questionário formulado pela equipe. Importante destacar que a equipe de autores deste trabalho recebeu um treinamento da empresa Duas Rodas quanto aos aspectos da análise sensorial e de como conduzi-la.

Realizou-se a pesquisa sensorial no dia 25 de novembro, onde a equipe do projeto preparou, em um ambiente propício para manusear alimentos, uma bandeja para cada participante. A bandeja continha quatro amostras de queijo distintas,

identificadas com códigos numéricos em que só a equipe possuía ciência de suas designações. As amostras correspondiam aos queijos apresentados neste projeto, de maracujá e abacaxi, e também fazia-se presente duas amostras correspondentes a queijos artesanais comuns, produzidos pelos autores com vinagre e coagulante industrial. Em uma sala separada, três a quatro participantes receberam essas bandejas para a degustação e responderam um questionário. Este questionário buscou identificar o gosto de cada amostra oferecida, sua classificação perante aos gostos básicos (salgado, doce, amargo, umami e ácido), sua classificação em relação a estética (muito desagradável, desagradável, neutra, agradável, muito agradável) e se o queijo submetido a análise possuía semelhança ou característica de outro alimento e, caso possuísse, qual seria ele. Por fim, a última questão buscou identificar a avaliação dos participantes perante todas as características de cada amostra oferecida, através da atribuição de nota (0 a 5).

Resultados e discussões

A análise sensorial foi utilizada como método científico para interpretar as características dos queijos produzidos. Participaram da pesquisa trinta e três (33) pessoas. O queijo com polpa de maracujá foi facilmente relacionado ao sabor da fruta (79%), enquanto o de abacaxi teve uma identificação menos precisa (37%), embora também tenha transferido características da fruta ao produto final. Alguns participantes perceberam um gosto diferente nos queijos, mas não souberam identificar qual fruta era. No caso do queijo com polpa de abacaxi, houve até quem o associasse a outras frutas, como morango e damasco. Por fim, na avaliação geral dos queijos quanto ao seu conjunto sensorial os entrevistados apontaram o queijo de abacaxi como o melhor avaliado (40%) e o de maracujá logo em seguida (34%). Isso demonstra que a preferência pelo sabor não está necessariamente ligada à intensidade com que a fruta imprime suas características ao queijo, mas sim ao conjunto da estética, consistência, textura e sabor.

Considerações finais

Durante os testes de produção de queijo, foram ajustadas as quantidades de coagulante utilizadas. Constatou-se que para a produção de queijo a partir de 1 L de leite

são necessários cerca de 70 mL de suco de abacaxi e 35 mL de suco de maracujá. O queijo feito com a polpa de maracujá coagula o leite de forma mais rápida e resulta em um produto final mais consistente, quando comparado ao queijo produzido com a polpa de abacaxi.

Em relação às análises sensoriais, os queijos produzidos com as frutas cítricas receberam avaliações positivas, com a maioria dos degustadores identificando os sabores característicos de cada fruta. Com base nos resultados obtidos, nossos estudos demonstram que é viável produzir queijo a partir da polpa de abacaxi e maracujá. Além disso, os produtos apresentam características sensoriais distintas, relacionadas às frutas, o que pode tornar esses queijos um diferencial atrativo no mercado consumidor.

Referências

ANGELOS, Antoniel Gomes dos. **Produção de queijos - uma temática para o ensino de química no agreste pernambucano, através do uso de uma sequência didática.** Caruaru, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/43303>. Acesso em: 06 de mar de 2024.

EPAGRI. **Epagri promove dia de campo e abertura da colheita do maracujá nesta quinta-feira, 22.** Disponível em: <https://blog.epagri.sc.gov.br/index.php/epagri-promove-dia-de-campo-e-abertura-da-colheita-do-maracuja-nesta-quinta-feira-22/>. Acesso em: 05 mar de 2024.

LUTZ, Adolfo. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 4. ed. 2008. Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). Métodos físico-químicos para análise de alimentos /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea - São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

OLIVEIRA, João Ricardo de; NETO, Romeu de Carvalho Andrade; ALMEIDA, Ueliton Oliveira de. **Época de plantio e sistemas de cultivo: influência sobre a acidez dos frutos de abacaxi.** Embrapa Acre, Rio Branco, Acre, Brasil, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1028907/epoca-de-plantio-e-sistemas-de-cultivo-influencia-sobre-a-acidez-dos-frutos-de-abacaxi#:~:text=As%20%C3%A9pocas%20de%20plantio%20e,cultivo%2C%20irrigado%20ou%20de%20sequeiro.> Acesso em: 21 Abr. de 2025.

TEIXEIRA, Lílian Viana. **Análise sensorial na indústria de alimentos.** Rev. Inst. Latic. "Cândido Tostes", Jan/Fev, nº 366, 64: 12-21, 2009.

SISTEMA DE CONTROLE DE ACESSO POR BIOMETRIA UTILIZANDO TVBOX TRANSFORMADAS EM MINICOMPUTADORES

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: A. G. G. RODRIGUES¹; K. FISCHER²; V. S. SANTOS³; L. R. P. RAUTA⁴; V. P. REBELO⁵; J. O. SILVA³.

Edital nº 03/2024/PROPI/DAE

Resumo:

O projeto visa desenvolver um sistema de controle de acesso por biometria utilizando TVBox apreendidas pela Receita Federal e adaptadas como minicomputadores, oferecendo uma solução acessível para instituições com restrições orçamentárias, como escolas e centros comunitários. Seu objetivo é disponibilizar uma alternativa de baixo custo aos sistemas tradicionais, promovendo a segurança, a inclusão digital e a aplicação prática dos conhecimentos dos alunos do ensino técnico integrado em informática. A metodologia propõe transformar TV Boxes por meio da instalação de sistemas operacionais leves, desenvolvimento de software de reconhecimento biométrico (impressão digital e facial), criação de interface intuitiva, integração com banco de dados e realização de testes em ambientes controlados e reais, seguidos por avaliação de eficácia e impacto educacional. O projeto incentiva a participação ativa dos alunos em todas as fases, desenvolvendo competências técnicas em programação, redes e eletrônica, além de habilidades como trabalho em equipe e pensamento crítico. Espera-se que os resultados ofereçam uma solução tecnológica eficiente para o controle de acesso seguro, melhorem a formação acadêmica e prática dos estudantes do IFSC, fortaleçam o vínculo entre a instituição e a comunidade e contribuam para a preparação de profissionais mais qualificados para o mercado de trabalho.

Palavras-chave: Biometria; TV Box Transformadas; Minicomputadores; Segurança; Automação.

Introdução

¹ Estudante do curso Ensino Médio Técnico Integrado em Informática do Instituto Federal de Santa Catarina, alvaro.gr@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do curso Ensino Médio Técnico Integrado em Informática do Instituto Federal de Santa Catarina, kamilli.f08@aluno.ifsc.edu.br.

³ Estudante do curso Ensino Médio Técnico Integrado em Informática do Instituto Federal de Santa Catarina, vinicius.ss2008@aluno.ifsc.edu.br.

⁴ Estudante do curso Ensino Médio Técnico Integrado em Informática do Instituto Federal de Santa Catarina, vinicius.ss2008@aluno.ifsc.edu.br.

⁵ Servidor da área de Informática do IFSC – Campus Gaspar, leonardo.rauta@ifsc.edu.br.

A evolução tecnológica tem impulsionado mudanças significativas nos sistemas de segurança, especialmente em instituições de ensino e pequenas empresas, onde o controle de acesso a áreas restritas e controle de frequência é essencial. No entanto, soluções biométricas avançadas, como reconhecimento facial e leitura de impressões digitais, muitas vezes, exigem investimentos elevados, tornando-se inviáveis para organizações com limitações orçamentárias.

Diante desse desafio, este projeto propõe desenvolver um Sistema de Controle de Acesso por Biometria utilizando TVBox transformadas em minicomputadores, oferecendo uma alternativa acessível e eficiente para instituições que necessitam de segurança sem custos proibitivos. O projeto retribui como uma forma de escape do alto custo e da falta de acesso seguro para escolas, instituições ou outros institutos. O projeto busca desenvolver um sistema de controle de acesso biométrico de baixo custo, utilizando TVBox adaptadas. Além de oferecer uma solução acessível e segura, a iniciativa funciona como uma ferramenta de aprendizado, unindo teoria e prática para os alunos envolvidos. Dessa forma, promove o desenvolvimento do pensamento crítico, incentiva a inovação e contribui para a formação técnica e profissional dos participantes por meio da pesquisa aplicada.

Fundamentação teórica

A crescente demanda por segurança em ambientes institucionais e corporativos tem levado à adoção de sistemas de controle de acesso biométrico, que utilizam características físicas ou comportamentais únicas para autenticação, oferecendo maior proteção e eficiência comparado a métodos tradicionais como senhas e cartões. Esses sistemas abrangem três modalidades principais: biometria física (impressões digitais, reconhecimento facial), biometria comportamental (assinatura, digitação) e reconhecimento de padrões (voz).

Uma abordagem inovadora propõe adaptar TVBoxes como minicomputadores para executar esses sistemas biométricos, aproveitando sua capacidade de processamento acessível. Segundo Jain et al. (2022), tecnologias biométricas oferecem um alto grau de precisão e confiabilidade, tornando-se essenciais na proteção de sistemas críticos contra acessos não autorizados. O NIST (2021) também destaca que padrões biométricos robustos são fundamentais para fortalecer a verificação de identidade em ambientes de alta segurança. Além dos benefícios em segurança, a implementação em instituições de ensino proporciona formação técnica prática, integrando conhecimentos de programação e hardware, enquanto desenvolve habilidades de resolução de problemas e prepara os estudantes para desafios profissionais no contexto da transformação digital. Essa solução combina assim necessidades de segurança com oportunidades educacionais, utilizando tecnologia acessível para fins inovadores.

Procedimentos metodológicos

O presente projeto visa transformar aparelhos de TV Box apreendidas pela Receita Federal, especificamente modelos BTV, em minicomputadores voltados para a criação de um sistema de controle de acesso por biometria digital, utilizando o leitor Hamster DX. A metodologia foi baseada em partes principais, sendo:

1) Foram selecionadas unidades dos modelos BTV e MXQ, priorizando aquelas com processadores ARM compatíveis e capacidade de boot por dispositivos externos, como pen drives ou cartões microSD. As TV Boxes foram desbloqueadas, quando necessário, para permitir a instalação de sistemas operacionais alternativos, preparando o hardware para receber o novo ambiente de execução. 2) Para a descaracterização dos dispositivos, foi escolhida a instalação de distribuições Linux leves, como Armbian ou Debian Minimal, adaptadas para a arquitetura ARM dos modelos BTV e MXQ. Durante a instalação, ajustes de kernel e drivers específicos foram realizados para garantir o funcionamento completo dos componentes de hardware, como portas USB, rede e armazenamento. 3) O leitor biométrico SecuGen Hamster DX foi integrado ao sistema via conexão USB. Os drivers e bibliotecas fornecidos pela SecuGen foram instalados para garantir a comunicação correta entre o leitor e o sistema operacional, utilizando as bibliotecas libusb e libhidapi para integrar a captura de digitais com a aplicação em Java. 4) A aplicação será desenvolvida utilizando a linguagem Java, devido à sua robustez e facilidade de integração com o SDK da SecuGen.

A aplicação implementa funcionalidades de captura de impressões digitais, autenticação de usuários com a proposta de integrar futuramente a autenticação via reconhecimento facial. Além disso, foi implementada uma estratégia de segurança para o armazenamento de dados biométricos, garantindo sua integridade e privacidade. Embora o projeto ainda esteja em fase inicial, até o momento foram realizados testes parciais entre os itens para analisar a viabilidade do projeto. Espera-se que em uma fase posterior ocorra a integração do aparelho de biometria com o TV Box, onde ambos apresentando compatibilidade até o momento.

Resultados e discussões

Até o momento, o desenvolvimento do sistema de controle de acesso por biometria encontra-se em fase de desenvolvimento e teste. Observações iniciais indicam que o uso de características biométricas apresentam grande potencial para melhorar a segurança e flexibilidade no controle de acesso.

No entanto, as análises quantitativas necessárias para avaliar métricas como precisão, taxa de erro e desempenho sob diferentes condições de uso ainda não foram concluídas. Além disso, questões relacionadas à privacidade dos dados biométricos e à adaptação dos usuários surgem como pontos importantes a serem considerados para o

avanço da pesquisa. Nos próximos passos, a pesquisa se concentrará em aprofundar a análise experimental, validando o sistema em ambientes reais e comparando-o com métodos tradicionais de autenticação.

Considerações finais

Conclui-se que este projeto oferece uma abordagem inovadora para promover a acessibilidade tecnológica em empresas com restrições orçamentárias e escolas públicas, tornando viável a adoção de soluções antes inacessíveis devido ao alto custo. Com isso, amplia-se a segurança e o controle em ambientes essenciais, de forma econômica. A proposta apresenta potencial de aplicação em contextos como escolas e pequenas empresas. Atualmente, o projeto encontra-se em fase de desenvolvimento.

Referência ao fomento recebido

Os pesquisadores deste projeto agradecem a parceria com a Receita Federal do Brasil com a doação das TVBox para descaracterização, e também ao IFSC pelo Edital nº 03/2024/PROPPI/DAE.

Referências

JAIN, A. K.; ROSS, A.; PRABHAKAR, S. **Biometric Authentication: A Review of Security and Privacy Challenges**. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, v. 17, p. 1-20, 2022. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/987654>. Acesso em: 1 maio 2025.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY (NIST). **Biometric Technology and Standards for Secure Identity Verification**. NISTIR 8278, 2021. Disponível em: <https://www.nist.gov/publications>. Acesso em: 1 maio 2025.

RODRIGUES, A. G. G. et al. **DESCARACTERIZAÇÃO DE TV BOX PIRATA APREENDIDOS PELA RFB. 2024.** Disponível em: <https://drive.google.com/open?id=12nXI9cQfA1FcrLB6ib1HxwnazHQGrPTr>. Acesso em: 2 mai. 2024.



BANCADA DIDÁTICA DE NÍVEL PARA O ENSINO DE CONTROLE DE PROCESSOS INDUSTRIAIS

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: C. WOSZEZENKI¹; W. SERRALHEIRO²; A. FRANCO³; I. MELO⁴; R. DARÓS⁵; M. TOBIAS⁶.

Edital 01/2024/PROPI - Didático Pedagógico Câmpus Araranguá
Projeto de Pesquisa

Resumo:

Para o aprendizado na área de Controle de Processos, é necessária a utilização de experimentos que têm um custo relativamente elevado de aquisição. A proposta deste trabalho é construir um tanque como uma bancada didática de baixo custo, na qual os estudantes possam experimentar futuramente a modelagem e o controle de processo em malha fechada. A bancada possui uma bomba que controla o fluxo de água para dentro de um tanque, cujo nível é medido através de um sensor de distância ultrassônico. Para validar a bancada, foi realizada uma coleta de dados de nível em relação a uma entrada degrau conhecida. A curva de resposta se comportou como um modelo de primeira ordem, e sua função de transferência foi obtida através da técnica de ajuste de curva. Concluiu-se que a bancada pode servir como sistema a ser controlado em laboratório.

Palavras-chave: bancada didática; controle de processos; malha aberta; sistema de primeira ordem.

Introdução

O ensino de Controle para estudantes de nível médio é desafiador, dada a complexidade teórica que envolve o campo desta área de conhecimento. Saberes relacionados à matemática superior, como equações diferenciais e transformada de Laplace, são necessários para a compreensão dinâmica de sistemas a serem controlados (Ogata, 2010; Dorf e Bishop, 2018; Nise, 2023). Neste nível de ensino, a compreensão empírica do comportamento dinâmico de processos industriais em suas malhas fechadas de controle é a única solução.

¹ Docente de Informática do Câmpus Araranguá, cristiane.raquel@ifsc.edu.br.

² Docente de Automação do Câmpus Araranguá, werther@ifsc.edu.br.

³ Docente de Automação do Câmpus Araranguá, andrei.franco@ifsc.edu.br.

⁴ Estudante do curso Integrado em Eletromecânica do Câmpus Araranguá, icaro.sm@aluno.ifsc.edu.br.

⁵ Estudante do curso Integrado em Têxtil do Câmpus Araranguá, richard.s2009@aluno.ifsc.edu.br.

⁶ Estudante do curso Integrado em Têxtil do Câmpus Araranguá, mateus.mt03@aluno.ifsc.edu.br

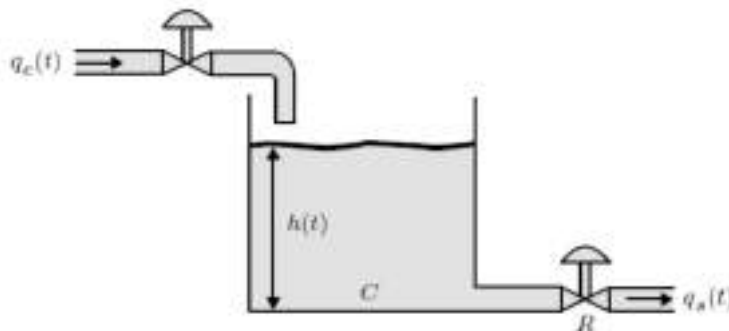
Dada esta condição, experimentos laboratoriais são fundamentais para o processo de ensino-aprendizagem. A aquisição de bancadas didáticas comerciais desenvolvidas para este propósito, na atual conjuntura que se encontra o orçamento anual da instituição se torna inviável. Existem no mercado soluções comerciais disponíveis, mas com um alto custo de aquisição – não menos do que R\$200 mil.

A proposta deste trabalho é construir uma bancada didática de nível de baixo custo, na qual os estudantes possam experimentar a modelagem e o controle de processo em malha fechada.

Fundamentação teórica

Seja um tanque com uma área de base C em m^2 , e resistência ao fluxo de líquido na tubulação R , em min/m^2 ilustrado na Figura 1..

Figura 1 – Esquema de um tanque simples



Fonte: Castrucci, Bittar e Sales (2018).

As variáveis envolvidas neste sistema são os desvios do fluxo de entrada e saída $q_e(t)$ e $q_s(t)$ respectivamente, em m^3/min , e o desvio de altura do nível em m. Em um pequeno intervalo de tempo dt , o volume do líquido acumulado no tanque pode ser expresso como sendo a diferença entre os volumes de entrada e saída, ou seja:

$$Cdh(t) = (q_e(t) - q_s(t)) dt. \quad (1)$$

Para pequenas variações de fluxo $q_s(t)$ em torno de um ponto de operação, podemos considerar o fluxo proporcional à altura $h(t)$ na forma

$$q_s(t) = \frac{h(t)}{R}. \quad (2)$$

Substituindo (2) em (1), obtém-se

$$C \frac{dh(t)}{dt} + \frac{h(t)}{R} = q_e(t). \quad (3)$$

Considerando a entrada do sistema como sendo o fluxo $u(t) = q_e(t)$, e a saída do sistema como sendo o nível do tanque $y(t) = h(t)$, e aplicando a transformada de Laplace na Equação (3), obtém-se a seguinte função de transferência (Castrucci, Bittar e Sales, 2018):

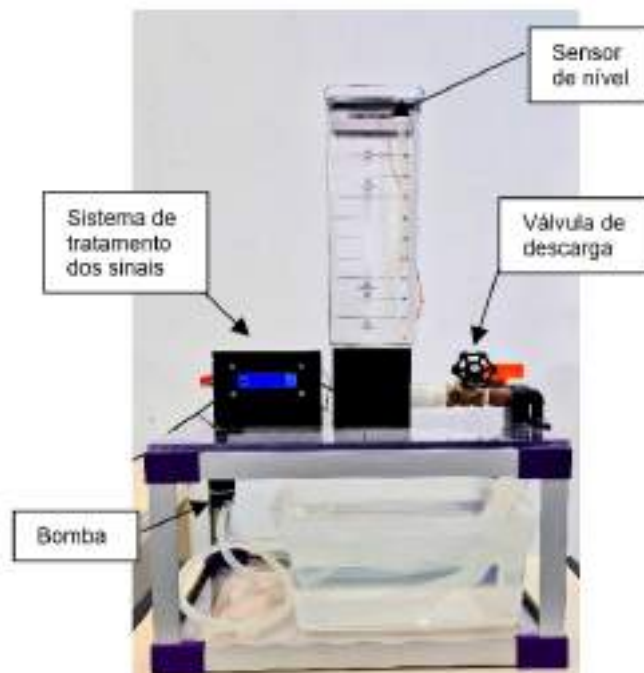
$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{R}{RCs+1}. \quad (4)$$

Esta é uma função de transferência de primeira ordem entre a vazão de entrada e a altura do líquido no tanque.

Procedimentos metodológicos

Para o ensino de Controle de Processos, foi desenvolvido um tanque similar ao esquema apresentado na Figura 1, ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Tanque simples implementado como bancada didática



Fonte: os autores.

Uma bomba comercial de limpador de para-brisa automotivo de 12Vcc é responsável pela ação de dar vazão de entrada de água no tanque, enquanto o nível do tanque é medido através de um sensor de distância ultrassônico HC-SR04. A válvula de descarga pode ser regulada em um ponto de operação fixo.

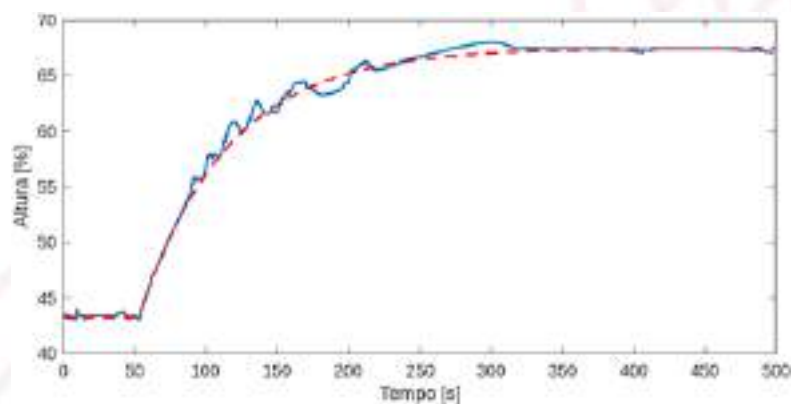
Um circuito microcontrolado foi montado em placa ilhada com a finalidade de tratar um sinal de entrada u em tensão de 0-5 Vcc e acionar a bomba proporcionalmente a esta entrada; assim como medir o nível de água no tanque e gerar um sinal de saída y em tensão de 0-5 Vcc proporcional a este nível. Ambos os sinais u e y , em porcentagem, são mostrados em um display.

Resultados e discussões

Para validar o tanque como bancada didática, foi realizado um experimento de coleta de dados do sistema em malha aberta. A válvula de descarga foi posicionada em uma abertura fixa. Então, o sistema foi excitado com um degrau de $u=60\%$ até $u=80\%$, com seus dados de saída amostrados em um tempo de $T_s=0,5s$.

Com os dados coletados, determinou-se a função de transferência no modelo de primeira ordem através da técnica de ajuste de curva (Ogata, 2010; Normey-Rico e Morato, 2011). Os resultados são ilustrados a Figura 3, onde a curva contínua em azul é a resposta real do nível do tanque e a curva pontilhada em vermelho é a resposta do sistema ajustado.

Figura 3 – Resposta temporal do tanque a um sinal degrau



Fonte: os autores.

A curva real se comportou como esperado na literatura, apesar de pequenas oscilações devido a presença de algumas bolhas durante o processo de elevação de nível. Identificou-se com os dados um ganho estático de 24,2 e um tempo de resposta de 62,5 segundos. Então, a planta pode ser modelada, com este ajuste da válvula de descarga, pela função transferência

$$G(s) = \frac{24,4}{62,5s+1}. \quad (5)$$

Considerações finais

A bancada didática desenvolvida demonstrou-se uma construção robusta o suficiente para ser aplicada tanto em atividades práticas didáticas, como sistema em malha aberta para desenvolvimento de pesquisas de técnicas de controle digital e como demonstração em feiras e exposições para divulgação das atividades do Campus.

Referência ao fomento recebido

Este projeto foi financiado por recursos do Edital 01/2024/PROPI de apoio ao desenvolvimento de projetos de pesquisa com finalidade didático-pedagógica em cursos do Câmpus Araranguá do IFSC. Os autores agradecem este fomento.

Referências

- CASTRUCCI, P.; BITTAR, A.; SALES, R. **Controle Automático**. 2a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018. 592p.
- DORF, Richard; BISHOP, Robert. **Sistemas de Controle Modernos**. 13a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018. 796p.
- NISE, N. **Engenharia de Sistemas de Controle**. 8a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2023. 552p.
- NORMEY-RICO, J.E.; MORATO, M.M. **Introdução ao Controle de Processos**. São Paulo: Blücher, 2021. 708 p.
- OGATA, K. **Engenharia de Controle Moderno**. 5a ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. 824p.

CONSTRUÇÃO DE PROTÓTIPO PARA COMUNICAÇÃO COM A REDE CAN

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autora: M. H. DEMETRIO DE SOUSA¹.

Projeto de Pesquisa

Resumo:

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um protótipo funcional capaz de se comunicar com a rede CAN de um veículo, abordando aspectos de hardware e firmware. A proposta visa facilitar o entendimento prático do barramento CAN e contribuir para atividades de pesquisa em ambientes como o Laboratório de Mobilidade Elétrica do IFSC.

Palavras-chave: rede CAN; veículos modernos; sistemas embarcados para veículos.

Introdução

A rede CAN (Controller Area Network) é um barramento de comunicação amplamente utilizado em veículos para conectar ECUs, sensores e atuadores. Esses dispositivos, chamados de nós, compartilham um meio físico comum por onde circulam, em tempo real, dados sobre o funcionamento do veículo. Cada nó recebe todas as mensagens, mas processa apenas aquelas relevantes à sua função, o que permite, por exemplo, que o painel exiba informações como velocidade e status das setas sem estar conectado diretamente a cada sensor, mas apenas ao barramento central.

Essa arquitetura reduz significativamente a quantidade de fios, simplifica o sistema elétrico, diminui custos e facilita atualizações. Como todas as informações trafegam por um único meio, é possível coletar diversos dados em um só ponto, viabilizando o desenvolvimento de aplicações como telemetria, diagnóstico veicular, controle personalizado e sistemas de conforto e segurança. Isso torna a rede CAN uma precursora da modernização eletrônica nos veículos, ao mesmo tempo em que amplia as possibilidades de desenvolvimento e estudo de sistemas embarcados por parte dos estudantes.

Tendo isso em vista, este trabalho propõe a construção de um protótipo funcional para atuar como nó ativo na rede CAN, abordando os fundamentos da comunicação, o projeto de *hardware* e a implementação de *firmware*. O objetivo é proporcionar uma compreensão prática do barramento CAN, capacitando estudantes a desenvolver sistemas

¹ Egresso do curso Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Santa Catarina, mariahelenademetro@gmail.com

embarcados, especialmente no contexto do Laboratório de Mobilidade Elétrica (EMOL) do IFSC.

Fundamentação teórica

Quando um nó da rede CAN precisa transmitir uma informação, a mensagem é inicialmente criada no nível lógico, representada por um conjunto de bytes gerado por uma aplicação de firmware em um microcontrolador (ou, em alguns casos, por lógica discreta). Esses dados são encapsulados na camada de enlace de dados pelo controlador CAN, que adiciona informações como o identificador da mensagem, bits de controle e verificação (Sousa; Inamasu; Torre Neto, 2001).

Em seguida, o controlador envia essa estrutura para o transceptor CAN, componente responsável por converter os dados lógicos em sinais elétricos. A transmissão ocorre utilizando uma técnica diferencial, que emprega duas linhas trançadas — CAN High e CAN Low — para aumentar a imunidade a interferências eletromagnéticas, pois assim perturbações externas tendem a afetar ambas igualmente, preservando a diferença de potencial entre elas (Guimarães, 2007).

Do lado receptor, o processo ocorre de maneira inversa. O transceptor converte os sinais elétricos diferenciais de volta para dados lógicos, que são então encaminhados ao controlador CAN. Este valida e desencapsula os dados, repassando os bytes úteis ao microcontrolador ou à ECU. A lógica embarcada, por sua vez, interpreta os dados conforme sua função, como atualizar um display, acionar um atuador ou realizar cálculos.

Cada quadro (*frame*) CAN transporta até 8 bytes de dados úteis. No entanto, esses bytes podem representar diferentes informações sobre o sistema veicular, e nem sempre de forma direta. Muitas vezes, apenas alguns bits ou bytes contêm a informação desejada, exigindo um processo adicional de interpretação. Essa decodificação pode envolver seleção de bytes específicos, leitura em formato *little endian* ou *big endian*, além de aplicação de fatores de escala e deslocamentos (*offsets*) para conversão em unidades físicas compreensíveis.

Em resumo, para que um dispositivo atue na rede CAN como transmissor, receptor ou ambos, ele deve conter quatro elementos essenciais: Aplicação lógica, geralmente em firmware, que cria ou interpreta os dados; Controlador CAN, responsável pelo encapsulamento e gerenciamento do protocolo; Transceptor CAN, que converte dados

lógicos em sinais elétricos e vice-versa; e estar fisicamente ligado ao barramento CAN, composto por duas linhas trançadas que transportam os sinais diferenciais.

Procedimentos metodológicos

O ambiente de testes foi o Sistema de Treinamento com Ligação de Controles Separados para o Veículo Elétrico BYD Qin, que é composto pelos sistemas de gerenciamento de bateria, acionamento do motor, ar-condicionado, aplicações elétricas e sistema de direção assistida (Beifang, 2023). Os sistemas são separados em bancadas didáticas, interconectados em linha de potência e em comunicação — sendo uma delas a rede CAN. Uma imagem das bancadas é apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Bancada de estudos



Fonte: Adaptado de Beifang (2023).

O protótipo foi projetado pela autora no software *Altium Designer* e utiliza o microcontrolador ESP32, que possui controlador CAN integrado, em conjunto com o transceptor MCP2551. A alimentação da placa é feita por uma entrada de 12V com regulador para 3,3V. A comunicação com o usuário ocorre via conexão serial com o terminal do computador. A Figura 2 apresenta o esquema de ligação física do sistema.

Figura 2 – Conexões elétricas entre os sistemas próprios



Fonte: Autoria própria (2025).

O *firmware* foi desenvolvido em C, na plataforma *Visual Studio Code*, utilizando o sistema *FreeRTOS* para gerenciamento de tarefas. Foram empregadas bibliotecas padrão (*stdio.h*, *stdlib.h*), bem como as específicas do ESP32 (*FreeRTOS.h*, *twai.h* e *queue.h*), todas disponíveis no repositório oficial da *Espressif*. As mensagens CAN são organizadas em uma fila de estruturas *twai_message_t* para armazenamento e controle entre duas *tasks* principais, uma que controla o recebimento ou envio e outra que faz a interpretação ou criação das mensagens.

Para validação, foi utilizado um *sniffer* comercial (*hardware ValueCAN* e *software Vehicle Spy*), que permitiu confirmar que a leitura dos dados no barramento estava correta e serviu para apoiar o processo de análise dos pacotes CAN.

A interpretação das mensagens CAN foi feita correlacionando variações nos valores hexadecimais recebidos via *firmware* com alterações físicas controladas em bancada. Para evitar interferências entre sinais, as perturbações foram aplicadas de forma isolada e espaçadas no tempo. Isso permitiu identificar *bytes* ou *bits* associados às grandezas desejadas, que foram posteriormente validados por meio de novos testes com variações controladas.

Resultados e discussões

O protótipo demonstrou funcionalidade como nó da rede CAN do veículo em estudo. Foi possível obter informações importantes do veículo em questão, como: Velocidade de comunicação do barramento: 500 kbps; Padrão de mensagens adotado: CAN 2.0A; Organização dos dados: formato *little endian*; Estrutura de mensagens e identificação de IDs relevantes; Parametrização e validação de várias mensagens com significado interpretado, sendo elas: posição do volante, acionamento do botão Start, pedal do freio, setas, faróis simples, farol alto, status do parabrisa, modos de condução, pedal do acelerador e velocidade.

Considerações finais

O trabalho contribui de forma significativa para a ampliação das possibilidades de pesquisa na utilização da rede CAN nas bancadas didáticas do IFSC, e pode ser utilizado

como ponto de partida para aplicações futuras, como simulações didáticas, testes de ECUs e o desenvolvimento de sistemas embarcados interativos e inovadores voltados a veículos.

Referência ao fomento recebido

Este trabalho foi beneficiado pelo projeto ConVerTE que, com apoio da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), das Centrais Elétricas de Santa Catarina (Celesc), da Unidade Embrapii do IFSC e da Fundação de Ensino e Engenharia de Santa Catarina (FEESC), viabilizou o acesso às bancadas didáticas no Laboratório de Mobilidade Elétrica (EMOL) do IFSC Câmpus Florianópolis.

Referências

BEIFANG. New energy series: NEV SEPARATE CONTROL LINKAGE TRAINING SYSTEM BYD QUIN EV (FIVE-PIECE). Product Manual. BEIJING ZHIYANG BEIFANG INTERNACIONAL EDUCATION TECHNOLOGY CO., LTD, 2023

BOSCH, Robert. CAN Specification: Version 2.0. Stuttgart, 1991. Disponível em: <http://esd.cs.ucr.edu/webres/can20.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2025

GUIMARÃES, Alexandre de A. Eletrônica Embarcada Automotiva. 1 Edição: Editora Érica, 2007. ISBN 9788536518503.

SOUSA, R. V.; INAMASU, R. Y.; TORRE NETO, A. CAN (Controller Area Network): Um Padrão Internacional de Comunicação de Transdutores Inteligentes para Máquinas Agrícolas. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Embrapa: São Paulo, 2001. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/29133/1/CiT122001.pdf>. Acesso em: 28 set. 2023.

RICHARDS, Pat. A CAN Physical Layer Discussion. Microchip Technology, 2002. Disponível em: <https://ww1.microchip.com/downloads/en/appnotes/00228a.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2023.

AVALIAÇÃO DA INCERTEZA DE MEDIÇÃO DO ENSAIO DE DUREZA ROCKWELL C

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: D. FABRICIO¹; R. VILARINHO²; K. DARMIN³; M. MARCZAL⁴.

Edital 06/2024/IFSC/CCO
Projeto de Pesquisa

Resumo:

A determinação de forma confiável das propriedades mecânicas dos materiais é um fator fundamental para a sua aplicação na área de engenharia. O IFSC Chapecó conta, atualmente, com um durômetro ainda não calibrado, e para analisar a confiabilidade dos ensaios de dureza Rockwell C, faz-se necessária ao menos uma estimativa da incerteza de medição desse ensaio. Portanto, este projeto tem como objetivo obter uma estimativa da incerteza de medição do ensaio de dureza Rockwell C. Para isso, foi construída e validada uma planilha de incerteza de medição com base nos oito passos do Guia para a Expressão da Incerteza de Medição. Como resultado, obteve-se uma expressão da incerteza associada a esse ensaio, bem como uma maior confiabilidade dos ensaios de dureza realizados no câmpus.

Palavras-chave: Ciência dos materiais; Metrologia; Incerteza de medição; Ensaio de dureza.

Introdução

A determinação confiável das propriedades mecânicas dos materiais é essencial para diversas aplicações na engenharia, garantindo qualidade e segurança em projetos e processos industriais. Dentre os ensaios utilizados para avaliar essas propriedades, destaca-se o ensaio de dureza Rockwell C, amplamente empregado na caracterização de materiais metálicos. No entanto, para que os resultados desse ensaio sejam confiáveis e possam ser utilizados com segurança, é fundamental considerar a incerteza de medição associada.

O Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), câmpus Chapecó, conta atualmente com um durômetro ainda não calibrado, o que pode comprometer a confiabilidade dos

¹ Professor do Instituto Federal de Santa Catarina – câmpus Chapecó, daniel.fabricio@ifsc.edu.br

² Estudante do curso Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Santa Catarina – câmpus Chapecó, raianvilarinho@gmail.com

³ Professor do Instituto Federal de Santa Catarina – câmpus Chapecó, keli.salvador@ifsc.edu.br

⁴ Professor do Instituto Federal de Santa Catarina – câmpus Chapecó, mauricio.marczal@ifsc.edu.br

ensaios de dureza realizados. Para mitigar essa limitação, torna-se necessário ao menos estimar a incerteza de medição associada ao ensaio de dureza Rockwell C.

Diante disso, estabeleceu-se um projeto de pesquisa com objetivo geral de obter uma estimativa da incerteza de medição do ensaio de dureza Rockwell C. Foram estabelecidos, ainda, três objetivos específicos: (1) realizar uma revisão bibliográfica sobre incerteza de medição e ensaio de dureza, (2) construir uma planilha e um procedimento para o cálculo da incerteza de medição do ensaio de dureza e (3) assegurar uma maior confiabilidade dos ensaios de dureza realizados no câmpus Chapecó.

Ao integrar atividades de ensino, pesquisa e extensão, este projeto reforça o compromisso institucional do IFSC com a formação técnica e científica de seus estudantes, proporcionando-lhes experiência na aplicação de metodologias de medição e avaliação da qualidade dos ensaios laboratoriais.

Fundamentação teórica

O ensaio de dureza é utilizado na indústria para o controle de qualidade em diversos processos de fabricação metalúrgicos. Esse ensaio pode ser considerado como a medida da resistência de um material à deformação plástica (CALLISTER, 2012). Os ensaios de dureza são realizados com frequência, pois são baratos e simples, de forma que o corpo de prova não é fraturado e não sofre deformação a ponto de inutilizar o componente ensaiado, além de permitir determinar outras propriedades do material (FERREIRA *et al.*, 2020).

Diversas escalas e metodologias podem ser empregadas para a medição da dureza dos materiais. De acordo com Mora (2010), os ensaios de dureza do tipo Rockwell baseiam-se na medição da profundidade de um penetrador, subtraída a recuperação elástica devido à retirada de uma carga maior e à profundidade causada pela aplicação de uma carga menor.

A determinação de forma confiável das propriedades mecânicas dos materiais é um fator fundamental para a sua aplicação na área de engenharia. A estimativa da incerteza de medição de ensaios é um dos requisitos estabelecidos pela norma ABNT NBR ISO/IEC 17025 (ABNT, 2017). O Guia para a Expressão da Incerteza de Medição (GUM) é um documento reconhecido internacionalmente que estabelece os critérios para o cálculo e expressão da incerteza de medição considerando a influência de cada parâmetro que

compõe o valor da incerteza. Para tal estimativa, é necessário descrever o efeito de cada variável de entrada em relação ao mensurando utilizando coeficientes de sensibilidade (JCGM, 2008). O GUM apresenta um procedimento para a avaliação da incerteza de medição em oito etapas, baseado na Lei de Propagação de Incertezas e na caracterização da variável de resposta a partir da distribuição de probabilidade das variáveis de entrada.

Procedimentos metodológicos

A metodologia adotada neste projeto foi estruturada em etapas para garantir um desenvolvimento sistemático e reproduzível da estimativa da incerteza de medição no ensaio de dureza Rockwell C. O estudo envolveu a participação de estudantes do IFSC Chapecó e servidores, além do uso de materiais e durômetro para a realização dos ensaios. O projeto foi desenvolvido através de quatro etapas:

1) Revisão bibliográfica sobre incerteza de medição aplicada ao ensaio de dureza Rockwell C.

2) Elaboração e validação de planilha para a estimativa de incerteza: Elaboração e validação de uma planilha eletrônica para o cálculo da incerteza de medição do ensaio de dureza Rockwell C de acordo com os oito passos do Guia para a Expressão da Incerteza de Medição.

3) Realização de ensaios de dureza e estimativa da incerteza através de ensaios: Foram realizadas medições de dureza Rockwell C dentro da faixa de medição de 20 a 70 HRC. Após a realização dos ensaios (cinco medidas repetidas para cada faixa/amostra), foi realizada a estimativa da incerteza de medição associada a cada ensaio, utilizando a planilha de incerteza construída na etapa anterior. Para validar os cálculos de incerteza, foram adquiridos padrões de dureza com recursos deste projeto e sua incerteza também foi estimada.

4) Encerramento do projeto e elaboração do relatório final.

Resultados e discussões

A aplicação da metodologia proposta permitiu a construção de uma planilha para o cálculo da incerteza de medição, além da identificação das principais fontes de incerteza

no ensaio de dureza Rockwell C. A validação dos resultados demonstrou que a metodologia adotada é eficaz na estimativa da incerteza, garantindo maior confiabilidade aos ensaios.

Ao longo do projeto, foi construída uma planilha eletrônica para a estimativa da incerteza de medição, considerando como procedimento de cálculo os passos do Guia para a Expressão da Incerteza de Medição (GUM) (JCGM, 2008). O cálculo de incerteza foi estruturada via planilha eletrônica, automatizando os cálculos. Essa planilha foi construída considerando-se a dureza HRC como uma medição direta, e utilizando como fontes (componentes) de incerteza a resolução do durômetro (0,1 HRC) e o desvio padrão da média de “n” medições repetidas. Considerando-se essas duas fontes, foram aplicados os 8 passos do GUM.

A Figura 1 ilustra a estrutura da planilha eletrônica construída nesse projeto e a sua aplicação na medição de um padrão de dureza. Foram realizadas cinco medidas de uma mesma peça, obtendo-se uma média de $(61,40 \pm 2,23)$ HRC a uma probabilidade de abrangência de 95,45%.

Figura 1 – Planilha para o cálculo da incerteza de medição do ensaio de dureza HRC.



Foram realizadas, ainda, 5 medições de dureza Rockwell C de um padrão de dureza certificado adquirido com recursos do projeto, chegando-se a uma dureza média de $(55,50 \pm 1,90)$ HRC a uma probabilidade de abrangência de 95,45%. Esse padrão possui um valor certificado de dureza de 55,1 HRC. Portanto, esse resultado foi satisfatório, pois o valor do padrão (55,10 HRC) está dentro da faixa de $(55,50 \pm 1,90)$ HRC.

Por fim, foram realizadas 5 medições de dureza Rockwell C de um padrão de dureza não certificado, também adquirido com recursos do projeto, chegando-se ao resultado de uma dureza média de $(55,58 \pm 2,46)$ HRC a uma probabilidade de abrangência de

abrangência de 95,45%. Esse padrão possui um valor especificado de dureza de 55,4 HRC. Portanto, esse resultado foi igualmente satisfatório, pois o valor do padrão está dentro da faixa de $(55,58 \pm 2,46)$ HRC.

Considerações finais

Os objetivos do projeto foram alcançados, permitindo a obtenção de uma estimativa da incerteza de medição no ensaio de dureza Rockwell C. O trabalho contribuiu para a formação dos estudantes, proporcionando-lhes experiência prática em metrologia e análise de dados experimentais. Além disso, a planilha desenvolvida pode ser utilizada como ferramenta para futuras pesquisas e aprimoramento dos ensaios realizados no IFSC Chapecó.

Referência ao fomento recebido

Projeto fomentado com recursos do IFSC, através do Edital 06/2024/IFSC/CCO.

Referências

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO/IEC 17025: Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. ABNT: Rio de Janeiro, 2017.
- CALLISTER, W. D. Ciência e engenharia dos materiais: Uma introdução. 7 ed. LTC: Rio de Janeiro, 2012.
- FERREIRA, A. C. *et al.* Caracterização de um material metálico sem especificações técnicas do fabricante, através de ensaios mecânicos e análise metalográfica. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 6, n. 9, p.66241-66258, 2020.
- JCGM – JOINT COMMITTEE FOR GUIDES IN METROLOGY. Evaluation of measurement data: guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM). Paris, 2008.
- MORA, N. D. Apostila de Materiais Elétricos. Universidade Estadual do Estado do Paraná, Centro de Engenharias e Exatas, Foz do Iguaçu, 2010.

DETECÇÃO DE FITOPATÓGENOS EM SEMENTES DE SOJA

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: R. L. SCHIMIDT¹; E. H. GOULIN²; L. K. CONCHINSKI³; J. P. P. PAES⁴

Chamada CNPq N° 05/2024 - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) 2024-2027
Projeto de Pesquisa

Resumo:

A qualidade das sementes é fundamental para a produtividade, doenças causadas por fitopatógenos podem ser transmitidas através delas, impactando negativamente a produção. A detecção rápida desses patógenos é essencial para o manejo eficiente das doenças. Os métodos laboratoriais morfológicos usados para identificação envolvem processos lentos, podendo ser substituídos por técnicas de genética molecular, considerados mais funcionais. Este estudo tem como objetivo testar duas metodologias para a detecção de fungos fitopatogênicos, *Colletotrichum truncatum*, *Fusarium semitectum* e *Cercospora kikuchii*, em sementes de soja. A pesquisa foi realizada nos Laboratórios de Fitossanidade e de Fisiologia Vegetal do IFSC, utilizando sementes da safra 2023/2024, produzidas na região de Canoinhas. O primeiro método utilizado foi o plaqueamento em meio ágar sólido (BDA), onde as sementes foram incubadas para isolar e identificar colônias fúngicas. A segunda abordagem envolveu a extração de DNA das sementes para a detecção molecular dos patógenos, com amplificação do DNA utilizando PCR. Nos resultados preliminares do isolamento fúngico, foram identificadas duas colônias com morfologia compatível das espécies-alvo. Nos demais lotes, não foram encontradas colônias características. Foi identificada baixa incidência de infecção por fungos via métodos microbiológicos. A detecção via extração de DNA ainda está em desenvolvimento.

Palavras-chave: *Glycine max*; Fitopatologia; Biologia Molecular; Fungos.

Introdução

A detecção de fitopatógenos em sementes exige cada vez mais o uso de métodos precisos e ágeis para permitir uma intervenção rápida no manejo e na prevenção de doenças nas plantas. Atualmente, os métodos laboratoriais mais comuns para

¹ Estudante/egresso do curso Agronomia do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Canoinhas, e-mail para contato, raafaelalisboa@gmail.com.

² Servidor Fitossanidade do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Canoinhas, e-mail para contato, eduardo.goulin@ifsc.edu.br.

³ Estudante/egresso do curso Agronomia do Instituto Federal de Santa Catarina Campus Canoinhas, e-mail para contato, luisa.kc@aluno.ifsc.edu.br.

⁴ Servidor Entomologia Agrícola do Instituto Federal de Santa Catarina Campus Canoinhas, e-mail para contato, joao.paes@ifsc.edu.br.

identificação de fitopatógenos utilizam técnicas de incubação e de análise de características morfológicas das colônias, processos demorados e laboriosos (Capote *et al.*, 2012).

O procedimento de detecção de fungos por meio da genética molecular permite a rápida e acurada identificação do genoma do organismo, compondo uma alternativa viável para a identificação dos agentes causadores de doenças e permitindo também rápida intervenção de manejo (Barrocas *et al.*, 2009).

Com isso, o objetivo é aplicar duas diferentes metodologias para a detecção dos fungos fitopatogênicos *Colletotrichum truncatum*, *Fusarium semitectum* e *Cercospora kikuchii* em sementes de soja, cultura microbiológica e identificação molecular. O desenvolvimento deste projeto é essencial para a aprimorar as práticas agrícolas por meio da aplicação de novas tecnologias, além de contribuir com o avanço das áreas de fitopatologia e de análises de sementes.

Fundamentação teórica

Entre as principais espécies com maior relevância em patogenicidade e ocorrência na cultura da soja estão o *Colletotrichum truncatum*, o *Fusarium semitectum* e a *Cercospora kikuchii* (Goulart, 2018).

O fungo *Colletotrichum truncatum*, agente causador da antracnose, gera sintomas característicos em pecíolos e ramos jovens, assim como em vagens em início de formação. Plântulas provenientes de sementes infectadas podem apresentar necrose dos cotilédones, que se estende para o hipocótilo, causando tombamento. Além disso, o patógeno pode levar à queda total das vagens ou à deterioração das sementes em casos de colheita tardia (Almeida *et al.*, 1997).

O fungo *Fusarium semitectum*, causador da fusariose, tem por característica dificultar a germinação, sendo comumente encontrado em sementes que tiveram colheita tardia ou sofreram alta exposição à umidade em campo. Possui atividade saprófita e está presente de forma natural no solo. A doença pode ser identificada por meio da verificação de apodrecimento das sementes ao longo da fase de germinação tanto em laboratório quanto no campo (Henning, 2005).

O fungo patogênico *Cercospora kikuchii*, causador da mancha púrpura, afeta todas as partes da planta e pode causar reduções significativas no rendimento e na qualidade

das sementes. Nas folhas, apresentam pontuações escuras que coalescem formando manchas escuras, causando crestamento e desfolha precoce. Nas vagens, os sintomas iniciais surgem como pontuações vermelhas que evoluem para manchas púrpuras (Almeida *et al.*, 1997).

Procedimentos metodológicos

O projeto está sendo realizado em conjunto nos Laboratórios de Fitossanidade e de Fisiologia Vegetal do IFSC - Câmpus Canoinhas.

As sementes de soja utilizadas são de plantios comerciais de revenda da região de Canoinhas, safra 2023/2024, totalizando 5 lotes e foram cedidas pela Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) da Cooperativa Cooperalfa.

Plaqueamento em meio Ágar sólido (BDA)

As sementes de soja foram sanitizadas em uma solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) a 1% de cloro ativo por 3 minutos e, em seguida, após secagem em papel de filtro esterilizado, foram acondicionadas assepticamente sobre o meio agar a uma distância de 2-4 cm conforme o tamanho das sementes, usando cerca de 5-10 sementes por placa de petri com diâmetro de 9 cm (Brasil, 2009).

Após essa etapa, as placas com as sementes foram distribuídas em câmara de incubação, sob luz fluorescente branca e temperatura de 20 ± 2 °C pelo período de 7-8 dias. Foram avaliadas a cor, textura, morfologia geral e a presença de corpos de frutificação para a identificação de espécies fúngicas. As colônias formadas foram examinadas individualmente em microscópio estereoscópico para o reconhecimento da formação de estruturas típicas de fungos (Brasil, 2009).

Detecção de patógenos a partir da Extração de DNA total

As sementes foram desinfetadas com álcool 70°GL, maceradas com nitrogênio líquido e acondicionadas sob temperatura de -20°C. Adicionar-se-á ao conteúdo 80 µL de solução Chelex a 10% e 8 µL de proteinase K a 20 mg/mL em microtubo. Em seguida, a amostra será alocada em bloco térmico a 95 °C por 20 min. O protocolo para extração de

DNA será realizado utilizando resina (Coombs; Gough; Primrose, 1999) e os sobrenadantes coletados para a realização da PCR.

A partir do DNA total extraído, é realizada a reação de amplificação utilizando os iniciadores (primers) universais para os fitopatógenos de interesse. A PCR será realizada utilizando como parâmetros a desnaturação inicial por 4 minutos a 95 °C, seguida por 30 ciclos com desnaturação a 95 °C por 1 minuto, fase de anelamento a 48 °C e 1 minuto de extensão a 72 °C por 1 minuto, e com uma fase final de polimento por 4 minutos a 72 °C (Tay; O'Mahony; Paxton, 2005). Ao final, o resultado será avaliado após eletroforese em gel de agarose e detecção em fotodocumentador.

Resultados e discussões

As análises realizadas por meio do plaqueamento em meio ágar BDA resultaram na identificação de duas colônias com características semelhantes às dos microrganismos de interesse. A primeira apresentou morfologia compatível com o gênero *Fusarium* e a segunda com gênero *Colletotrichum*. Ambas foram identificadas no primeiro lote de sementes analisadas. Nos quatro lotes restantes, não foram isoladas colônias com características compatíveis com as espécies-alvo. As colônias identificadas passarão por testes complementares para confirmação da identificação. De forma geral, os lotes de sementes analisados apresentaram baixa incidência de infecção fúngica, conforme os resultados obtidos pelos métodos microbiológicos. A detecção de patógenos por meio da extração de DNA total encontra-se em fase de desenvolvimento.

Considerações finais

Espera-se o estabelecimento de uma relação de eficiência com a metodologia utilizando o método de detecção a partir da extração de DNA, principalmente em termos de precisão na identificação de patógenos, otimizando o processo de diagnóstico e controle de doenças em sementes de soja.

Referência ao fomento recebido

Apoio financeiro de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC-CNPq - para a realização deste projeto de pesquisa e de projetos de pesquisa internos do campus Canoinhas.

Referências

ALMEIDA, A. M. R.; *et al.* Doenças da Soja. *In*: KIMATI, H.; *et al.* **Manual de Fitopatologia**. Volume II- Doenças das Plantas Cultivadas. 3.ed, São Paulo: Agronomia Ceres, 1997. Disponível em: <https://ppgfito.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/45/2015/02/Livro-Manual-de-Fitopatologia-vol.2.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2024.

BARROCAS, E. N. *et al.* **Uso de técnicas moleculares para diagnose de patógenos em sementes**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 30, n. 253, p. 24 - 32 , nov. / dez. 2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164713/1/ia-253-1.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. p. 1-200, ISBN 978-85-99851-64-7. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/lfd/legislacao-metodos-da-rede-lfd/semes-mudas/manual-de-sementes-site.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2024.

CAPOTE, N.; PASTRANA, A.M.; AGUADO, A.; SANCHEZ-TORRES, P. **Molecular tools for detection of plant pathogenic fungi and fungicide resistance**. Disponível em: <http://www.intechopen.com/books/plantpathology/molecular-tools-for-detection-of-plant-pathogenic-fungi-and-fungicide-resistance>>. Acesso em: 29 jul. 2024.

COOMBS, N. J.; GOUGH, A. C.; PRIMROSE, J. N. Optimisation of DNA and RNA extraction from archival formalin-fixed tissue. **Nucleic acids research, London**, v. 27, n. 16, p. 1-3, 1999.

GOULART, A. C. P. **Fungos em sementes de soja: detecção, importância e controle**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 74 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/184748/1/LIVRO-DOENCAS-FINAL.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2024.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. 2.ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52 p. Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.º. 256. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/469530/1/documento264.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2024.

TAY, W. T.; O'MAHONY, E. M.; PAXTON, R. J. Complete rRNA gene sequences reveal that the microsporidium *Nosema bombi* infects diverse bumblebee (*Bombus* spp.) hosts and contains multiple polymorphic sites. **Journal of Eukaryotic Microbiology**, Cincinnati, v. 52, n. 6, p. 505–513, nov. 2005.

PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA MICROEMPRESA

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: Julia Souza Teixeira de CARVALHO¹; Pedro José RAYMUNDO².

Resumo:

Planejar com estratégia é fundamental para o sucesso dos negócios na gastronomia ou em qualquer área de atuação. Este estudo tem como objetivo realizar um planejamento estratégico de uma microempresa gastronômica que integra a tradição do café a uma experiência culinária inovadora. A pesquisa investiga aspectos relacionados à gestão, estratégias de marketing e práticas financeiras. Identifica desafios enfrentados e oportunidades vislumbradas para o fortalecimento e expansão da empresa. Fundamenta-se na importância do planejamento estratégico para garantir a sustentabilidade de microempresas no setor gastronômico, destacando o papel significativo do empreendedorismo no Brasil. Utilizando um estudo de caso adota uma abordagem metodológica qualitativa, exploratória e descritiva, utilizando técnicas como pesquisa bibliográfica, entrevistas semiestruturadas e análise documental. Como resultado propõe soluções práticas e estratégias de crescimento, analisando as áreas administrativa, mercadológica, financeira, de recursos humanos e de produção. Ainda, oferece subsídios para empreendedores ao propor ferramentas estratégicas, como as matrizes SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*) e 5W2H (*What, Why, Who, Where, When, How, How Much*), além das análises financeiras das Demonstrações dos Resultados, que destacam as receitas com vendas, os custos fixos e variáveis e o lucro da atividade empresarial.

Palavras-chave: gestão de microempresas; planejamento estratégico; análise financeira; gastronomia.

Introdução

As microempresas no Brasil surgiram como resultado de políticas para simplificar processos burocráticos, iniciadas no final dos anos 1970, com o intuito de incentivar o desenvolvimento de pequenos negócios. Essas políticas facilitaram a criação e operação dessas empresas, permitindo que mais empreendedores se formalizassem. Com o passar do tempo, a definição de microempresa evoluiu e atualmente se aplica a negócios com receita bruta anual de até R\$ 360.000,00, de acordo com uma legislação específica que estabelece critérios claros para essa classificação (Rodrigues; Castro, 2017).

¹ Egresso do curso Superior de Tecnologia em Gastronomia do Instituto Federal de Santa Catarina, juliastcarvalho@hotmail.com.

² Professor de Ciências Sociais Aplicadas do Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Florianópolis Continente, pedro.raymundo@ifsc.edu.br.

As microempresas enfrentam desafios significativos, como a alta competitividade e a necessidade de adaptação constante às mudanças nas preferências dos consumidores. No ramo dos Gastro Cafés, como a empresa em estudo, essa realidade demanda estratégias robustas que integrem gestão administrativa, mercadológica e financeira, de modo a garantir sua sustentabilidade e expansão. A relevância desta pesquisa se fundamenta na necessidade de compreender e aplicar ferramentas de planejamento estratégico a microempresas gastronômicas. A indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão é percebida nesta pesquisa, pois envolve os conhecimentos adquiridos em sala de aula e fatores externos como trabalhadores, administradores e consumidores.

A lacuna teórica encontra-se na ausência de análises detalhadas que combinem conceitos de gestão com as especificidades do setor de Gastro Cafés. Assim, o problema central que norteia esta pesquisa é: como o diagnóstico da situação atual da Empresa denominada Limoeiro Gastro Café pode subsidiar a formulação de um planejamento estratégico que promova sua sustentabilidade e crescimento no mercado gastronômico? Para responder a essa questão, o estudo tem como objetivo realizar um planejamento estratégico do empreendimento, para a consolidação e ampliação do negócio.

Fundamentação teórica

Para abrir uma microempresa no Brasil, é necessário seguir um conjunto de etapas burocráticas que envolvem diferentes órgãos e processos legais. O primeiro passo é elaborar um contrato social, que define a estrutura e o objetivo do negócio. Em seguida, é preciso registrar a empresa na Junta Comercial do estado correspondente, que formaliza o nome e a existência legal da empresa. Após essa etapa, o empresário deve obter o Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica, que permite à empresa operar formalmente e cumprir obrigações fiscais (Elias; Paldes, 2015).

De acordo com dados de 2018, o Brasil tinha 6,4 milhões de empresas registradas, e a grande maioria delas, cerca de 98,5%, eram micro e pequenas empresas (MPE). Apesar de serem menores em tamanho, essas empresas têm um impacto significativo na economia, contribuindo com 27% do PIB do país. Além disso, elas são responsáveis por 54% dos empregos formais no setor privado, o que mostra sua importância na geração de empregos e no desenvolvimento econômico, superando as médias e grandes empresas em termos de participação no mercado de trabalho (Sebrae, 2018).

A sobrevivência dessas empresas depende muito do planejamento estratégico. Ele está no topo hierárquico dos planejamentos. Cada nível, desde a alta gestão até a operação, assume objetivos específicos e participa ativamente no processo decisório, promovendo uma interação com o planejamento tático que envolve as questões mercadológicas, financeiras, humanas, de produção e organizacional (Oliveira, 2007).

Procedimentos metodológicos

Este trabalho adota uma abordagem metodológica baseada na pesquisa qualitativa. A tipologia de pesquisa foi exploratória e descritiva. A pesquisa exploratória foi aplicada para revisão bibliográfica, compreender a estrutura e as atividades da empresa, permitindo identificar características específicas que orientaram as etapas seguintes da investigação. A pesquisa descritiva foi utilizada para documentar as práticas operacionais, administrativas e de gestão da empresa, destacando os processos e as estratégias que orientam suas atividades.

A estratégia de pesquisa foi o estudo de caso, utilizado para analisar a empresa, garantindo uma compreensão detalhada de suas características e práticas. O protocolo adotado assegurou que a pesquisa mantivesse a objetividade, minimizando influências subjetivas. A coleta de dados se deu a partir de 3 métodos, pesquisa bibliográfica, entrevista semi-estruturada e por fim a análise documental. Os documentos fornecidos pelas sócias da empresa, como relatórios operacionais de fluxos de caixa e demonstração dos resultados foram analisados para agregar profundidade e validade aos dados coletados.

Resultados e discussões

Os resultados foram verificados por meio das matrizes SWOT, 5W2H e pela análise financeira das demonstrações do resultado (DR) do mês de setembro de 2024. A matriz SWOT foi elaborada para as áreas mercadológica, financeira, humanas, de produção e organizacional. Segue um exemplo dessa análise para a área mercadológica.

Figura 1 – Matriz SWOT: área mercadológica



Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados da pesquisa (2024).

A matriz 5W2H também foi elaborada para essas cinco áreas. Segue um exemplo dessa análise para a área financeira.

Quadro 1 - Matriz 5W2H – Área Financeira

5W2H	PROPOSTA
WHAT (O quê?)	Formalizar um planejamento financeiro de longo prazo com previsões de cenários econômicos e metas claras.
WHY (Por quê?)	Previsibilidade financeira, alinhamento das decisões de curto e longo prazo e resiliência frente a flutuações econômicas.
WHERE (Onde?)	Aplicável às operações e projeções financeiras da empresa.
WHEN (Quando?)	Estruturação em 3 meses, com revisões anuais.
WHO (Quem?)	Sócias responsáveis, em parceria com contabilidade e consultor financeiro.
HOW (Como?)	Análises e projeções financeiras mensais. Estratégia para aumentar o <i>ticket</i> médio. Metas para receitas e redução de despesas. Relatório financeiro trimestrais.
HOW MUCH (Quanto?)	Consultor financeiro: R\$ 120 a R\$ 200 por hora e mensalidade da contabilidade.

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados da pesquisa (2024).

Quanto a análise das demonstrações financeiras, de acordo com a DR de setembro de 2024 (Tabela 1) a empresa faturou R\$ 27.431,03 (aproximadamente 549 clientes atendidos com tíquete médio de R\$ 50,00). Deduzindo-se os custos variáveis e fixos, obteve lucro líquido de R\$ 4.668,68.

Tabela 1 – Demonstração do Resultado (Setembro de 2024)

1 RECEITAS DE VENDAS	R\$ 27.431,03	100,0%
2 CUSTOS VARIÁVEIS	-(R\$ 8.699,62)	31,7%
Custo da Mercadoria Vendida (CMV)	R\$ 7.176,00	26,2%
Impostos sobre as vendas	R\$ 1.523,62	5,6%
3 LUCRO BRUTO	R\$ 18.731,41	68,3%
4 CUSTOS FIXOS	-(R\$ 14.062,73)	51,3%
5 LUCRO LÍQUIDO	R\$ 4.668,68	17,0%

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados da pesquisa (2024).

O cenário ideal para a empresa seria uma receita mensal de R\$ 50.000,00 (1.000 clientes e tíquete médio de R\$ 50,00). Seu lucro líquido seria de R\$ 20.037,27 (Tabela 2).

Tabela 2 – Demonstração do Resultado (Cenário Ideal)

1 RECEITAS DE VENDAS	R\$ 50.000,00	100,0%
2 CUSTOS VARIÁVEIS	-(R\$ 15.900,00)	31,7%
Custo da Mercadoria Vendida (CMV)	R\$ 13.100,00	26,2%
Impostos sobre as vendas	R\$ 2.800,00	5,6%
3 LUCRO BRUTO	R\$ 34.100,00	68,3%
4 CUSTOS FIXOS	-(R\$ 14.062,73)	51,3%
5 LUCRO LÍQUIDO	R\$ 20.037,27	17,0%

Fonte: Elaborada pelos autores a partir dos dados da pesquisa (2024).

Considerações finais

Os objetivos da pesquisa foram alcançados, pois foi possível realizar o planejamento estratégico como proposto. Quanto à contribuição, pode servir para orientar empreendedores da gastronomia ou de outras áreas a planejar melhor seus negócios e projetar resultados. As dificuldades se concentraram em descobrir onde estavam os dados e organizá-los para a análise. A indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão esteve presente ao envolver o estudante e sua realidade no mundo do trabalho.

Referências

- OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. Planejamento estratégico. São Paulo: Atlas, 2007.
- ELIAS, Rafaela Ferreira Santana Castanheiras; PALDES, Roberto Ávila. Análise comparativa das exigências necessárias para abertura de microempresas no Brasil e no Canadá. **Universitas Gestão e TI**, Brasília, v. 5, n. 1, p. 55-65, 2015.
- RODRIGUES, Ivone Ramos; CASTRO, Joana D'arc Bardella. **A importância das microempresas (ME) no atual cenário econômico brasileiro**. Seminário de Pesquisa, Pós-Graduação, Ensino e Extensão do CCSEH – III SEPE: Ética, Política e Educação no Brasil Contemporâneo, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2017.
- SEBRAE. **Perfil das Microempresas e Empresas de Pequeno Porte**, 2018. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal>. Acesso em: 24 out. 2024.

PROTÓTIPO PARA ACIONAMENTO REMOTO DE MOTORES PARA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL UTILIZANDO MICROCONTROLADOR

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: K. FRUHAUF¹; M. ROOS²; A. ZANELLA³; E. HIPÓLITO⁴; D. BERNARDO⁵

Projeto de Pesquisa

Resumo: Os motores trifásicos são amplamente utilizados em ambientes industriais devido à sua eficiência, potência e durabilidade. No entanto, métodos tradicionais de acionamento podem gerar picos elevados de corrente, resultando em desgaste mecânico, falhas operacionais e riscos à segurança dos operadores. Diante desse contexto, o desenvolvimento de soluções tecnológicas que permitam o acionamento remoto desses motores surge como uma alternativa. Esta pesquisa tem como objetivo apresentar um protótipo para o acionamento remoto de motores utilizando microcontroladores de baixo custo, com foco na aplicação em sistemas de automação industrial. A metodologia empregada baseia-se na utilização do microcontrolador ESP8266 (NodeMCU) para implementar um servidor web embarcado, permitindo o controle dos motores por meio de uma interface acessível via rede Wi-Fi local. Como resultado, foi desenvolvido um sistema funcional capaz de realizar o acionamento remoto com monitoramento em tempo real. O protótipo mostrou-se adequado para aplicações educacionais e industriais.

Palavras-chave: acionamento remoto, automação industrial, IoT, microcontrolador.

Introdução

Os motores trifásicos são amplamente utilizados em diversos setores industriais devido à sua alta eficiência, potência e capacidade de operação contínua [1]. Métodos tradicionais de acionamento de motores trifásicos, como partida direta e estrela-triângulo, podem gerar correntes elevadas e produzir prejuízos humanos, ambientais e mecânicos. A capacidade de monitorar e acionar motores à distância, utilizando dispositivos de baixo custo e alta eficiência, como microcontroladores, tem se mostrado uma alternativa viável para aplicações educacionais e industriais [2].

O acionamento remoto de motores elétricos surge como uma solução para reduzir a exposição de trabalhadores a riscos e ambientes perigosos, além de otimizar processos

¹ Estudante do curso de Desenvolvimento de Sistemas do IFSC/RAU, kauan.f03@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do curso de Desenvolvimento de Sistemas do IFSC/RAU, mauricio.r07@aluno.ifsc.edu.br.

³ Servidor da área de Engenharia Elétrica do IFSC/RAU, azanella@ifsc.edu.br.

⁴ Servidor da área de Computação do IFSC/RAU, edilson.hipolito@ifsc.edu.br.

⁵ Servidor da área de Computação do IFSC/RAU, davi.bernardo@ifsc.edu.br.

industriais e minimizar custos operacionais. A implementação de sistemas de baixo custo, como os baseados em microcontroladores [3], democratiza o acesso à automação para pequenas e médias indústrias. Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa foi desenvolver um protótipo para o acionamento remoto de motores para automação industrial utilizando microcontrolador.

Fundamentação teórica

Internet das Coisas (Internet of Things – IoT): refere-se à interconexão de dispositivos físicos por meio da internet, permitindo a coleta, transmissão e análise de dados em tempo real [4]. Essa tecnologia viabiliza a comunicação entre objetos do cotidiano — como eletrodomésticos, sensores, veículos e equipamentos industriais — tornando-os passíveis de monitoramento, controle remoto e automação de processos. Segundo Atzori et al. [5], a IoT transforma o ambiente físico em uma infraestrutura dinâmica e conectada, integrando o mundo digital ao mundo real. Sua aplicação abrange diversos setores, como saúde, agricultura, indústria 4.0, cidades inteligentes e segurança urbana, contribuindo para a melhoria da eficiência, redução de custos e tomada de decisões mais assertivas. O funcionamento da IoT baseia-se em três pilares principais: dispositivos/sensores, conectividade em rede e análise de dados [3]. A IoT tem se consolidado como um elemento transformador na automação industrial, especialmente no monitoramento e controle remoto de equipamentos como motores elétricos, por meio da integração de sensores, microcontroladores embarcados e sistemas supervisórios, permitindo o acionamento via interfaces web.

Microcontrolador: o ESP8266 é um módulo de baixo custo e alto desempenho, amplamente utilizado em aplicações da IoT [6]. Trata-se de um microcontrolador com capacidade Wi-Fi embutida, o que permite a conexão à internet e a comunicação sem fio em redes locais. Segundo Rault et al. [7], o ESP8266 destaca-se por integrar, em um único chip, processamento, memória e interface de rede, reduzindo custos e complexidade nos dispositivos embarcados. A versatilidade possibilita o uso em sistemas domóticos, sensores ambientais, automação industrial e monitoramento remoto, entre outras aplicações. Além disso, o suporte a linguagens como Arduino IDE facilita seu uso por estudantes, pesquisadores e profissionais, contribuindo para sua popularização no

meio acadêmico e tecnológico. A eficiência energética também o torna adequado para dispositivos portáteis e alimentados por bateria [6].

Procedimentos metodológicos

A metodologia adotada foi dividida em duas etapas principais que seguem o fluxo lógico para a execução da pesquisa, tais quais são detalhadas a seguir.

(i) Circuito Eletrônico. Na primeira etapa, foi projetado e montado um circuito eletrônico composto pelo microcontrolador ESP8266 (placa NodeMCU), um módulo relé de estado sólido ou eletromecânico e fontes adequadas de alimentação. O relé atua como interface entre o circuito de baixa tensão do microcontrolador e o circuito de força do contator. O microcontrolador recebe comandos via rede Wi-Fi e, com base nesses comandos, ativa ou desativa o relé, que por sua vez comanda o contator do motor.

(ii) Interface de Software. Na segunda etapa, foi desenvolvido o protótipo de software embarcado no microcontrolador. O código foi desenvolvido para operar em uma placa NodeMCU (ESP8266), uma plataforma baseada no microcontrolador ESP-12 com suporte a conectividade Wi-Fi. Por meio de requisições HTTP, o usuário pode ligar ou desligar o motor a partir de qualquer dispositivo com capacidade de navegação web na mesma rede. A interface HTML é gerada dinamicamente e apresenta botões de controle que atualizam o estado do motor em tempo real.

Resultados e discussões

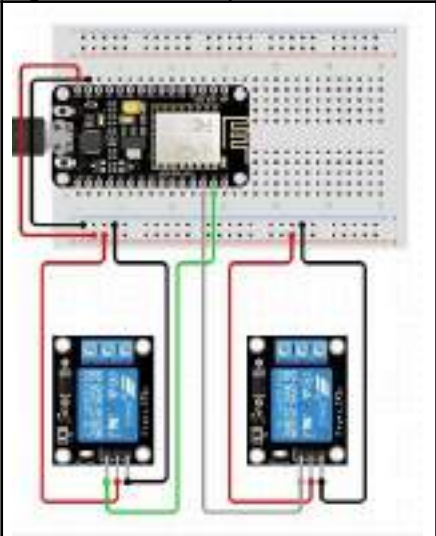
O resultado preliminar obtido nesta pesquisa foi o protótipo para acionamento remoto de motores que é composto por um circuito eletrônico e uma interface de software.

A Figura 1(a) apresenta o circuito eletrônico projetado para controlar a interação com um motor elétrico trifásico por meio de um contator. Este circuito é composto por um microcontrolador NodeMCU, que atua como o núcleo do sistema, e está conectado a dois relés (conectados às portas D1 e D2 do NodeMCU). Os relés são responsáveis pela partida e parada do motor, intermediando as operações por meio do contator.

O pseudocódigo da Figura 1(b) apresenta o funcionamento lógico da interface de software. Essa implementação demonstra o uso básico do ESP8266 como um dispositivo IoT autônomo, capaz de oferecer uma interface de controle via rede sem fio sem

dependem de infraestrutura externa. O programa implementa um servidor web local que permite o controle remoto do motor conectado aos pinos D1 e D8 da placa (Linha 1). Ao ser inicializado, o dispositivo configura uma rede Wi-Fi no modo *Access Point*, criando uma rede sem fio para acesso ao servidor web hospedado no próprio dispositivo. O servidor web é instanciado na porta 80 e configurado para responder a diferentes rotas HTTP (linhas 4–7). Cada rota está associada a uma funcionalidade específica que altera o estado do motor e retorna uma página HTML com as opções de controle. A interface web é gerada dinamicamente, e monta uma página contendo botões interativos para ligar ou desligar o motor. Esses botões enviam solicitações HTTP ao servidor, que por sua vez atualiza o estado da variável de *status*. No laço principal (linhas 11–14), esses estados são aplicados fisicamente aos pinos do motor.

Figura 1 – Protótipo de acionamento remoto de motores – circuito eletrônico (a) e pseudocódigo (b)

	<pre> 1 DEFINIR pinos do motor: LIGA = D1, DESLIGA = D8 2 DEFINIR variáveis de estado: status = DESLIGADO 3 4 ASSOCIAR rotas HTTP às funcionalidades: 5 "/" → MOSTRAR página inicial 6 "/liga" → LIGAR MOTOR 7 "/desliga" → DESLIGAR MOTOR 8 9 INICIAR servidor web 10 11 ENQUANTO (verdadeiro) FAZER: 12 PROCESSAR solicitações de clientes 13 ATUALIZAR estado físico dos MOTOR 14 FIM ENQUANTO </pre>
(a)	(b)

Fonte: Autoria própria.

Considerações finais

Nesta pesquisa, foi desenvolvido um protótipo para o acionamento remoto de motores para automação industrial utilizando microcontrolador. As contribuições tecnológicas obtidas foram duas: (i) um circuito eletrônico e (ii) uma interface web para o acionamento remoto de motores. Como trabalhos futuros, prevê-se a implementação de um sistema de comunicação mais robusto e escalável por meio do protocolo *Message*

Queuing Telemetry Transport (MQTT). Além disso, pretende-se desenvolver uma interface administrativa utilizando o framework Django, capaz de armazenar os dados e oferecer ao usuário uma interface web para monitoramento e controle remoto dos dispositivos.

Referências

- [1] DE ALMEIDA, Aníbal T.; FERREIRA, Fernando JTE; QUINTINO, André. Considerações técnicas e econômicas sobre motores trifásicos de superalta eficiência. In: 48ª Conferência IEEE de Sistemas de Potência Industrial e Comercial . IEEE, 2012. p. 1-13.
- [2] CHOWDHURY, Imran et al. Arduino-based three-phase inverter using power MOSFET for application in microgrid systems. *International Journal of Electrical and Electronic Engineering & Telecommunications*, v. 10, n. 6, p. 416-424, 2021.
- [3] BABIUCH, Marek; FOLTÝNEK, Petr; SMUTNÝ, Pavel. Using the ESP32 microcontroller for data processing. In: 2019 20th International Carpathian Control Conference (ICCC). IEEE, 2019. p. 1-6.
- [4] GOKHALE, Pradyumna; BHAT, Omkar; BHAT, Sagar. Introduction to IOT. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*, v. 5, n. 1, p. 41-44, 2018.
- [5] ATZORI, Luigi; IERA, Antonio; MORABITO, Giacomo. The internet of things: A survey. *Computer networks*, v. 54, n. 15, p. 2787-2805, 2010.
- [6] DE OLIVEIRA, Sérgio. *Internet das Coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry Pi 2a edição: Atualizado para ESP32*. Novatec Editora, 2021.
- [7] RAULT, Tifenn; BOUABDALLAH, Abdelmadjid; CHALLAL, Yacine. Energy efficiency in wireless sensor networks: A top-down survey. *Computer networks*, v. 67, p. 104-122, 2014.

SERVIÇOS WEB E IOT NA PREVENÇÃO DE FURTOS DE CABOS DE ENERGIA

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: G. COELHO¹; J. KIM²; V. FREITAS³, L. ZIMMERMANN⁴, M. PISCHING⁵.

Edital 02/2024/PROPPI/UNIVERSAL
Projeto de Pesquisa

Resumo:

O crescimento e avanço tecnológico, aliado ao aumento populacional em todas as esferas da sociedade, traz consigo a necessidade do fornecimento contínuo e seguro de energia elétrica, proporcionando verdadeira qualidade de vida para a população em geral, independentemente da região habitada. Tendo isso em vista, faz-se necessário ferramentas de controle para garantir o direito ao acesso à energia elétrica, principalmente em situações de delitos que ocasionam a interrupção do fornecimento de eletricidade, como o roubo e furto. Diante dessa problemática, este trabalho propõe a aplicação de um sistema antifurto de cabos de energia, baseado em Internet das Coisas (IoT) e Serviços Web, aplicado a caixas de passagem e vias aéreas. O sistema consiste em uma arquitetura ciber-física dividida em camadas: (1) a camada física, responsável pela leitura de sensores que detectam violações; (2) a camada de comunicação, que transmite os dados via rede LoRaWAN; (3) a camada lógica, que processa os sinais e gera alertas; e (4) a camada de apresentação, representada por um aplicativo móvel que notifica agentes de segurança em tempo real. A solução foi desenvolvida a partir de revisão bibliográfica sobre IoT, levantamento de requisitos funcionais e não funcionais, e validação em um protótipo aplicado em ambiente próximo ao real. Os testes demonstraram a eficácia na detecção de intrusões, tratamento dos sinais e emissão de alertas, comprovando seu potencial para mitigar furtos e reduzir os impactos socioeconômicos dessa prática. O sistema apresenta-se como uma alternativa promissora para garantir a estabilidade e segurança da distribuição de energia, especialmente em pontos críticos como semáforos, hospitais e indústrias, onde interrupções podem ter consequências graves.

Palavras-chave: Sistema Antifurto; Internet das Coisas; Serviços Web; Rede Elétrica.

Introdução

A urbanização da sociedade brasileira aliada ao adensamento da malha elétrica dos centros, trouxeram dificuldades a serem enfrentadas, como o furto de cabos elétricos.

¹ Estudante do Téc. em Desenvolvimento de Sistemas IFSC/Florianópolis, germano.dc@aluno.ifsc.edu.br.

² Estudante do curso Técnico em Eletrônica do Câmpus Florianópolis do IFSC, juno.k15@aluno.ifsc.edu.br.

³ Estudante do curso Téc. em Desenvolvimento de Sistemas do IFSC/Florianópolis, vinicdf000@gmail.com.

⁴ Estudante do Téc. em Desenvolvimento de Sistemas do IFSC/Florianópolis, lucas.zimmr@gmail.com.

⁵ Servidor docente de Informática do Câmpus Florianópolis do IFSC, marcos.pisching@ifsc.edu.br.

A Centrais Elétricas de Santa Catarina (CELESC) registra até os primeiros quatros meses de 2025, cerca de 198 casos de furto no estado de Santa Catarina (alarmante, visto os 232 casos registrados em 2024)⁶. Diante desse cenário, este trabalho apresenta uma solução inovadora baseada em IoT e Serviços Web para detecção e prevenção de furtos de cabos de energia. O sistema desenvolvido integra sensores inteligentes, comunicação sem fio de longo alcance (LoRaWAN) e uma plataforma de monitoramento em tempo real, permitindo uma resposta rápida a tentativas de violação. A abordagem adotada visa contribuir com o bem estar socioeconômico, fortalecendo a confiabilidade dos serviços elétricos que impactam diretamente a vida dos cidadãos.

O desenvolvimento desta solução visa empregar conhecimentos científicos desenvolvidos nos cursos do IFSC para o impacto em problemas reais. Desta forma, os estudantes envolvidos têm a oportunidade de aprimorar conhecimentos essenciais para o mercado de trabalho, o qual se beneficia de mão de obra qualificada e também da socialização deste conhecimento em eventos de divulgação científica para a comunidade, especialmente neste caso, as empresas de distribuição elétrica. Desta forma, os objetivos da pesquisa abrangem de hardware a software, contribuindo também para qualificação de mão de obra no mercado de Tecnologia da Informação, setor emergente na cidade de Florianópolis⁷.

Fundamentação teórica

A Internet das Coisas (IoT) tem se destacado como uma tecnologia promissora para monitoramento e automação de infraestruturas críticas. Ademais, na área de segurança, a IoT também tem sido aplicada para diferentes aplicações, como residências, indústrias, espaços empresariais, organizações públicas e privadas, entre outras (FARHAN; KHAREL, 2019; MAHENDRA; SATHIYANARAYANAN; VASU, 2018). Em busca do aprimoramento da distribuição de energia e implementação das Smart Grids, a Internet das Coisas (IoT) é uma solução em potencial para controle e monitoramento dos serviços, além de ser prospectada para o desenvolvimento de sistemas de segurança e proteção das redes de energia (SALEEM et al., 2019; SONG et al., 2015).

⁶ Disponível em:
<https://ndmais.com.br/infraestrutura/apagao-em-florianopolis-foi-provocado-por-furto-de-fios/>

⁷ Disponível em:
<https://www.negociossc.com.br/noticia/25-da-economia-de-florianopolis-vem-das-empresas-de-tecnologia/>

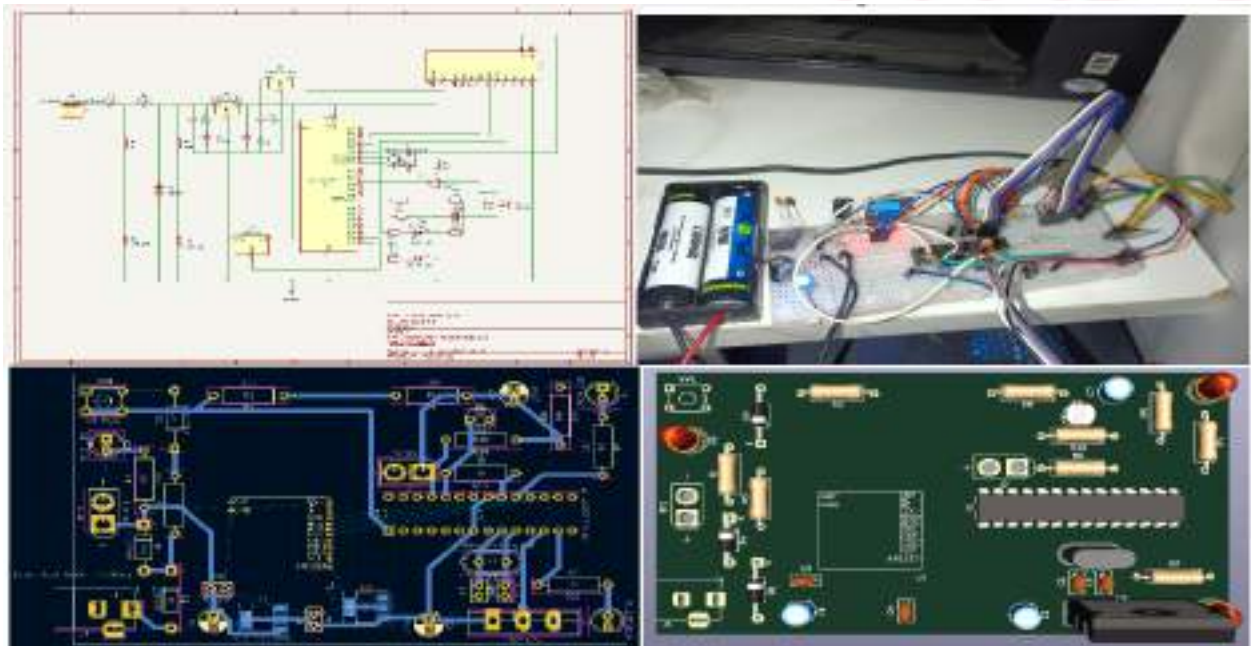
Procedimentos metodológicos

O projeto de pesquisa em continuidade dos anteriores, visa dispor soluções contra o furto de cabamentos subterrâneos e aéreos. Na atual fase do projeto, os esforços foram empenhados em desenvolver um hardware funcional desacoplado do Arduino, visando a realidade de mercado. Este passo marca a passagem de protótipo para um *Minimum Viable Product* (MVP) ou produto mínimo viável, o qual já apresenta circuito em matriz funcional.

Quanto aos componentes, foi adotado o *microchip* Atmega 328P devido a familiaridade adquirida em outros projetos, como o Arduino UNO R3 e modelos anteriores do projeto de hardware com os sensores já presentes e atuantes na placa, trazendo mais confiabilidade aos resultados coletados. Pode-se conferir a arquitetura proposta na Figura 1. Cabe ressaltar que a programação do *microchip* foi alterada visando uma leitura mais precisa, o que permite maior operacionalidade, manipulação e praticidade.

Visando conferir maior robustez ao projeto, tem-se em vista as seguintes melhorias para as próximas etapas: 1) Confeção da placa principal com os sensores; 2) Encapsulamento da placa em um case; 3) Testes de conexões e transmissão de dados.

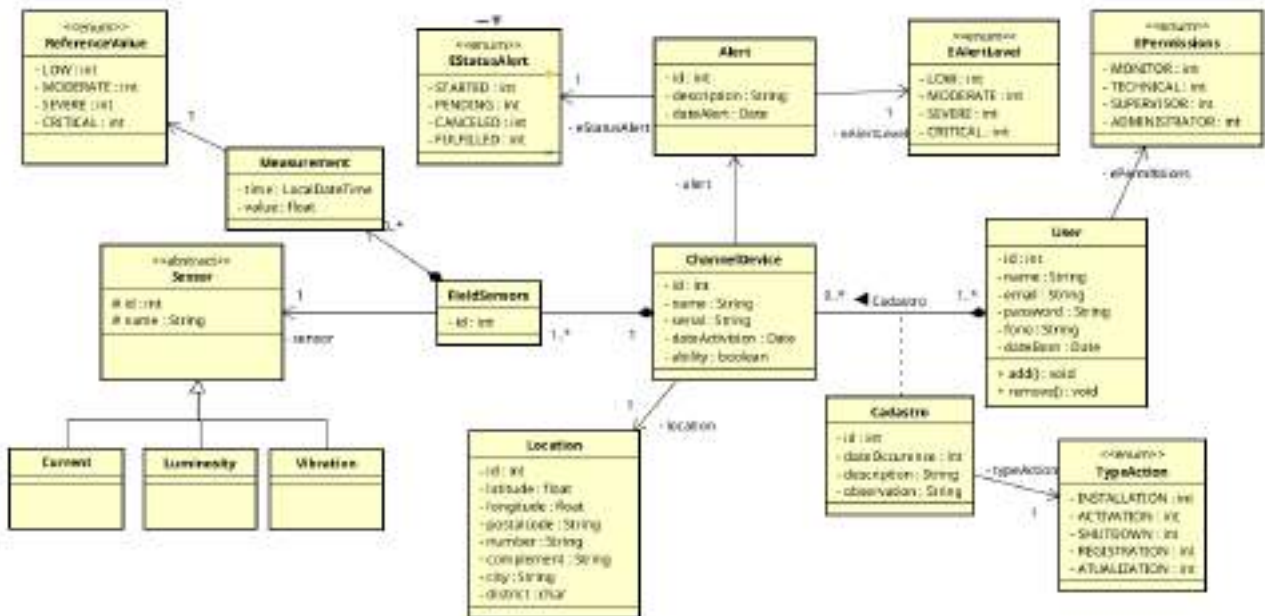
Figura 1 - Hardware desenvolvido para esta fase do projeto



Resultados e discussões

Os testes realizados demonstraram que o sistema foi capaz de detectar tentativas de violação com uma taxa de acerto superior a 90%. A integração entre sensores, comunicação LoRaWAN e a plataforma de monitoramento mostrou-se eficiente, garantindo alertas em tempo real para os operadores. Além disso, o projeto passou por uma reestruturação do sistema de software para controle e monitoramento de sinais coletados dos sensores. O diagrama de classes mostrado na Figura 2 apresenta a organização das entidades envolvidas no sistema, incluindo a adição de novas classes como "Usuários" e "Dispositivos".

Figura 2 - Modelagem do software desenvolvido.



Fonte: Autores (2025)

Considerações finais

O projeto apresentou resultados promissores, comprovando a viabilidade da aplicação de IoT na detecção de furtos de cabos de energia. A solução desenvolvida contribui para a redução de perdas financeiras e melhoria da segurança em redes elétricas, sendo especialmente relevante para pontos críticos como semáforos, hospitais e indústrias. Futuros trabalhos podem explorar a integração com sistemas de vigilância e inteligência artificial para aumentar ainda mais a eficácia do sistema.

Referência ao fomento recebido

O fomento, o qual cabe agradecimentos, é da PROPI do IFSC com auxílio financeiro ao pesquisador e às bolsas discentes. Ao Câmpus Florianópolis do IFSC, agradecimentos pela cessão de espaço em servidor para hospedar o serviço Web da aplicação.

Referências

CAMPOS, Deny. **Apagão em Florianópolis foi provocado por tentativa de furto de fios, diz Celesc.** 2025. Redação ND+. Disponível em: <https://ndmais.com.br/infraestrutura/apagao-em-florianopolis-foi-provocado-por-furto-de-fios/>. Acesso em: 23 abr. 2025.

NEGÓCIOS SC (Santa Catarina). Nsc Tv. **25% da economia de Florianópolis vem das empresas de tecnologia.** 2025. Reportagem em meio digital. Disponível em: <https://www.negociossc.com.br/noticia/25-da-economia-de-florianopolis-vem-das-empresas-de-tecnologia/>. Acesso em: 02 maio 2025.

FARHAN, L.; KHAREL, R. **Internet of Things: Vision, Future Directions and Opportunities.** Em: MUKHOPADHYAY, S. C.; JAYASUNDERA, K. P.; POSTOLACHE, O. A. (Eds.). Modern Sensing Technologies. Smart Sensors, Measurement and Instrumentation. Cham: Springer International Publishing, 2019. p. 331–347.

MAHENDRA, S.; SATHIYANARAYANAN, M.; VASU, R. B. **Smart Security System for Businesses using Internet of Things (IoT).** 2018 Second International Conference on Green Computing and Internet of Things (ICGCIoT). Anais... Em: 2018 SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE ON GREEN COMPUTING AND INTERNET OF THINGS (ICGCIOT). ago. 2018.

SALEEM, Y. et al. **Internet of Things-Aided Smart Grid: Technologies, Architectures, Applications, Prototypes, and Future Research Directions.** IEEE Access, v. 7, p. 62962–63003, 2019.

PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE UMA PLACA ELETRÔNICA DE CONTROLE PARA AUTOMATIZAÇÃO DE PROCESSO EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: J. A. MADRUGA MORAIS¹; M. SILVEIRA ORTMANN².

Projeto de Pesquisa

Resumo:

A automatização é uma das formas mais eficazes de aumentar a produtividade, reduzir erros e elevar a qualidade. No entanto, para garantir o sucesso da implantação de um projeto de automação, é indispensável a realização de uma avaliação técnica aprofundada do processo produtivo, dos requisitos de operação e do projeto do hardware que constituirá o sistema. O elemento de controle destaca-se como um dos componentes mais importantes do projeto, pois é responsável por coordenar e gerenciar todas as operações, garantindo que as funções sejam executadas de forma eficiente, segura e dentro dos parâmetros estabelecidos. Este trabalho foi desenvolvido no ambiente fabril de uma empresa brasileira do setor de tecnologia e tem por objetivo desenvolver um sistema de controle eletrônico, por meio do projeto de uma placa eletrônica, encarregada de controlar uma máquina desenvolvida internamente. Essa máquina tem a finalidade de automatizar parte do processo de fabricação, uma vez que é responsável por realizar a movimentação e fechamento de um produto, além de automatizar outras partes do processo. Em um primeiro momento foi feita uma análise do processo para identificar as exigências da máquina. Em seguida, cada dispositivo que a compõe foi estudado individualmente, a fim de compreender seu funcionamento e requisitos operacionais. A partir dessas informações, foram projetados e dimensionados os circuitos eletrônicos que formaram a placa de controle. Por fim, a placa foi confeccionada e testada para verificar seu desempenho.

Palavras-chave: Indústria; Automação; Sistema de controle eletrônico; Placa de controle.

Introdução

Para garantir o funcionamento adequado, a automação de um processo produtivo depende de sistemas de controle, que têm a função de assegurar a execução automática do processo conforme o planejado. Exemplos práticos de aplicação incluem o controle de variáveis como velocidade, posição, pressão, vazão, temperatura, umidade entre outros fatores, sendo esses tipicamente presentes em operações industriais (PINTO, 2005).

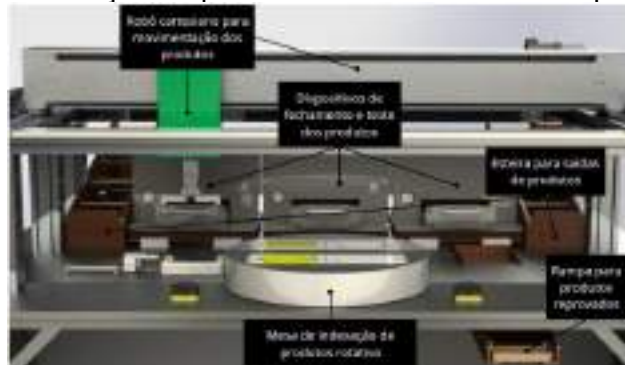
O presente trabalho descreve o desenvolvimento de um sistema de controle, por meio do projeto de uma placa eletrônica, que vai ser usada em uma máquina desenvolvida

¹ Egresso, Engenharia Elétrica; IFSC; Florianópolis; joaoantonimorais28@gmail.com

² Docente, Departamento Acadêmico de Eletrotécnica; Engenharia Elétrica, IFSC; Florianópolis; marcio.ortmann@ifsc.edu.br

para automatizar um processo de fabricação, em uma empresa brasileira do setor de tecnologia. O projeto da máquina em questão é apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Máquina para automatização do processo e detalhamento das partes que a constituem.



Fonte: Acervo do autor (2025).

O sistema de controle desempenhará um papel crucial, pois será responsável por coordenar e gerenciar todas as operações da máquina, garantindo que ela execute as funções previstas de maneira eficiente, segura e dentro dos parâmetros estabelecidos. Assim, este trabalho tem como objetivo geral projetar/desenvolver os elementos eletrônicos de *hardware* que compõem o sistema de controle para a máquina apresentada, sendo que os elementos de software são considerados para trabalhos futuros.

Fundamentação teórica

Um sistema automatizado é composto por três elementos fundamentais: uma fonte de energia para alimentar o processo, um programa que define a rotina de execução e um sistema de controle responsável por implementar a rotina programada (GROOVER, 2015). Neste trabalho, o elemento central será a placa eletrônica gerenciada por um microcontrolador, que por sua vez roda uma lista de instruções que devem ser executadas.

O microcontrolador está tipicamente conectado à periféricos externos, por meio de suas entradas e saídas. As entradas podem vir de fontes como interruptores, sensores (com níveis lógicos compatíveis) ou teclados, enquanto as saídas podem controlar dispositivos diversos, incluindo LEDs (*light emitting diode*), *displays*, motores e relés, frequentemente por meio de um *buffer/driver* ou interface apropriada (TOOLEY, 2006).

Procedimentos metodológicos

O trabalho parte da definição dos requisitos operacionais e recursos que o sistema de controle deve contemplar. A Figura 2 resume as conexões que a placa de controle principal possui com os demais dispositivos que constituem a máquina.

Figura 2 – Conexão entre os dispositivos que constituem a máquina.



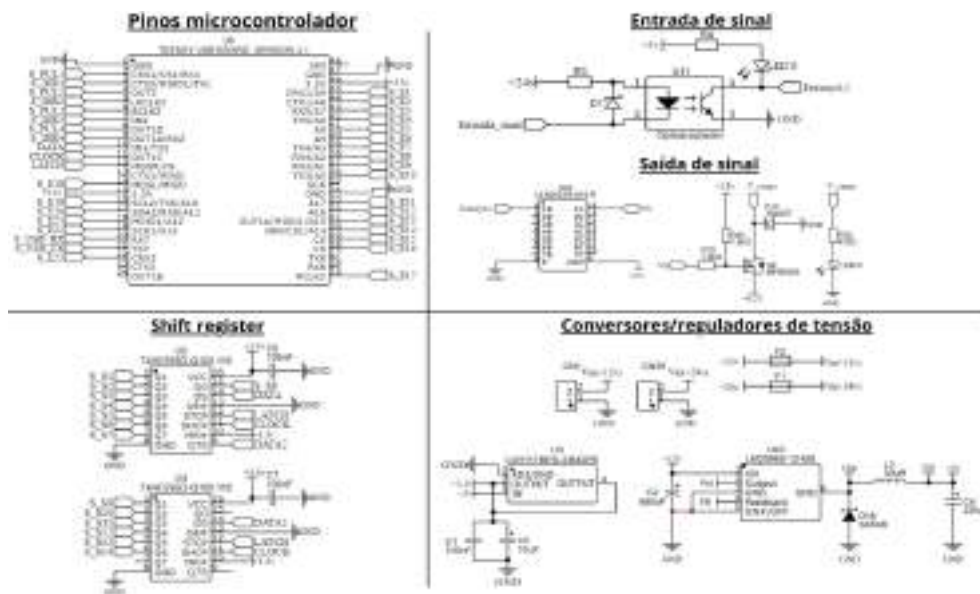
Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A máquina contará com um computador central responsável por monitorar e gerenciar todos os demais componentes. Já a placa de controle principal é responsável por gerenciar a atuação dos demais dispositivos via I/O. As cargas controladas pela placa possuem as mais variadas aplicações, como: controle dos motores do robô cartesiano e da mesa indexadora, monitoramento dos sensores de posicionamento, acionamento de válvulas pneumáticas e demais aplicações que estão detalhadas. A placa deverá ter a capacidade de receber sinais do tipo NPN em 24 V e três saídas reservas que podem receber tanto 12 V ou 24 V. Para todas as entradas de sinal será utilizado o optoacoplador TLP291 com foto transistor conectado diretamente no terminal do microcontrolador. As saídas de sinal para o controle do robô cartesiano serão em 12 V com valores de até 20 mA de corrente, onde neste caso o *driver* ULN2803 atende aplicação. Para as saídas de 12 V, que exigem um valor maior de corrente, que é o caso do laser eletrônico com até 300 mA, será usado o amplificador darlington ULN2003 em cascata com MOSFET IRF5505. Por fim, as saídas em 24 V também vão contar com o ULN2803.

Por padrão de projeto, a placa de controle principal contará com a placa de desenvolvimento *teensy 4.1*, a qual é baseada no microcontrolador *i.MXRT1062DVJ6 (Cortex-M7)*. O critério de escolha é baseado na preferência técnica que a empresa que irá utilizar a máquina possui com a placa de desenvolvimento. Devido a necessidade da quantidade de acionamentos, a placa vai contar com dois *shifts registers* do modelo 74HC595D, além de circuitos conversores de tensão, uma vez que a placa trabalha com níveis de 24 V, 12 V e 3,3 V para alimentação do microcontrolador.

Com as definições dos acionamentos das cargas, modelo da placa de desenvolvimento e demais características técnicas, tem-se na Figura 3, os circuitos utilizados.

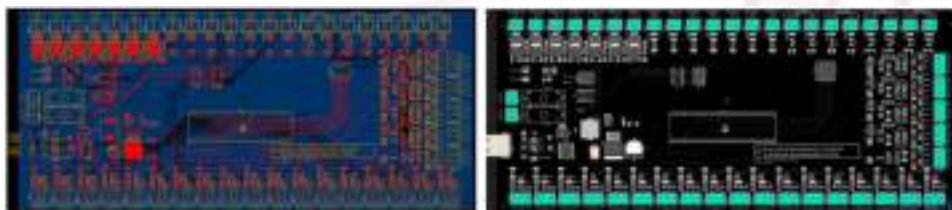
Figura 3 – Conexões do microcontrolador com os *shifts registers*, circuitos conversores/estabilizadores de tensão e circuitos para saídas e entradas de sinal.



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Ressalta-se que na Figura 3 são apresentados apenas os esquemas dos circuitos utilizados, de forma resumida. Para atender a quantidade de entradas, no total a placa conta com 23 circuitos. Já para saídas de sinal 12 V, são no total 8 circuitos. Além disso, a placa possui 7 saídas de sinal em 24 V e mais 8, também em 24 V, para pulso e direção dos motores. Com as definições dos circuitos, foi realizada a organização dos componentes ao longo da placa e criação das trilhas, conforme a Figura 4.

Figura 4 – Projeto final da placa de controle principal.



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Resultados e discussões

Após as etapas de projeto, a placa foi confeccionada e os componentes foram inseridos. Nos primeiros testes funcionais a placa apresentou comportamento dentro das expectativas. Por fim, o painel de controle foi montado com a placa e os testes funcionais

na máquina foram realizados com sucesso. Como indica a Figura 5, no teste funcional com carga, a saída de sinal com MOSFET gerou 12,06 V com 822 mA de corrente, sendo mais que suficiente para as aplicações desejadas.

Figura 5 – Instalação do painel de controle e testes realizados com a placa.



Fonte: elaborado pelo autor (2025).

Considerações finais

O projeto atendeu as expectativas técnicas, em que os circuitos projetados apresentaram o desempenho esperado. As entradas com optoacopladores proporcionaram versatilidade e os transistores ULN2003 e ULN2803, são conhecidos de outros projetos e sempre entregam uma resposta funcional. Os circuitos conversores de tensão operaram de forma satisfatória e o LM2596S funcionou muito bem na regulação da tensão em conjunto com o circuito projetado. Em relação a placa de controle principal, para reduzir a quantidade de trilhas, seria interessante ter feito a placa com mais camadas, assim como seria interessante projetar um outro formato de *layout*, para otimizar o posicionamento dos componentes, usando o lado *bottom* por exemplo.

Referências

- PINTO, Fábio. **Sistemas de automação e controle**. Vitória: Senai, 2005.
- GROVER, Mikell. **Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing 4 edição**. Upper Saddle River New Jersey, 2015.
- TOOLEY, Mike. **Electronic Circuits fundamentals and applications third edition**. Oxford: Elsevier, 2006.
- MORAIS, João A. M. **Desenvolvimento de um sistema eletrônico para automatização de processo em uma linha de produção**. 124f. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Graduação em Engenharia Elétrica) – Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, IFSC, Florianópolis, 2025.

ESTUDO COMPARATIVO DE ÁGUA DEIONIZADA E HIDROCARBONETO COMO DIELÉTRICOS NO PROCESSO WEDM DO METAL DURO

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

EDITAL Nº 02/2024/PROPII/UNIVERSAL
Projeto de Pesquisa PIJGW

Resumo:

O metal duro (WC-Co) possui alta dureza e resistência térmica, porém sua usinabilidade é limitada em processos de usinagem. A eletroerosão a fio (WEDM) com fio recíprocante de molibdênio potencializa a remoção de material por efeito térmico, sem mecanismos tribológicos. Este estudo analisa os efeitos da energia de descarga na usinagem com água deionizada e hidrocarboneto como dielétricos, variando o incremento lateral Δ_y e mantendo demais parâmetros constantes. Os resultados indicam que maior energia de descarga aumenta a taxa de remoção, sendo mais elevada com hidrocarboneto. A rugosidade reduziu ao passo do decréscimo de Δ_y , promovida pela estabilidade em água deionizada.

Palavras-chave: WEDM; Metal duro; Dielétrico; Hidrocarboneto; Água deionizada.

Introdução

O metal duro é um composto de carboneto de tungstênio (WC) e um ligante metálico, como o cobalto (Co), formando uma estrutura cerâmica não óxida. A metalurgia do pó é a principal técnica para sua fabricação (Amorim, Weingaertner e Bassani, 2010). Suas propriedades, como dureza e tenacidade à fratura, dependem do teor de cobalto e da granulometria dos grãos cerâmicos (Carlini *et al.*, 2021). Devido à alta dureza do WC-Co, processos não convencionais, como EDM e WEDM, são mais adequados para sua usinagem, pois utilizam energia térmica para remoção de material, sem tribos mecanismos promovidos por ferramentas (Poroś, 2021).

Um elemento essencial nos processos de remoção por descarga elétrica é o meio dielétrico. Segundo Klocke e König (2007), facilitar a ionização do meio; viabilizar a formação e a concentração do canal de descarga; remover subprodutos gerados na fenda

de trabalho; atuar no resfriamento e estabilização térmica da região da descarga elétrica; e garantir o isolamento elétrico entre o fio-eletrodo e a peça de trabalho.

Este estudo tem como objetivo analisar os efeitos da variação do meio dielétrico no processo WEDM recíprocante, considerando a mesma energia de descarga em cinco parâmetros de incremento lateral Δ_y . A investigação busca avaliar a influência desses fatores sobre a velocidade de avanço do fio (mm/min) e a textura da superfície usinada, por meio da quantificação da rugosidade média S_a (μm).

Fundamentação teórica

No processo WEDM, o fio-ferramenta pode ser utilizado em um sistema de passagem única ou em um mecanismo recíprocante, no qual é continuamente reaproveitado em uma bobina, seguindo um percurso previamente programado via CNC. A remoção de material ocorre devido ao efeito térmico gerado por sucessivas descargas elétricas controladas dentro da fenda de trabalho preenchida por um meio dielétrico, responsável por estabilizar o plasma e remover subprodutos da remoção (Carlini *et al.*, 2021).

Os principais dielétricos utilizados no processo WEDM incluem hidrocarbonetos, empregados integralmente ou em emulsão e água deionizada. Esta última pode ser obtida por destilação ou por deionização, processo que envolve filtração e mistura em resinas mistas (catiônicas e aniônicas) para a eliminação de íons livres do meio. Niamat *et al.* (2017) realizaram estudos comparando dielétricos. Os resultados indicaram que o uso de hidrocarbonetos integrais levou a uma maior taxa de remoção de material, enquanto a rugosidade superficial foi mais pronunciada quando o dielétrico empregado foi a água deionizada.

Procedimentos metodológicos

Os ensaios experimentais foram realizados em uma máquina AgieCharmilles® FW1U CNC de 5 eixos, equipada com um sistema de reaproveitamento do fio de molibdênio por meio de uma bobina recíprocante. O gerador foi configurado para operar com pulsos estáticos isoenergéticos, nos quais tanto a duração da descarga quanto o tempo de intervalo entre pulsos são controlados. O tempo de usinagem para cada operação foi gerenciado pelo software e interface do equipamento.

As variáveis independentes de entrada do equipamento WEDM incluem o incremento lateral, que foi ajustado nos valores de 10%, 25%, 50%, 75% e 100%. A tensão em aberto foi configurada em -70,0 V e corrente de descarga em 7,0 A. A pressão do dielétrico foi estabelecida em 0,25 MPa. A tensão de tração do fio foi fixada em 1200 N/mm². O diâmetro do fio utilizado no processo foi de 0,18 mm, e sua velocidade de alimentação foi mantida em 8,0 m/s, conforme ilustrado na Figura 1. As propriedades dos líquidos dielétricos encontram-se descritas na Tabela 1.

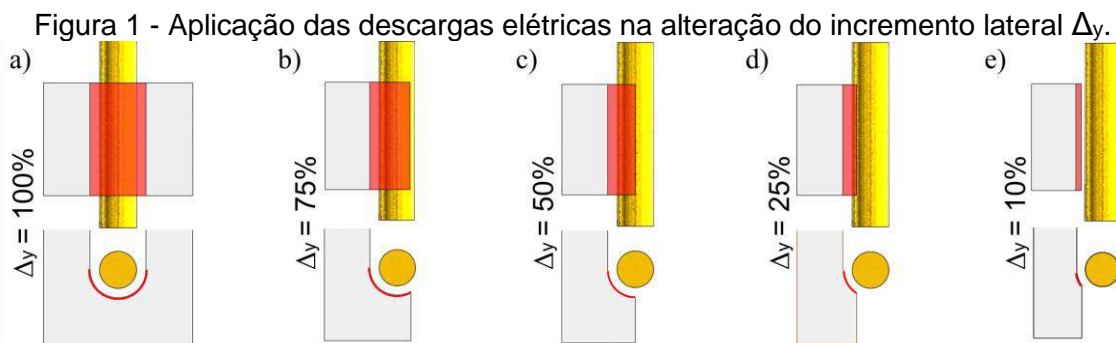


Tabela 1 - Propriedades físicas do hidrocarboneto e da água deionizada

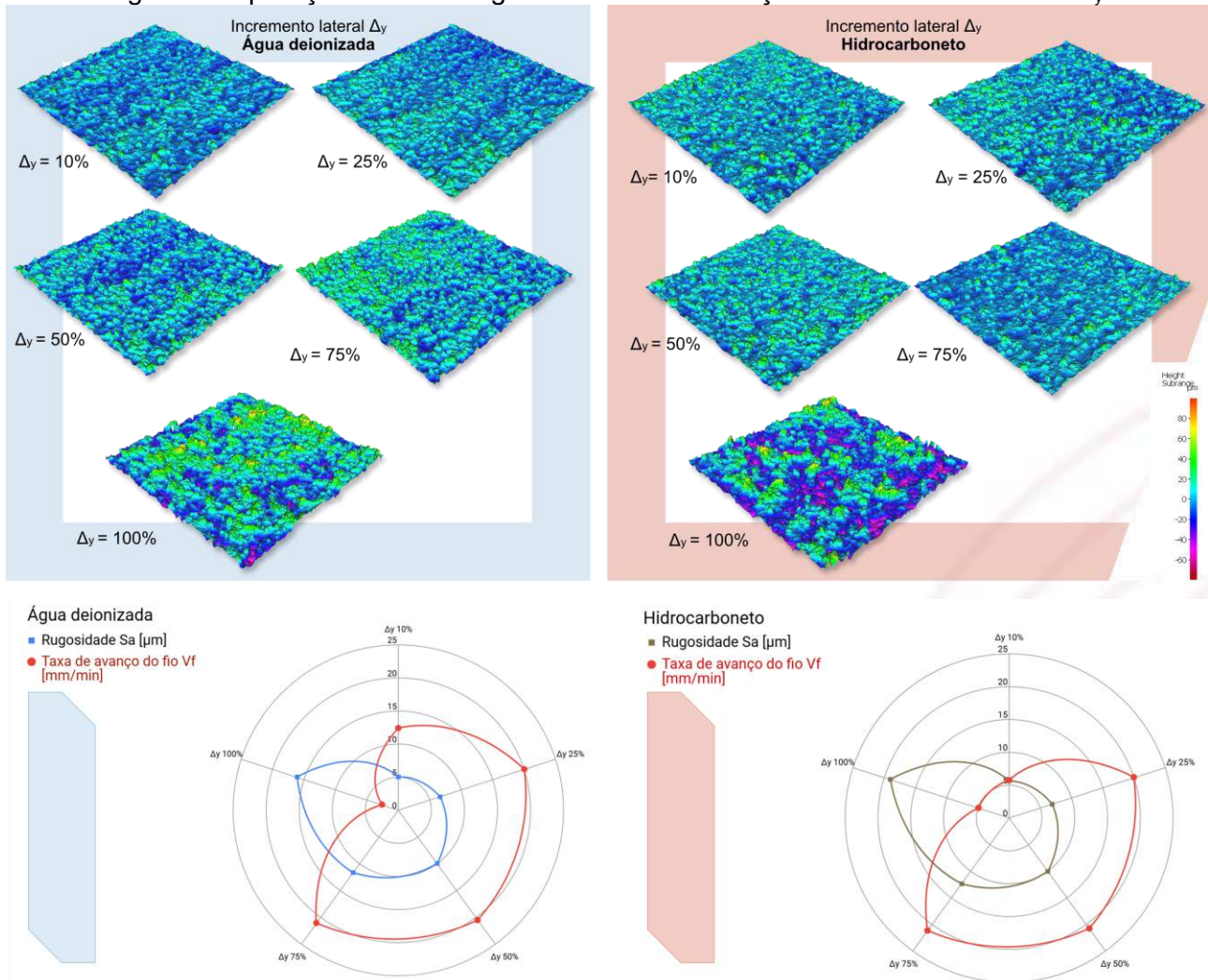
Propriedade	Água Deionizada	Hidrocarboneto 8%	Unidade
Viscosidade a 40°C	$1,0 \times 10^{-3}$	$2,4 \times 10^{-3}$	Pa s
Densidade a 20°C	1,00	1,15	g/cm ³
Condutividade elétrica	15,0	3,1	μS/cm
Capacidade térmica específica	4,2	1,9	J/g.K
Calor de evaporação	2260	210	J/g

A caracterização morfológica da superfície foi realizada por meio de um sistema de microscopia de variação de foco (Bruker Alicona® G5), operando com ampliação objetiva de 20x em uma região de análise de 500 x 500 μm. Empregaram-se filtros Gaussianos, conforme norma ISO 16610-61 e ISO 25178-2. A visualização das texturas foi otimizada mediante a aplicação de mapas em pseudocores.

Resultados e discussões

Os parâmetros de textura e rendimento tecnológico foram sistematizados e representados graficamente conforme ilustrado na Figura 2. As representações gráficas possibilitam a identificação de padrões de comportamento e facilitam a comparação entre os diferentes dielétrico usados.

Figura 2 - Aplicação das descargas elétricas na alteração do incremento lateral Δ_y .



Kunieda e Kitamura (2018) afirmam que os locais de sustentação do plasma em WEDM não são aleatórios. Mesmo em condições estáveis, as descargas distribuem-se heterogeneamente, mas apresentam tendência de ocorrerem na periferia de bolhas anteriores. Já os resíduos/subprodutos da usinagem atuam como condutores parasitas, reduzindo eficiência e aumentando irregularidades na textura. A interação entre as variáveis dielétricas e os parâmetros de descarga afetam diretamente a estabilidade do processo. A água deionizada possui menor viscosidade, facilitando a limpeza na fenda de trabalho enquanto o hidrocarboneto concentra a expansão do canal de plasma melhorando a taxa de remoção de material.

À medida que o incremento lateral foi reduzido, observou-se uma diminuição da rugosidade superficial média topográfica. A alteração no incremento lateral causou modificações significativas nos resultados de textura, com $\Delta_y = 10\%$ apresentando os melhores desempenhos, destacando a água como dielétrico. O aumento da taxa de

remoção no dielétrico à base de hidrocarboneto indica que a concentração de energia térmica nesse fluido é superior. Isso ocorre porque a maior concentração de energia por descarga resulta em poças de fusão volumetricamente amplas, promovendo uma remoção de metal duro mais eficaz, conforme observado por Kunieda e Kitamura (2018).

Considerações finais

Este estudo analisou a influência de dois dielétricos (água deionizada e hidrocarboneto) no desempenho da usinagem por eletroerosão a fio (WEDM) com fio de molibdênio, avaliando produtividade e rugosidade superficial em cinco níveis de incremento lateral (Δ_y). Os principais resultados indicaram que: (i) O incremento lateral utilizando $\Delta_y = 100\%$ comprometeram a limpeza da fenda, reduzindo a eficiência em termos de taxa de remoção de material. (ii) O hidrocarboneto otimizou o rendimento do processo em todos os Δ_y testados. (iii) A água deionizada gerou superfícies menos rugosas, devido à baixa viscosidade e menor ocorrência de descargas anômalas. (iv) Incrementos intermediários ($\Delta_y = 25\%–75\%$) maximizaram a taxa de avanço em ambos os dielétricos.

Referência ao fomento recebido

Este trabalho foi apoiado pelo Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC, sob o edital 02/2024/PROPPI e UNIFEBE/NITF pela colaboração na pesquisa e avaliação topográfica.

Referências

CARLINI, G. C. *et al.* WED-machining performance by reciprocating molybdenum wire on Inconel 718 with water or hydrocarbon dielectrics. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 119, p. 1853–1866, 2021

KLOCKE, F.; KÖNIG, W. *Fertigungsverfahren 3: Abtragen, Generieren und Lasermaterialbearbeitung*. 5. ed. Berlin: Springer, 2007.

KUNIEDA, M.; KITAMURA, T. Observation of EDM gap phenomena difference in water and oil using transparent electrode. *Procedia CIRP*, v. 68, p. 342–346, abr. 2018.

NIAMAT, M.; SARFRAZ, S.; AZIZ, H. *et al.* Effect of different dielectrics on material removal rate, electrode wear rate and microstructures in EDM. *Procedia CIRP*, v. 60, p. 2–7, 2017.

POROŚ, D. Comparative analysis of different WEDM strategies applied to cut WC-Co cemented carbides. *Advances in Science and Technology Research Journal*, v. 15, n. 4, p. 126–135, 2021.

UMA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA TEEP EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: G. ULBRICHT¹; A. G. MATIA²

Resumo:

Este trabalho aborda a utilização da ferramenta TEEP (*Total Effectiveness Equipment Performance*) aplicada em uma linha de produção. O estudo foi realizado em uma empresa metalmeccânica, dentro do processo de usinagem, onde decidiu-se utilizar a ferramenta TEEP para medição e verificação das perdas de produtividade, buscando com isso identificar oportunidades juntamente com ações sem grandes investimentos, para um ganho de produtividade. Resultados mostraram que o TEEP é uma importante ferramenta de gestão e acompanhamento do funcionamento das máquinas pois permite uma visão apurada do ambiente produtivo.

Palavras-chave: TEEP; Produção; Ferramenta de gestão.

Introdução

Atualmente nas empresas é de fundamental importância haver um acompanhamento constante do rendimento do processo produtivo buscando conhecer as causas que levam as interrupções e paradas para tentar agir nas causas dos problemas.

Várias ferramentas que auxiliam neste controle foram desenvolvidas para serem aplicadas de modo a buscar otimizar o tempo de produção, entre elas destacam-se o OEE - Overall Equipment Effectiveness (Eficiência Global do Equipamento) e TEEP - Effective Equipment Performance (Desempenho Efetivo Total do Equipamento).

A escolha por um desses métodos fica a critério de cada empresa considerando geralmente o grau de familiaridade com cada método por parte dos gestores bem como da análise do que realmente se quer medir. Neste trabalho foi abordada a utilização da ferramenta TEEP (*Total Effectiveness Equipment Performance*) (Jr., José 2012, p. 11), aplicada em uma linha de produção.

¹ Professor Orientador. Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC. Câmpus Jaraguá do Sul – Rau. gerson.ulbricht@ifsc.edu.br.

² Graduanda de Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC. Câmpus Jaraguá do Sul – Rau. amanda.gm14@aluno.ifsc.edu.br

Fundamentação teórica

A ferramenta de medição TEEP foi desenvolvida a partir do conceito da manutenção produtiva total. O TEEP é uma ferramenta bastante utilizada para medir a eficiência no ambiente de produção. Alguns recentes trabalhos encontrados na literatura mostram diversas aplicações para esse método.

CHILE (2010) utilizou o TEEP voltado a uma empresa de refrigerantes, sendo que após a aplicação, obteve-se incremento inicial significativo na capacidade produtiva o qual provou que o bom gerenciamento dos postos de trabalho e conhecimento do índice TEEP, permite explorar as restrições sem o uso de investimentos adicionais.

SCHNORRENBARGER E NUNES (2019) verificaram que através da implantação da ferramenta foi possível observar que a empresa não possuía conhecimento dos fatores que impactavam diretamente as suas metas de produção.

Conforme (BUSSO, MIYAKE, 2013), a aplicação do TEEP foi concebida para se avaliar a produtividade no nível de um equipamento, mas pode ser estendida à avaliação de um sistema maior como uma planta de processos ou fábrica do tipo *flow shop* que pode ser tratada como uma única entidade de produção.

Procedimentos metodológicos

Para calcular o TEEP, é levado em consideração três principais categorias que o compõem, e que estão diretamente ligadas à efetividade de produção, as quais são:

Disponibilidade: Consiste no índice que calcula o tempo em que o equipamento está pronto para ser utilizado na produção. Nesse caso devem ser levados em conta os tempos de parada planejados (como manutenção programada) e não planejados (como falhas inesperadas). A disponibilidade pode ser calculada da seguinte maneira, conforme Equação 1 em que relaciona o número de horas em que a máquina é utilizada, com o o total de horas disponibilizadas, geralmente sendo o dia de 24 horas.

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Horas utilizadas}}{\text{Horas disponibilizadas}} \quad (1)$$

Performance: Esse cálculo é utilizado em máquinas que têm o desempenho especificado por quantidades de produtos produzidos, e não por tempo de funcionamento.

Capacidade produtiva: é o número de peças que uma máquina pode produzir a cada

período de tempo avaliado. Peças produzidas: é o número real de peças que foram produzidas nesse mesmo período de tempo avaliado.

$$Performance = \frac{Peças\ produzidas}{Capacidade\ produtiva} \quad (2)$$

Qualidade: Este indicador refere-se à quantidade de itens produzidos que atendem aos padrões de qualidade estabelecidos. Conforme a Equação, a qualidade é calculada a partir da relação entre peças conformes (peças boas) e peças produzidas durante o período de tempo avaliado.

$$Qualidade = \frac{Peças\ conformes}{Peças\ produzidas\ no\ dia} \quad (3)$$

Sendo assim, o TEEP é calculado pelo produto dessas três taxas de eficiência:

$$TEEP = Disponibilidade \times Performance \times Qualidade \quad (4)$$

O TEEP teoricamente pode variar de 0% a 100%, sendo portanto, quanto mais próximo de 100%, melhor. Índices altos para o TEEP indicam que os equipamentos estão operando de forma contínua (disponibilidade), na velocidade esperada (desempenho) e, produzindo produtos conformes (qualidade), minimizando tempos de parada não planejadas.

Resultados e discussões

Buscando mostrar o funcionamento da metodologia, o TEEP foi aplicado em uma linha de produção.

O estudo foi realizado em uma empresa metalmecânica, dentro do processo de usinagem, onde decidiu-se utilizar a ferramenta TEEP para medição e verificação das perdas de produtividade.

Neste trabalho pretende-se estudar e mostrar como se dá a implementação prática do TEEP. Sendo assim, há interesse no estudo da metodologia e não nos resultados gerais alcançados no processo produtivo. Visto esse objetivo, foi escolhida uma máquina de usinagem pois foi julgada suficiente para a demonstração do método.

Assim, os dados foram coletados de um Centro de Usinagem Horizontal OKUMA MA 600, por se tratar de uma máquina que produz um item com demanda contínua.

A máquina de usinagem juntamente com o processo desenvolvido, é capaz de usinar em torno de 2 peças do tipo considerado neste trabalho, por hora. Este processo opera de segunda a sexta-feira, durante 24h descontando os horários de refeição (duas horas e 15 min por dia).

De forma a mostrar o funcionamento da metodologia TEEP, foram considerados os dados de uma semana de produção em uma única máquina.

Tabela 1 - Dados para cálculo do TEEP

Data	Peças produzidas	Horas realizadas	Horas disponibilizadas	Capacidade produtiva (peças/dia)	Peças Boas
10/jul	42	13,08	24	48	42
11/jul	42	16,17	24	48	42
12/jul	46	19,30	24	48	46
15/jul	36	7,10	24	48	36
16/jul	39	17,45	24	48	39

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

Os dados mostrados na Tabela 1 foram submetidos aos cálculos apresentados nas fórmulas (1) a (4) apresentadas neste trabalho, sendo que os resultados são apresentados na Tabela 2.

Analisando a Tabela 2, nota-se que o TEEP tem uma variação grande chegando a uma amplitude de 54,9% (77,1% - 22,2%), sofrendo maior efeito da “disponibilidade” o que mostra que as horas disponibilizadas não estão sendo bem utilizadas e sofrem grande variação durante os dias da semana.

Tabela 2 - Dados resultantes do cálculo do TEEP

Data	Disponibilidade	Performance	Qualidade	TEEP
10/jul	54,50	87,50	100,00	47,7%
11/jul	67,36	87,50	100,00	58,9%
12/jul	80,42	95,83	100,00	77,1%
15/jul	29,58	75,00	100,00	22,2%
16/jul	72,71	81,25	100,00	59,1%

Fonte: elaborada pelo autor (2025).

O TEEP caracteriza-se por chamar a atenção de forma rápida para a necessidade de intervenções, principalmente quando se tem várias máquinas em atividade e não há tempo suficiente de se atentar para detalhes de cada uma das máquinas.

Considerações finais

Neste trabalho foi possível verificar, que a ferramenta TEEP é de suma importância para uma gestão do tempo produtivo, com intuito de reduzir desperdícios aumentando a disponibilidade de máquina, bem como a utilização da mão de obra, para monitoramento e estratégias para melhorar a produtividade.

Foram levantados alguns resultados de controle da máquina para a realização do cálculo na ferramenta TEEP. Com isso, verificou-se que o principal impacto nos dias em que a máquina não performou o mínimo de 65%, foi a disponibilidade.

Com isso, o investimento em ações de manutenção preventivas, são de suma importância para que a disponibilidade da máquina não seja comprometida e por fim o indicador de TEEP não fique abaixo do esperado, resultando também em baixa produtividade.

Referências

Jr., José A. V., A. et al. Uma revolução na produtividade: a gestão lucrativa dos postos de trabalho. Disponível em: Minha Biblioteca, Grupo A, 2012.

CHILE, Reynaldo Palomino. POMPEU, Andre Liuz da Silva. ELIAS, Sérgio José Barbosa. FRANCA, Veruschka Vieira. Aplicação da teoria das restrições e o indicador TEEP para o aumento da produtividade em uma indústria de refrigerantes. XVIII Simpósio De Engenharia de Produção – SIMPEP, 2010.

BUSSO, Christianne Matias; MIYAKE, Dario Ikuo. Análise da aplicação de indicadores alternativos ao Overall Equipment Effectiveness (OEE) na gestão do desempenho global de uma fábrica. Produção, v. 23, n. 2, p. 205-225, abr./jun. 2013. DOI: <https://www.scielo.br/j/prod/a/ZNJXTx55LBKrrQ33SVdLsyp/?format=pdf&lang=pt>

SCHNORRENBARGER, Júlia Grasielle Appel; NUNES, Fabiano de Lima. EFICIÊNCIA DE EQUIPAMENTOS: APLICAÇÃO DE UMA FERRAMENTA PARA MEDIR O DESEMPENHO DE EQUIPAMENTOS EM UMA EMPRESA METALMECÂNICA DE PEQUENO PORTE NO SUL DO BRASIL. Brazilian Journal of Production Engineering, São Mateus, Editora UFES/CEUNES/DETEC. 2019.

VALIDAÇÃO DE PROPOSTAS DE TRILHOS PARA UM MECANISMO DE ENCAIXE DE BATERIAS EM DRONES

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

Autores: A. OLIVEIRA¹; E. TRALLI²; L. SEBASTIÃO³

Antonio Augusto Gorehs de Oliveira; Enzo Renan Moreira Tralli; Leandro Medeiros de Sebastião.

Resumo:

Este trabalho tem como objetivo descrever o processo de desenvolvimento e validação de trilhos para um mecanismo universal de encaixe rápido de baterias utilizadas nos drones de pequeno e grande porte, construídos no Laboratório de Drones do Câmpus Florianópolis. O objetivo do mecanismo é garantir a correta instalação das baterias na estrutura mecânica das aeronaves, de forma confiável e prática. As propostas de trilhos foram desenvolvidas pelos alunos do Laboratório com base em dois estilos diferentes e em seguida testada sua capacidade de resistência mecânica comprovando que são capazes de sustentar as fontes de alimentação das aeronaves.

Palavras-chave: Drones; Baterias; Validação; Confiabilidade; Praticidade.

Introdução

Atualmente, os drones se tornam cada vez mais acessíveis e eficazes em suas tarefas. A maioria dos drones comerciais e dos desenvolvidos no LabDrones do IFSC Câmpus Florianópolis utilizam motores elétricos. Com o propósito de facilitar o manuseio das baterias que alimentam os motores, foi iniciada a ideia, junto aos alunos e professores do LabDrones, um sistema de instalação rápido e seguro para as baterias das aeronaves.

O objetivo do trabalho é descrever o processo de desenvolvimento e validação das propostas de trilho, que serão posteriormente aplicados em um sistema de encaixe rápido para as baterias. Estes sistemas de trilho foram desenvolvidos por meio de softwares de modelagem 3D, FreeCAD e SOLIDWORKS®, e em seguida impressos em filamento ABS.

Fundamentação teórica

Até o presente momento, o método empregado no LabDrones consiste no envolvimento da bateria com fitas de velcro no frame da aeronave. Apesar de garantir a

¹ Antonio Augusto Groehs de Oliveira [Tecnólogo em Sistemas de Energia] do [Câmpus Florianópolis], antonio.ag@aluno.ifsc.edu.br.

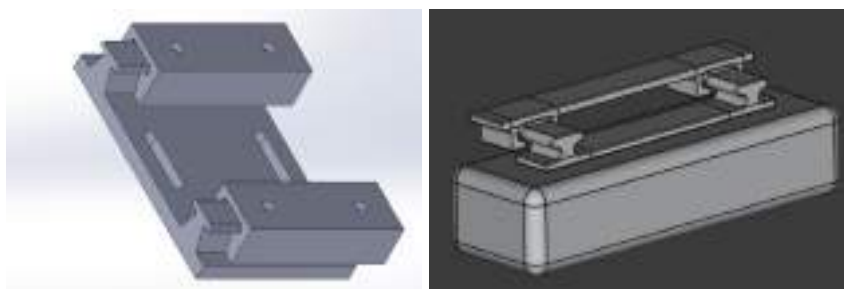
² Enzo Renan Moreira Tralli [Engenharia Mecatrônica] do [Câmpus Florianópolis], enzo.rmt@aluno.ifsc.edu.br.

³ Leandro de Medeiros Sebastião [Departamento Acadêmico de Eletrotécnica] do [Câmpus Florianópolis], leandro.medeiros@ifsc.edu.br.

fixação na estrutura, o manuseio incorreto pode causar diversos acidentes, como a desconexão da bateria durante o voo, ocasionando danos a este componente. O objetivo de criar um mecanismo para o encaixe rápido, visa deixar mais prática e segura a substituição de baterias, mesmo por pessoal com pouca experiência em drones.

A Figura 1 apresenta as propostas inicialmente elaboradas pelos autores deste trabalho.

Figura 1 - Propostas iniciais de suporte de bateria.



Fonte: Autoria Própria (2025).

Procedimentos metodológicos

A metodologia de validação das peças foi dividida em três etapas, com a primeira sendo a modelagem dos mecanismos de encaixe, a segunda consistindo na validação do espaçamento entre as peças e a terceira, os testes de resistência mecânica dos diferentes trilhos, a fim de descobrir qual dos modelos teria o melhor desempenho.

Na primeira etapa, os alunos e professores se reuniram e debateram sobre os diferentes mecanismos que poderiam ser empregados para fixação das baterias, resultando em diversas ideias diferentes. Entretanto, foi definido que seriam testados dois modelos de trilhos, o Modelo A e Modelo B, como especificado na Figura 3, em seguida, os trilhos foram isolados do resto do desenho e adaptados para a realização dos testes de resistência.

Na segunda etapa, os corpos de prova foram impressos, mas com o objetivo de ajustar o espaçamento entre as peças de encaixe, uma vez que, ocorrem mudanças na dimensão, devido às variações de temperatura a que o material é submetido, neste caso, filamento ABS. Assim, os corpos de prova foram impressos com 15 mm de espessura e folga de 0,5 mm, para que as peças mantenham-se fixas mas ainda permita o deslizamento durante a substituição da bateria.

Na terceira etapa, os corpos foram presos em um torno de bancada fixada à uma mesa, enquanto na outra extremidade, foi realizada manualmente a aplicação de tração mecânica, como mostra na Figura 4, sendo registrada com uma balança/dinamômetro simples. O objetivo é obter a força capaz de romper as peças no ponto de encaixe, caso esta seja maior ou igual que a massa das baterias utilizadas, a peça é validada como sendo capaz de transportar as baterias.

Figura 3 - Corpos de Prova.



Fonte: Autoria Própria (2025).

Figura 4 - Bancada de Testes: a) método de encaixe e b) valor máximo lido.



a

b

Fonte: Autoria Própria (2025).

Resultados e discussões

Os testes com os corpos de prova, constataram uma resistência mecânica de 50,37 kgf , ainda que não tenha sido possível romper os corpos de prova. De toda forma, foi possível comprovar que as peças são capazes de resistir a uma tração maior que a atingida pelos testes, e conseqüentemente, constatar que estes métodos de encaixe serão capazes de suportar a massa das baterias utilizadas nos drones do laboratório.

Considerações finais

A realização dos testes nos permitiu comprovar que ambos os modelos de trilho apresentaram resistência mecânica superior à necessária para aplicação no sistema de encaixe de baterias. O processo de desenvolvimento evidenciou a importância do espaçamento entre as peças, considerando a expansão e retração do material (ABS) durante a impressão, para o deslizamento correto do mecanismo após a impressão 3D.

Este trabalho reforça e evidencia o papel fundamental de iniciativas como as do LabDrones na formação dos estudantes. A participação em projetos práticos de modelagem, fabricação e validação de componentes para os drones de competição permite aos alunos conhecimentos teóricos em contextos reais e aprender com possíveis problemas durante o processo, desenvolvendo novas habilidades e se familiarizando com ferramentas e metodologias modernas. Esse envolvimento estimula a inovação, o raciocínio crítico e a resolução de problemas, fortalecendo o vínculo entre ensino, pesquisa e extensão.

As próximas etapas do projeto envolvem a integração dos trilhos validados ao suporte completo de fixação, com o objetivo de sua futura instalação nas aeronaves desenvolvidas no laboratório.

Referência ao fomento recebido

Este trabalho foi viabilizado com apoio do Câmpus Florianópolis do IFSC, com a viabilização de espaço físico para as atividades do Laboratório de Drones e destaque para o DAE (Departamento Acadêmico de Eletrotécnica) que fornece a infraestrutura complementar do laboratório. Registra-se também o apoio da FEESC (Fundação Stemmer para Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação), por meio do edital “Conexões para Inovar”, que contemplou a equipe de drones do Câmpus Florianópolis nos anos de 2024 e 2025.

Referências

BRAZILIAN JOURNAL OF DEVELOPMENT. Curitiba, 01 abr. 2024. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/68975>. Acesso em: 30 abr. 2025.

VARIAÇÃO GRANULOMÉTRICA APÓS COMPACTAÇÃO DE MISTURAS DE SOLO COM BLOCO CERÂMICO

Divisão Temática

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

**Autores: F. KRUEGER¹;
D. GUESSER²; E. BALBINO³; M. FORMENTO⁴; R. GANZO⁵**

Edital de fomento do trabalho 02/2024/Proppi-Universal
Projeto de Pesquisa

Resumo:

Este estudo foi desenvolvido no âmbito de um projeto de pesquisa do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Campus Florianópolis, onde avalia-se o comportamento de agregados reciclados provenientes de resíduos de construção e demolição (RCD). O RCD reutilizado nesta pesquisa é o bloco cerâmico. Este resíduo foi misturado com um solo residual na proporção de 70/30 e 60/40, respectivamente, solo e bloco cerâmico. Após a mistura foram conduzidos ensaios de compactação com emprego de energia intermediária. Foram coletados corpos de prova moldados após a compactação nos ramos seco e úmido. As curvas de granulometria do agregado, antes e após a compactação, evidenciam a relevante quebra de partículas quando comparada com a granulometria original do agregado. As maiores quebras de partículas de RCD ocorreram no ramo seco.

Palavras-chave: compactação de solos; granulometria; RCD; quebra de grãos.

Introdução

A reciclagem e reutilização de materiais de construção busca contribuir para um mundo mais ambientalmente correto. A adição de resíduos de construção e demolição (RCD) em solos é uma alternativa sustentável para melhorar as propriedades geotécnicas dos materiais empregados em obras de engenharia.

Esta pesquisa aborda os principais aspectos físicos e mecânicos que envolvem o processo de compactação de solos. Os resultados encontrados procuram indicar os

¹ Servidor do Campus Florianópolis/DACC do Instituto Federal de Santa Catarina, fabio.krueger@ifsc.edu.br.

² Estudante do curso de Engenharia Civil/Campus Florianópolis do Instituto Federal de Santa Catarina, guesserluizdiogo@gmail.com

³ Estudante do curso de Engenharia Civil/Campus Florianópolis do Instituto Federal de Santa Catarina, edlaine.s@aluno.ifsc.edu.br

⁴ Estudante do curso de Engenharia Civil/Campus Florianópolis do Instituto Federal de Santa Catarina, engmarianaformento@gmail.com

⁵ Estudante do curso de Engenharia Civil/Campus Florianópolis do Instituto Federal de Santa Catarina, rafaella.g@aluno.ifsc.edu.br

agentes envolvidos e sua influência na variação de granulometria dos agregados submetidos aos ensaios de compactação de solos.

Fundamentação teórica

Quando nos questionamos sobre quais são os insumos mais onerosos que não agregam valor ao nosso produto final, logo pensamos nos resíduos do processo construtivo. E se, tratando do setor da construção civil, esse resíduo (RCD), hoje visto como um passivo ambiental e econômico, pudesse se tornar o insumo chave para otimizar o desempenho/custo de solos em obras? De acordo com Pinto (1999) os RCD's correspondem a cerca de 41 % a 70 % de todos os resíduos sólidos urbanos gerados no Brasil, e os mesmos são classificados pela resolução nº 307 do CONAMA (2002) como sendo da classe A: *“resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados”*. Essa mesma normativa atribui aos geradores de RCD's a total responsabilidade da destinação adequada desse material. Então, apesar da quantidade de volume gerado, todo esse material tem potencial para voltar ao início do ciclo de vida do seu próprio, ou de novos produtos.

Para validar a substituição de solo por RCD na aplicação da área da construção civil é necessário fazer uma série de ensaios físicos a fim de garantir o desempenho mínimo, dentre eles, o ensaio de compactação. Regido pela ABNT NBR 7182: Solos-Ensaio de compactação, ele *“especifica um dos métodos para determinação da relação entre a umidade e a massa específica aparente seca de solos, quando compactados”*.

Procedimentos metodológicos

Todos experimentos e ensaios desenvolvidos nesta pesquisa foram realizados no Laboratório de Geotecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), Câmpus Florianópolis. Os resíduos de blocos cerâmicos foram oriundos de atividades práticas conduzidas em canteiro de obras durante aulas experimentais dos cursos técnicos e superiores do Departamento Acadêmico de Construção Civil.

O solo natural empregado na composição da mistura com o RCD foi proveniente de uma amostra deformada coletada em um talude situado no município de Biguaçu/SC. A amostragem foi realizada a uma profundidade de 1,5 metros, sendo o material transportado

em caixas plásticas até o laboratório de Geotecnia, onde foi armazenado em tonéis com fechamento hermético.

Com isso, após foi feito a preparação da amostra para os ensaios laboratoriais. Após foram estabelecidas as proporções de solo e RCD a serem utilizadas, correspondendo a 70% de solo e 30% de RCD, e a 60% de solo e 40% de RCD.

O preparo dos resíduos foi realizado conforme a faixa granulométrica previamente estabelecida, composta por 25% de material retido na peneira de 12,5 mm (passante pela peneira de 19,0 mm), 25% retido na peneira de 9,5 mm, 25% na peneira de 6,3 mm e 25% na peneira de 4,8 mm (Figura 1).

Figura 1 – Etapa de peneiramento



Fonte: Autores (2025)

As porções de solo e RCD foram devidamente separadas e pesadas de acordo com as proporções definidas, seguidas pela homogeneização da mistura e pela execução do ensaio de compactação dos corpos de prova. Importante destacar que o ensaio foi feito com uso de amostras não-trabalhadas, ou seja, cada ponto da curva de compactação foi obtido sem reuso das misturas solo + RCD. Após a compactação, para a análise da fragmentação, os corpos de prova foram submersos em água e, posteriormente peneirados na peneira de 2,38 mm, visando a remoção do solo e a separação das partículas de RCD destinadas à avaliação.

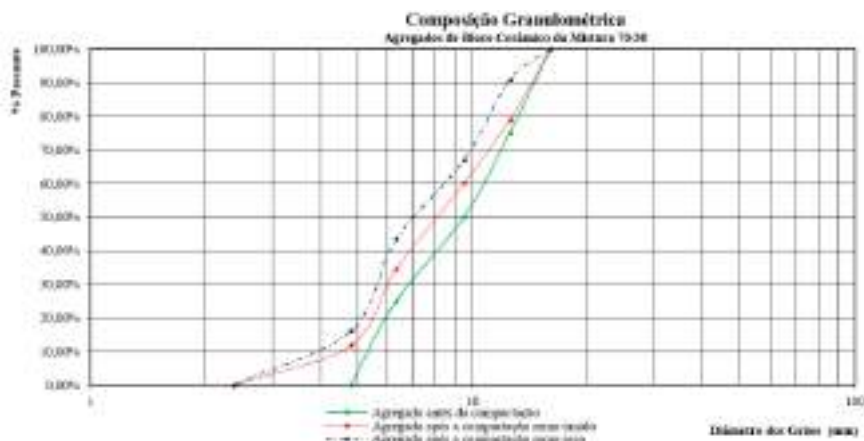
Resultados e discussões

As curvas a seguir evidenciam a variação da granulometria do agregado reciclado de bloco cerâmico, considerando as condições antes e após a compactação, assim como os ramos seco e úmido da curva de compactação Proctor. A linha sólida verde representa

o agregado antes da compactação, enquanto as linhas pontilhadas vermelha e tracejada azul correspondem às condições úmida e seca, respectivamente.

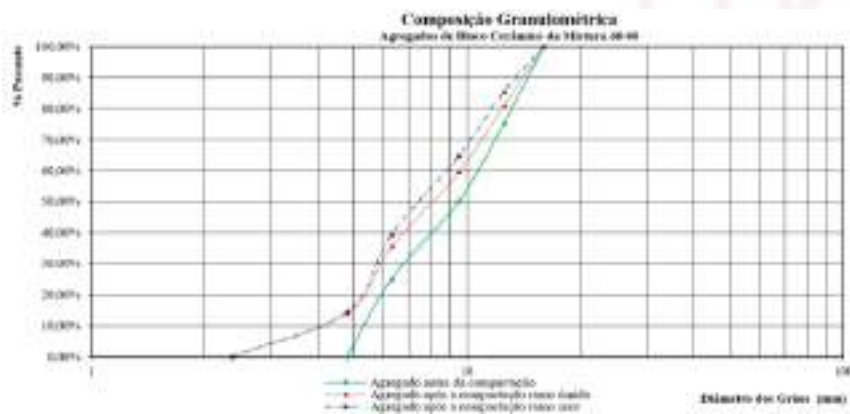
No Figura 2, referente à mistura de 70% solo e 30% agregado de bloco cerâmico ficou evidenciado a mudança na granulometria das partículas de RCD após o ensaio de compactação. A diminuição do tamanho dos grãos durante a compactação pode acabar influenciando no arranjo estrutural das misturas, estabilidade, permeabilidade, expansão e, outras propriedades.

Figura 2. Granulometria dos agregados de Bloco Cerâmico após a compactação da mistura 70% solo e 30% agregados.



Fonte: Autores (2025)

Figura 3. Granulometria dos agregados de Bloco Cerâmico após a compactação da mistura 60% solo e 40% agregados.



Fonte: Autores (2025)

Ficou evidenciado o ramo seco resultando em maior fragmentação das partículas, comparado ao ramo úmido. A interação no estado úmido demonstrou menor degradação dos grãos. Isso ocorreu provavelmente pelo fato de a água interferir no contato entre as

partículas, promovendo um amortecimento da energia de compactação, resultando em menor quebra de partículas. Por fim, analisa-se a mistura de 60% solo e 40% agregado de bloco cerâmico. Novamente, observou-se maior fragmentação no ramo seco, destacando a intensidade das forças de compactação no estado seco em comparação ao úmido (Figura 3).

Considerações finais

Os resultados obtidos destacam a influência das condições de compactação na fragmentação dos agregados reciclados, oferecendo informações valiosas para sua aplicação em projetos de engenharia e infraestrutura. As principais conclusões obtidas na pesquisa são:

- Ocorreu variação significativa na granulometria do agregado cerâmico após a compactação. As curvas granulométricas no ramo úmido e seco se deslocaram para esquerda indicando a diminuição do tamanho dos grãos;

- A maior quebra de partículas aconteceu no ramo seco devido a energia de compactação ser mais eficiente que no ramo úmido. Porque a água em excesso age como um dissipador de energia, provocando menor quebra dos agregados.

Referência ao fomento recebido

Para realização desta pesquisa foram recebidos fomentos do CNPq para aquisição de equipamentos e pagamento de bolsas para estudantes através do Edital 02/2024 PROPII Universal.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6457: Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7182: Solo: Ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 2016.

PINTO, T. Metodologia Para A Gestão Diferenciada De Resíduos Sólidos Da Construção Urbana. 1999. Disponível em : <<http://www.casoi.com.br/hjr/pdfs/GestResiduosSolidos.pdf>>.

RESOLUÇÃO CONAMA No 307, DE 5 DE JULHO DE 2002. Disponível em : <https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=305>.